



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

PROPUESTA PARA LA REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR
BRISAS DEL MAYEI DE VIGIRIMA, MUNICIPIO GUACARA, ESTADO
CARABOBO.

Tutor:

Dra. Márquez, Adriana

C.I.: 12.604.007

Autor:

Br. Jiménez, Adriana

C.I.: 20.386.730

DICIEMBRE, 2016.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PROPUESTA PARA LA REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR
BRISAS DEL MAYEI DE VIGIRIMA, MUNICIPIO GUACARA, ESTADO
CARABOBO.

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para
optar al Título de Ingeniero Civil

Tutor:

Dra. Márquez, Adriana

C.I.: 12.604.007

Autor:

Br. Jiménez, Adriana

C.I.: 20.386.730

DICIEMBRE, 2016.

DEDICATORIA

A papá y a mamá. Quienes saben todo de mi, han soportado todo de mi y se mantienen incondicionales. Soy feliz y afortunada por tenerles.

Los quiero mucho Estela y Bartolo.

AGRADECIMIENTOS

Cuando las oportunidades llegan, hay una tenue luz en el interior de todo ser humano desatando sus pies y abriendo el camino para que avance y las tome. Un día tiene una esencia y un nombre y otros días desaparece a la vista. Pero allí esta, abriendo espacios hasta que alguien decida arriesgarse y seguirle. A esa luz que nunca se extingue y hace hogar en corazones bondadosos, gracias.

Al mundo que encontré luego de decir sí a una gran oportunidad, a las personas que conocí en Imagua y que en poco tiempo se convirtieron en mi segunda familia, les agradezco por todas las enseñanzas, las oportunidades y por otorgarme un espacio para crecer como persona con un gran equipo de trabajo.

A mi familia por ser un apoyo y sustento inigualable. A mis padres por darme la oportunidad de vivir, a mis hermanos por ser ejemplos a seguir y a mis sobrinos por ser la alegría de la casa. Son la mayor bendición que he recibido.

A mis amigos, que estando lejos o cerca son y serán el motor de muchas vivencias y experiencias que no tienen precio. A ustedes que todo apoyo me han brindado, les deseo el mejor de los éxitos.

A mis profesores de vida y estudio, gracias por tan esmerada labor. Más allá de los libros, cálculos, materias y contenidos enseñados, son sus palabras de aliento las que impulsan al estudiante a ser mejor cada día, a dar más del cien por ciento de nuestras capacidades, a ser personas conscientes, racionales, con sentido de pertenencia, con

ganas de hacer las cosas bien y con verdadero interés por mejorar cada día; mantengan siempre esa costumbre, pues las palabras que no se lleva el viento, se cosechan en la mente de quien las escucha.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	IV
ANEXOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Formulación del Problema	7
1.3 Objetivos de la Investigación	8
1.3.1 Objetivo General	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
1.4 Justificación.....	8
1.5 Alcances y Limitaciones	9
CAPITULO II	11
MARCO REFERENCIAL	11
2.1 Antecedentes	11
2.2 Bases Legales.	14
CAPITULO III.....	15
MARCO METODOLÓGICO.....	15
3.1 Tipo de investigación	15
3.2 Diseño de Investigación.	15
3.3 Población y muestra.	16

3.4	Fases de la Investigación	16
3.4.1	Fase I: Diagnóstico.....	16
3.4.2	Fase II: Recolección de datos.....	17
3.4.3	Fase III: Procesamiento de datos.....	17
3.4.3.1	Situación actual del sistema de abastecimiento.	17
3.4.3.2	Variables hidrometeorológicas del Sector Brisas del Mayei.	28
3.4.3.3	Variables topográficas del Sector Brisas del Mayei.	49
3.4.3.4	Proyección de escenarios presentes y futuros para la estimación de la demanda de agua en el sector Brisas del Mayei.....	55
3.4.3.5	Determinación de las características hidráulicas requeridas por el sistema de abastecimiento del sector.....	65
3.4.3.6	Estudio de la línea de aducción entre el dique y el tanque y la línea de aducción entre el pozo y el tanque.	69
3.4.3.7	Capacidad requerida por los tanques de almacenamiento.	78
3.4.3.8	Análisis físico, químico y bacteriológico de las fuentes de abastecimiento.....	80
CAPITULO IV		85
ANÁLISIS DE RESULTADOS		85
4.1	Diagnóstico de la situación actual del sistema de abastecimiento del sector Brisas del Mayei.....	85
4.2	Descripción de las variables hidrometeorológicas, topográficas y la red hídrica del sistema de abastecimiento del sector Brisas del Mayei, Municipio Guacara.	92
4.3	Escenarios Presentes y futuros de la demanda de agua potable en el Sector Brisas del Mayei.....	98
CONCLUSIONES		111
RECOMENDACIONES		113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		114

ANEXOS

Anexo A. Coordenadas línea de Aducción dique-tanque. medidas en metros.	119
Anexo B. Cordenadas calles del sector brisas del mayei. medidas en metros.	120
Anexo C. Perfiles Longitudinales del Sistema de abastecimeinto del Sector Brisas del Mayei.....	123
Anexo D. Balance hídrico del municipio Guacara, año 2014.....	138
Anexo E. Balance hídrico del municipio Guacara, año 2015.	138
Anexo F. Precipitación y evaporación del Municipio Guacara del Año 2014.....	139
Anexo G. Precipitación y evaporación del Municipio Guacara del Año 2015.	140
Anexo H. Análisis físico químico y bacteriologico de las fuentes de abastecimiento.	141
Anexo I. Empresa de Perfilaje de Pozos, Mansermen, C. A.....	144
Anexo J. Acuíferos principales del pozo profundo de referencia en este estudio.....	145
Anexo K. Litología del pozo profundo de referencia.	145
Anexo L. Diseño de la tubería de encamisado del pozo profundo.....	146
Anexo M. Propuesta de rehabilitación del Dique toma del Sector Brisas del Mayei.	147
Anexo N. Gasto por demanda máxima horaria de cada nodo de la red de distribución.	148
Anexo O. Gasto por demanda máxima horaria de cada tramo de la red de distribución.....	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de ubicación de uniones de la aducción dique - tanque en mal estado.....	23
Tabla 2. Coordenadas de las válvulas del sistema.	27
Tabla 3. Estaciones Meteorológicas utilizadas para realizar el Balance Hídrico.	29
Tabla 4. Temperatura media mensual del año 2013 de la estación Las Cocuizas.	32
Tabla 5. Estimación de la evapotranspiración de la estación meteorológica Las Cocuizas en el año 2013.....	34
Tabla 6. Nombre y numeración de los perfiles longitudinales del sistema de abastecimiento.....	54
Tabla 7. Datos medidos en el dique para la estimación del caudal aportado en el mes de Marzo.....	56
Tabla 8. Datos medidos en el dique para la estimación del caudal aportado en el mes de Septiembre.....	57
Tabla 9. Dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares.	61
Tabla 10. Censo de los últimos años del sector Brisas del Mayei.	62
Tabla 11. Población actual y población futura del sector Brisas del Mayei.	64
Tabla 12. Gasto medio de la población del sector Brisas del Mayei.	65
Tabla 13. Coeficientes de rugosidad Hanzen – Williams para algunos materiales. ...	67
Tabla 14. Las velocidades a manejar para seleccionar el diámetro de diseño en un rango económico se representan a continuación:.....	73
Tabla 15. Datos para la graficar la curva del sistema vs la curva del fabricante.	76
Tabla 16. Planilla de resultados del análisis de la calidad del agua. Dique Toma.....	83
Tabla 17. Planilla de resultados del análisis de la calidad del agua. Pozo profundo. .	84

Tabla 18. Diagnóstico de la situación actual del pozo profundo del Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.....	86
Tabla 19. Diagnóstico de la situación actual del dique del Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.....	87
Tabla 20. Diagnóstico de la situación actual de la línea de aducción del Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.....	88
Tabla 21. Diagnóstico de la situación actual de los tanques de almacenamiento del Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.....	90
Tabla 22. Diagnóstico de la situación actual de red de abastecimiento del Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.....	91
Tabla 23. Balance hídrico del municipio Guacara, año 2013.	92
Tabla 24. Caudal obtenido en el Pozo Profundo del Sector Brisas del Mayei en sequía.....	96
Tabla 25. Caudal obtenido en el pozo del Sector Brisas del Mayei en lluvia.	97
Tabla 26. Caudal obtenido en el dique toma del Sector Brisas del Mayei.....	97
Tabla 27. Caudal afluente total producido por ambas fuentes de abastecimiento.	97
Tabla 28. Demanda de gasto de diseño para el abastecimiento del Sector Brisas del Mayei.....	98
Tabla 29. Análisis de pérdidas y presiones en la red de acueductos del sector Brisas del Mayei.....	99
Tabla 30. Análisis de pérdidas y presiones en la red de acueductos del sector Brisas del Mayei.....	100
Tabla 31. Capacidad actual de los tanques de almacenamiento.....	101
Tabla 32. Capacidad requerida por el tanque de almacenamiento.....	102
Tabla 33. Características actuales de las línea de aducción.	102
Tabla 34. Pérdidas de descarga producidas en la línea de aducción.	103

Tabla 35. Gasto de diseño en las líneas de aducción	103
Tabla 36. Diámetro requerido por las líneas de aducción.	104
Tabla 37. Potencia requerida por la bomba.....	104
Tabla 38. Propuestas de dimensionamiento de tanques de almacenamiento.	106
Tabla 39. Análisis de pérdidas y presiones en la red de acueductos del sector Brisas del Mayei. Propuesta.	107
Tabla 40. Análisis de pérdidas y presiones en la red de acueductos del sector Brisas del Mayei. Propuesta.	108
Tabla 41. Propuesta para la rehabilitación del sistema de abastecimiento de de agua potable del Sector Brisas del Mayei.	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Instalación del equipo de bombeo del sector Brisas del Mayei.....	18
Figura 2. Instalación del manifold del pozo profundo.	18
Figura 3. Prueba de descarga del equipo de bombeo.	19
Figura 4. Condición del Dique en época de sequía.	20
Figura 5. Condición del Dique en época de lluvia.	21
Figura 6. Condición actual Línea de aducción Dique – Tanque.	22
Figura 7. (a) Tanque australiano, (b) Tanque de concreto.	24
Figura 8. Tanque australiano. Se aprecian fisuras y fuga (a) y el nivel del agua dentro del tanque (b). Fecha: 31/03/16.....	25
Figura 9. (a) y (b): Válvulas de cierre / apertura de la tubería que parte de los tanques hacia la red. (c), (d): válvulas de sectorización de la red del acueducto del sector. (e), (f): boca llaves del acueducto.....	27
Figura 10. Ubicación de las estaciones meteorológicas de INAMEH estudiadas	28
Figura 11. Procesamiento de la variable temperatura para la estimación de la evapotranspiración mensual de la cuenca.	30
Figura 12. Estimación de la evapotranspiración mensual de la cuenca.	30
Figura 13. Estimación de la precipitación media de la estación Las Cocuizas para el año 2013.....	31
Figura 14. Archivo con la data de precipitación promedio del año 2013 de las seis estaciones de estudio.	35
Figura 15. Archivo con la data de evapotranspiración promedio del año 2013 de las seis estaciones de estudio.	35
Figura 16. Creando Clase de entidad para referenciar las coordenadas de las estaciones dentro de Arc Catalog.....	36

Figura 17. Selección del sistema de coordenadas a utilizar.	37
Figura 18. Se abre ArcMap.	37
Figura 19. Agregar Mapa Base.	38
Figura 20. Visor de mapa base.	39
Figura 21. Importación de los puntos de estudio.	39
Figura 22. Crear límite de la zona de estudio.	40
Figura 23. Asignación de sistema de coordenadas de referencia.	41
Figura 24. Cambio en las propiedades del polígono a utilizar como límite.	41
Figura 25. Start Editing.	42
Figura 26. Visualización del contorno de zona de estudio y las estaciones seleccionadas para el balance.	42
Figura 27. Creando el Spline.	43
Figura 28. Generación de Spline.	43
Figura 29. Ubicación de Spline y límite para el Extracto por máscara.	44
Figura 30. Extracto por máscara.	44
Figura 31. Clasificación por intervalos de la variable meteorológica de estudio.	45
Figura 32. Clasificación por intervalos de la variable de estudio.	45
Figura 33. Selección de archivos para generar los valores interpolados de la variable de estudio.	46
Figura 34. Tabla de datos interpolados de la variable en estudio.	47
Figura 35. Obtención del área de la cuenca	49
Figura 36. Toma de coordenadas mediante GPS. Al fondo se observa el tanque australiano.	50
Figura 37. Georreferenciación del sistema de abastecimiento mediante GPS.	50

Figura 38. Croquis del Sector Brisas del Mayei y definición de los nodos de la red de acueductos.	52
Figura 39. Definición de los nodos de las líneas de aducción.	53
Figura 40. Toma de medidas en tramo uniforme para el aforo del dique: distancias, secciones transversales y tiempo de viaje desde un punto de inicio a otro.....	56
Figura 41. Aspectos a evaluar en el sistema para determinar las características hidráulicas requeridas.....	66
Figura 42. Curva del fabricante de la bomba Unitra UP3534.....	77
Figura 43. Toma de muestra del agua proveniente de la quebrada para el análisis físico-químico y bacteriológico.....	81
Figura 44. Toma de muestra de agua proveniente del pozo profundo.	81
Figura 45. Entrega de muestras de agua a ser analizadas en el Laboratorio de Calidad Ambiental de MINEA.	82
Figura 46. Curva Evaporación y Precipitación promedio durante el año 2013 en la cuenca del municipio Guacara.	93
Figura 47. Gráfica del balance hídrico del Municipio Guacara del Año 2013.	94
Figura 48. . Gráfica del balance hídrico del Municipio Guacara del Año 2014.	95
Figura 49. Gráfica del balance hídrico del Municipio Guacara del Año 2015.	96
Figura 50. Gráfica de la curva del sistema vs la curva del fabricante.....	105



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



PROPUESTA PARA LA REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE DEL SECTOR BRISAS DEL MAYEI DE VIGIRIMA, MUNICIPIO GUACARA, ESTADO CARABOBO.

- Elaborado por: Jiménez, Adriana.
- Tutor: Prof. Márquez, Adriana.
- Fecha: Diciembre de 2016

RESUMEN

En la actualidad, el sector Brisas del Mayei de Vigirima presenta deficiencia en el abastecimiento de agua potable por causas que no están claramente definidas. Con la finalidad de determinar el problema se estudió la condición actual de las estructuras que conforman el sistema y se analizó la red de distribución determinando las pérdidas y presiones de la misma. Como resultado se obtuvieron presiones negativas en los ramales más cercanos al tanque de almacenamiento a causa de la poca carga estática disponible entre éste y los nodos de mayor cota además de la pérdida significativa generada por el diametro de la tubería dispuesto. También fueron evaluados las variables hidrometeorologicas del municipio Guacara mediante la interpolación de data obtenida de estaciones ubicadas alrededor del mismo obtenido con esto un volumen englobado mensual del agua que queda en los suelos de dicho municipio concluyéndose que el mayor aporte de gasto se evidencia en el mes de Agosto. Por otra parte fueron estimados los caudales aportados por las fuentes y el gasto de diseño requerido para dicho sector determinándose que el caudal afluente no es suficiente para suplir la demanda. Finalmente se evalúan las características de los componentes del sistema para definir si poseen las dimensiones correctas y en función a estos aspectos se ha planteado la propuesta de rehabilitación del sistema.

Palabras claves: Sector, sistema de abastecimiento, condición actual, deficiencia, variables hidrometeorologicas, demanda.

INTRODUCCIÓN

Todo sistema de abastecimiento de agua potable inicia su fase de diseño con la mira puesta en una dirección: lograr la dotación a un sector, urbanismo o comunidad garantizando las condiciones de calidad, presiones mínima en el flujo y la recepción constante del mismo, con el fin de otorgar al consumidor un servicio de calidad de un líquido tan vital como el agua. Sin embargo, todo diseño tiene un tiempo de vida útil que se acorta con mayor rapidez a causa de factores climáticos, demográficos o físicos del sistema.

Cuando las fallas aparecen dentro del sistema, se expone la necesidad de determinar las condiciones en las que opera la red de distribución y evaluar el estado de cada uno de los componentes que lo conforman de modo que pueda detectarse la falla y realizar la propuesta de rehabilitación.

En el desarrollo de este trabajo de grado se plantea la problemática de estudio del Sector Brisas del Mayei, los objetivos a desarrollar, el alcance y las limitaciones en el capítulo I. Los antecedentes consultados y las bases legales que respaldan los criterios de diseño se muestran en el capítulo II. La metodología de diseño donde se explica de qué forma fueron recolectados los datos y posteriormente procesados para el cumplimiento de los objetivos planteados aparecen en el capítulo III. En el capítulo 4 se presentan los resultados obtenidos tras la evaluación del sistema, el balance hídrico, el análisis de la calidad del agua, la proyección de escenarios presentes y futuros de la demanda de agua potable y la propuesta de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable del sector. Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones en función a los resultados obtenidos en el capítulo 4.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Los sistemas de abastecimiento de agua conforman un conjunto de acciones que inician en la captación realizada en la fuente de agua y culminan en el suministro del líquido a los usuarios, en un destino específico, mediante obras de conducción. Según Guevara (2003) “El urbanismo, la topografía, localización de la fuente y estanque, determinan el sistema de distribución” (Pg. 205). Sin embargo, muchas poblaciones en el mundo carecen de fuentes mejoradas de agua donde las causas están ligadas a la condición de poblaciones rurales y su pobreza.

Las Naciones Unidas (2012) sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio, expuso:

El uso de fuentes de agua mejoradas sigue siendo bajo en las áreas rurales mientras que en 2010 el 19% de la población rural usaba fuentes de agua no mejoradas, en las áreas urbanas ese porcentaje era de solo un 4%. Como los aspectos relacionados con la seguridad, la confiabilidad y la sostenibilidad no se reflejan en los indicadores que se utilizan para seguir los avances de los ODM, es probable que ese porcentaje sobrestime la cantidad real de personas que usan fuentes de agua seguras. (p.5)

Por otra parte, los sistemas de abastecimiento de agua existentes presentan fallas que impiden el correcto funcionamiento de las redes de distribución, logrando afectar a numerosas poblaciones debido a la interrupción en el suministro de agua para consumo. Estas fallas son frecuentes en las zonas cuya fuente de abastecimiento se encuentra muy alejada de la red de distribución y por la falta de mantenimiento en los componentes del sistema.

Medina (2006):

Usualmente los sistemas de conducción recorren varias decenas o cientos de kilómetros en valles y montañas, atravesando ríos y fallas geológicas, estando así expuestos a amenazas naturales y antropogénicas. Dependiendo del nivel de exposición a las amenazas y a las características propias, cada componente presenta determinado grado de vulnerabilidad que determina su predisposición a sufrir daños. (p.1)

La fundación Avina (2012), en el marco de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, expresa que:

En muchas ocasiones no se presta la atención necesaria a la operación y mantenimiento, o es delegada a la persona responsable de la operación como su exclusiva responsabilidad, desligando al resto de la organización de estas tareas. Eso redundaría en una disminución de la vida útil de las infraestructuras, es una fuente permanente de conflictividad, significa un mayor gasto de la organización y no permite prestar un servicio eficiente a los usuarios/as. (p.8)

Otro factor que se asocia a la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento es la carencia de un plan de desarrollo urbano. Cuanto más complejo sea el sistema proyectado, debido al conglomerado social en las zonas que no poseen un plan de desarrollo urbanístico, con mayor frecuencia se presentarán las fallas en las redes de distribución a causa de la vulnerabilidad a la que se encuentran expuestas y a la falta de mantenimiento de los mismos.

Sobre este aspecto, Medina (2006) plantea que:

Al estudiar los sistemas de abastecimiento de agua en Venezuela y en particular al Acueducto Metropolitano, se evidencia que el crecimiento explosivo y desordenado de las áreas urbanas ha originado sistemas complejos, que difícilmente puedan adaptar su correcto manejo a la velocidad del crecimiento de los mismos. (p.5)

Los sistemas de abastecimiento de agua del Sector Vigirima del municipio Guacara, Estado Carabobo, incluyendo a la comunidad Brisas del Mayei, han presentado fallas que han dejado a una parte de los habitantes de la comunidad sin

acceso al agua. Hurtado (2015) expuso en su trabajo especial de grado que “Dentro de este marco, el sector Vigirima de dicho municipio está presentando ineficiencia con su red de distribución de agua potable, lo que trae como consecuencias, la ausencia e intermitente distribución del vital líquido generando descontento en la población de mencionado sector”.

Cuando las fallas persisten el problema se convierte en una gran preocupación para las comunidades afectadas, puesto que los problemas a afrontar cuando se carece de un recurso tan vital como el agua son de gran magnitud.

Los sistemas de abastecimiento de agua potable se deterioran y fallan de manera frecuente, ocasionando pérdidas de agua producida, disminución de la confiabilidad del sistema, incrementos de los costes de operación, daños materiales, interrupción del servicio, todos ellos perjuicios añadidos al coste económico resultante de restaurar la tubería rota. Es virtualmente imposible sustituir todas las tuberías vulnerables al mismo tiempo. Consecuentemente, existe una necesidad de encontrar métodos que puedan ayudar a programar la rehabilitación y el reemplazo progresivos del sistema, conforme a los apremios presupuestarios. (Alonso, 2010, p.3).

Por otra parte, la necesidad de encontrar solución a la falta del suministro de agua, induce a las comunidades a ir en búsqueda de apoyo institucional para solventar su situación, sin embargo, cuando no se trata de una única comunidad o población afectada, se presenta un escenario de competencia para adquirir los recursos necesarios entre dichas poblaciones.

El informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo (2015) plantea:

Las demandas en competencia entre sí aumentan el riesgo de conflictos localizados y conllevarán decisiones cada vez más difíciles en lo que respecta a la asignación de los recursos y a limitar la expansión de sectores cruciales para el desarrollo sostenible. El nexo agua-alimentos-energía plantea decisiones políticas difíciles, y gestionar cada sector,

tanto por separado como conjuntamente, implica hacer concesiones (WWAP, 2014). (p.1)

Por lo antes expuesto se hace notoria la importancia que amerita la toma de acciones cuando los sistemas de abastecimiento de agua para consumo se ven comprometidos. La necesidad que surge ante las fallas presentes en las redes de distribución alertan a las comunidades para encontrar una solución y lograr rehabilitar el servicio.

La Fundacion Avina (2012) explica que:

La operación y mantenimiento son acciones fundamentales para el funcionamiento y durabilidad de los sistemas de agua, su adecuada planificación y ejecución, así como una activa participación y vinculación de la organización comunitaria es un paso firme hacia el empoderamiento y sostenibilidad tanto de la organización como de la infraestructura.

Una adecuada operación y mantenimiento sumados a una correcta composición del sistema, pueden ser garantía de un servicio de calidad. (p.8)

Los factores que intervienen en la toma de decisiones en un programa de renovación de las tuberías son muchos y diversos, y por ello se deben considerar, hasta donde sea posible, todas las variables que intervienen en los fallos de las tuberías. De tales variables se pueden obtener datos para su análisis y evaluación, y se pueden inferir una gama de métodos para definir un programa de renovación de las tuberías. Dependiendo de la naturaleza, variedad y disponibilidad de los datos, se puede considerar la aplicación de métodos de optimización, estadísticos y otros. (Alonso, 2010, p.3)

Las empresas de agua cuentan con un número de opciones para desarrollar una política en la sustitución o restauración de las tuberías. Para cualquier tubería del sistema, en un momento dado, existen tres alternativas posibles: no tomar ninguna medida, rehabilitar la tubería, o sustituirla. (Alonso, 2010, p.4)

Ante escenarios como los expuestos anteriormente, en Venezuela se ha desarrollado planes correctivos en situaciones similares donde los sistemas de abastecimiento han dejado de funcionar correctamente.

Por tal motivo, en este tema de investigación se propone la rehabilitación del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable del sector Brisas del Mayei de Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo, con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento del sistema existente logrando el cumplimiento de los requerimientos necesarios que permitan el abastecimiento total de la población.

1.2 Formulación del Problema

En base a la problemática que enfrenta el sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, Estado Carabobo se plantean las siguientes interrogantes:

- ¿En qué condición se encuentra actualmente el sistema de abastecimiento de agua del sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, Estado Carabobo?
- ¿Existe en la zona de estudio condiciones topográficas que limiten el suministro de agua mediante el sistema de abastecimiento existente?
- ¿Cuál es la demanda actual de agua para consumo y cuál sería la demanda en los próximos treinta años si aumenta la población en Brisas del Mayei?
- ¿Qué acción correctiva requiere el sistema de abastecimiento actual del sector Brisas del Mayei para garantizar su óptimo funcionamiento?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta para la rehabilitación del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable del sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, Estado Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, Estado Carabobo.
- Describir la variables hidrometeorológicas, topográficas y la red hídrica del sistema de abastecimiento del sector Brisas del Mayei, Municipio Guacara.
- Proyectar escenarios presentes y futuros para la estimación de la demanda de agua actual y la demanda en los próximos treinta (30) años del sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, Estado Carabobo.
- Elaborar la propuesta para la rehabilitación de la red de suministro y distribución de agua potable que garantice la demanda requerida por la población y la protección de las estructuras existentes en el sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, Estado Carabobo.

1.4 Justificación

El sector Brisas del Mayei de Vigirima, municipio Guacara, Estado Carabobo, se ve afectada por la irregularidad con la que es abastecida de agua para consumo mediante la red de acueductos, debido a causas que no se tienen definidas claramente. Esta situación está afectando a 710 habitantes; por ello la necesidad de realizar un estudio diagnóstico del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable para

identificar la falla existente en el sistema y realizar la propuesta para su rehabilitación.

Este proyecto forma parte de una línea de investigación llamada Eventos extremos: Inundaciones y Sequía; que realizan conjuntamente el Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo (CIHAM-UC) y el Instituto Autónomo Municipal del Agua Guacara (IMAGUA), quienes han proyectado la investigación a los servicios públicos de abastecimiento de agua potable y de recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas del municipio Guacara. Estas investigaciones reflejan la problemática existente en los servicios antes mencionados del municipio Guacara y la propuesta que los autores de las tesis de pregrado anteriores, los cuales también forman parte de esta línea de investigación, han reflejado en sus proyectos como solución.

1.5 Alcances y Limitaciones

La presente investigación tiene como objetivo el estudio de las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo. Las fallas presentadas en el sistema no se encuentran totalmente definidas por lo que la información recolectada en el campo de estudio permitirá establecer las deficiencias del mismo y en base a los criterios ingenieriles proponer alternativas de solución.

La descripción de las variables hidrometeorológicas del sector se realizan mediante un balance hídrico del Municipio, sin embargo, la escasa información disponible sobre la hidrología en el municipio Guacara, hace necesaria la interpolación de la data hidrometeorológica obtenidas en distintas estaciones ubicadas en el Estado Carabobo y Estado Aragua, las cuales son monitoreadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) y de donde se obtendrán datos de

precipitación y temperatura del período comprendido entre el año 2013 al 2016 para la obtención del balance hidrometeorológico.

La investigación abarcará también la descripción de la calidad del agua de consumo que es abastecido en la comunidad de estudio desde fuentes naturales, cuyas muestras serán analizadas en el Laboratorio de Calidad Ambiental del Ministerio de Ambiente ubicado en el estado Aragua, para el análisis físico-químico y bacteriológico de las mismas.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes

León R, Ivette A. (2013); propuso el diseño de red de distribución de aguas blancas y recolección de aguas negras, para la comunidad El Huequito, ubicada en Turgua, Sector Monterola, Municipio el Hatillo Estado Miranda – Venezuela, ya que el sector presenta problemas en la captación de agua potable y en la recolección de las aguas servidas. La data para la conceptualización del proyecto la obtuvo mediante inspecciones de campo, entrevistas a miembros de la comunidad y a ingenieros expertos en el área. León concluyó que la topografía de la zona permite un diseño de las redes que trabajen por presión sin necesidad de utilización de bombas y que la fuente de abastecimiento de agua puede satisfacer la demanda de consumo siempre que se implemente un tanque compensador que de igual forma trabaje por gravedad.

Rodríguez U, Bernardo A. (2010); en su investigación plantea la reingeniería de la estación de bombeo “Calvario El Hatillo” en Caracas - Venezuela y su red de distribución. Rodríguez explica que dicha estación de bombeo fue construida hace más de treinta años para atender una demanda menor a la existente, la cual ha crecido fuera de planificación con un deficiente sistema de distribución. Entre las conclusiones obtenidas destaca que el estanque de almacenamiento no poseía la capacidad para la demanda y que existían nodos de la red que no tenían la presión requerida. La propuesta de Rodríguez consistió en rediseñar dicha estación y los diferentes componentes del sistema a ella asociados planteando la conexión directa entre la tubería de entrada del tanque y las tuberías de salida, de esa forma la presión del agua en conjunto con las diferencias de cotas se lograría vencer las grandes

pérdidas de las tuberías de la red de El Calvario. También propuso la instalación de una válvula rompe-carga para solucionar el problema de las presiones altas en los puntos más bajos de la red.

Carrillo, A y Martínez, Miguel (2015); plantearon la propuesta para la rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua de “La Manga” en el sector Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo. Realizaron un diagnóstico de la situación actual de la zona de interés, la determinación de la oferta-demanda de agua, el análisis físico-químico y bacteriológico para la obtención de la calidad del agua y la evaluación de la situación actual de las estructuras hidráulicas de la zona. Carrillo y Martínez concluyeron que el agua abastecida en el sector es apta para consumo y que la fuente de abastecimiento posee la capacidad para cubrir la demanda actual. Sin embargo plasmaron la necesidad de la rehabilitación del dique del sector, la línea de aducción, la tanquilla rompe carga, las purgas y los accesorios y también el reemplazo de algunas estructuras existentes como el tanque de almacenamiento, la ventosa, y algunas válvulas. Así mismo, hicieron la propuesta del diseño de estructuras que no existen en dicho sistema como el desarenador y la red de acueductos que abastecerá la comunidad del sector “La Manga”.

Lossio, M. (2012): El sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones en Piura, Perú, brinda un estudio definitivo en el que se ha implementado un sistema de agua potable por bombeo utilizando energía fotovoltaica y abastecimiento a través de piletas públicas, en cuatro caseríos del distrito de Lancones. El sistema propuesto se basa en una estructura de captación tipo noria, una línea de impulsión, el sistema de bombeo con utilización de la energía solar fotovoltaica, el reservorio apoyado de almacenamiento y regulación, redes de distribución de agua potable, cámara rompe presión y fuentes de suministro de agua. Los resultados obtenidos por Lossio en esta investigación concluyen en que la capacidad de abastecimiento desde el acuífero es suficiente para la demanda de la población, el caudal de bombeo que será conducido a través de la línea de impulsión

es de 1.44 l/s y la velocidad del flujo a través de la tubería es de 0.46 m/s, sin embargo se requiere el uso de dos bombas para satisfacer la demanda.

Batres, et al (2010); proponen el rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable, diseño del alcantarillado sanitario y de aguas lluvias para el municipio de San Luis del Carmen, departamento de Chalatenango en El Salvador. Las actividades realizadas comprenden el levantamiento topográfico desde la fuente de abastecimiento hasta el lugar de almacenamiento; efectuar el aforo de la fuente “El Pital” con el fin de determinar el caudal que es capaz de abastecer y el aforo de la fuente del nacimiento “El Chorro”. También realizaron el estudio de calidad del agua de ambas fuentes para establecer si esta es apta para el consumo humano, y así poder utilizarla en el sistema de abastecimiento. El Diseño del sistema fue realizado mediante EPANET, programa que arrojó resultados favorables que garantizan que la red podrá dar cumplimiento a una demanda proyectada para un período de diseño de 20 años. También expresaron la necesidad del mantenimiento y reparación de algunas de las estructuras que conforman el sistema de abastecimiento a causa de la antigüedad de los mismos.

Lam (2011), plantea el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo, Huehuetenango utilizando una red de distribución con ramales abiertos tomando en consideración la presión mínima de 10m y máxima de 40 m además de una presión hidrostática de 80m. El sistema de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, se diseñó por gravedad, aprovechando las ventajas topográficas que presenta el lugar, para una población de 850 habitantes distribuidas en 150 viviendas. Lam propuso colocar una caja rompe presión a 260.40 metros del tanque para poder seguir utilizando tubería de PVC garantizando las presiones mínimas y máximas, también planteó el requerimiento de la utilización de válvulas de control para mantenimiento y reparaciones de la red. El criterio para determinar la dotación dependió directamente de poder tener una vida útil adecuada

para que el sistema sea viable y funcional. Además por la magnitud del proyecto se designó la dotación mínima para optimizar y reducir los costos.

2.2 Bases Legales.

La normativa a consultar en el desarrollo de esta investigación para la comparación de los resultados obtenidos en el análisis físico-químico y bacteriológico de la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento (pozo profundo y dique) será el Decreto 3.219 "Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", específicamente el capítulo II, Artículos 5 y 8 donde se establecen los parámetros microbiológicos, organolépticos, físicos y químicos que debe poseer el agua para ser apta para consumo.

En cuanto a el caudal de abastecimiento requerido por la población del sector Brisas del Mayei, la dotación requerida serán estimadas mediante la Gaceta 4044 "Normas para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones." De fecha 8 de septiembre de 1988.

Otra normativa de suma importancia para el diseño del sistema de abastecimiento es la establecida por la INOS, "Normas para el Diseño de los Abastecimientos de Agua. INOS 1965", de la cual se ha hecho consulta sobre las presiones máximas y mínimas que deben existir en la red para garantizar el buen comportamiento hidráulico de la misma y las velocidades en rango económico para la selección de diámetros de tubería de descarga.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

Sampieri, et al, (2010) plantea que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (p.80)

Por lo anteriormente expuesto, este estudio puede definirse de **tipo descriptiva** ya que para el cumplimiento de los objetivos planteados, las variables a considerar serán medidas y analizadas para diagnosticar la situación actual del sistema de abastecimiento de agua de la comunidad El Mayei. El perfil longitudinal de las calles del Sector El Mayei, la situación actual de las estructuras hidráulicas existentes, la demanda de agua para consumo humano y las características físico – químicas del agua abastecida son las variables que se requieren tal y como sean obtenidos durante la investigación para que de esta forma la propuesta de la rehabilitación del sistema de abastecimiento del sector El Mayei se adapte a las condiciones reales estudiadas.

3.2 Diseño de Investigación.

Para Sampieri, et al, (2010); el diseño de investigación no experimental podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no se hace variar en forma

intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos. (p. 149)

De esta forma se define el diseño de esta investigación, el cual es un **diseño no experimental**, donde la información recolectada mediante diálogo con habitantes de la comunidad, el aforo que se realizará en las fuentes de abastecimiento, la inspección y análisis de funcionamiento de las estructuras existentes, serán variables de estudio importantes cuyos resultados no serán modificados, de esta forma se garantizará que la propuesta de la rehabilitación del sistema de abastecimiento del sector El Mayei será una propuesta eficaz y adaptada a la situación real del sistema de abastecimiento.

3.3 Población y muestra.

El estudio realizado en esta investigación es válido para las condiciones actuales que caracterizan al Sector Brisas del Mayei en Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo. El censo correspondiente a los años 2015 y 2016 se han obtenido de la información que maneja el Instituto Municipal del Agua Guacara. Para el año 2016 se tiene registro de 330 familias y 710 habitantes dentro del sector Brisas del Mayei.

3.4 Fases de la Investigación

3.4.1 Fase I: Diagnóstico

El desarrollo de esta investigación se fundamentó en la necesidad de un estudio diagnóstico de la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable del sector Brisas del Mayei, con la finalidad de determinar las causas de la deficiencia presentada por dicho sistema y establecer una propuesta de rehabilitación del mismo.

3.4.2 Fase II: Recolección de datos

Para determinar la problemática actual se inició un proceso de recolección de datos a través de recorridos realizados en el sector Brisas del Mayei que conllevaron a la evaluación de las condiciones actuales del sistema de abastecimiento, la determinación de las características propias de los componentes, la georreferenciación de las estructuras hidráulicas, la toma de muestras de para el análisis de la calidad del agua y aforo de las fuentes naturales de suministro. De igual forma fue solicitado al Instituto Autónomo Municipal del agua Guacara el censo de la población de estudio, y mediante el monitor de estaciones del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMEH, se descargó desde la web la data de precipitación y temperatura de 6 estaciones seleccionadas alrededor del municipio Guacara.

3.4.3 Fase III: Procesamiento de datos.

3.4.3.1 Situación actual del sistema de abastecimiento.

Los componentes del sistema de abastecimiento fueron evaluados continuamente durante Febrero, Marzo, Junio, Septiembre y Octubre. A continuación se reflejan las imágenes de donde se aprecian las características y condiciones de cada uno de ellos.

Pozo Profundo del Sector Brisas del Mayei

Coordenadas de ubicación geográfica:

Este: 622.976; Norte: 1.140.404; Cota: 498 msnm

Esta fuente de abastecimiento se mantiene operativa tras la sustitución del equipo de bombeo en el mes de Febrero. Actualmente se encuentra programada para bombear caudal hacia el tanque de almacenamiento durante 16 horas al día con una potencia de la bomba y motor de 7.5 Hp.



Figura 1. Instalación del equipo de bombeo del sector Brisas del Mayei.

Fuente: Imagen propia. Fecha: 17 de Febrero del 2016.



Figura 2. Instalación del manifold del pozo profundo.

Fuente: Imagen propia. Fecha: 17 de Febrero del 2016.



Figura 3. Prueba de descarga del equipo de bombeo.

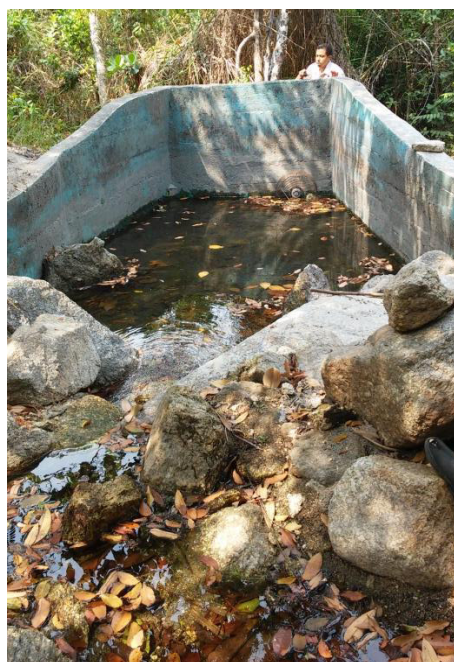
Fuente: Imagen propia. Fecha: 17 de Febrero del 2016.

Dique toma

Coordenadas de ubicación geográfica:

Este: 624.151; Norte: 1.141.143; Cota: 655 msnm

El dique toma es una estructura de concreto en forma de U dispuesta al pie del cerro la cual fue proyectada para captar el agua proveniente de la quebrada. Sus dimensiones son de una altura promedio de 1.25 m, ancho promedio de 2.75 m y longitud de 4.30 m. No posee tubería de purga y la salida de la aducción se encuentra en la parte más baja de la captación sin ninguna rejilla adecuada para retener partículas. Como consecuencia no existe un nivel para almacenar sedimentos y éstos, conjuntamente con partículas, hojas y ramas entran sin problema a la tubería de aducción. Otra deficiencia observada en el dique es la proyección de sus aleros pues estos no interceptan de extremo a extremo la quebrada y en los meses Agosto y Septiembre cuando se tiene mayor aporte de caudal, el agua escurre por los laterales sin poder ser aprovechado.



(a)



(b)

Figura 4. Condición del Dique en época de sequía.

En la figura (a) se observa el bajo nivel de agua durante época de sequía y la acumulación de hojas y ramas. En la figura (b) se observa que en la entrada de la aducción se encuentra colocada una rejilla improvisada de ventilador.

Fuente: Imagen propia. Fecha: 31 de Marzo del 2016



(a)



(b)

Figura 5. Condición del Dique en época de lluvia.

En la figura (a) se observa el nivel de captación en época de lluvia. En (b) se observa el escurrimiento del agua fuera del dique.

Fuente: Imagen propia. Fecha: 31 de Marzo del 2016

Línea de aducción Dique – Tanque

Coordenadas de ubicación geográfica:

Inicio de aducción (dique): Este: 624.151; Norte: 1.141.143; Cota: 655 msnm.

Fin de aducción (tanque australiano): Este: 623587, Norte: 1140816, Cota: 559 msnm.

La línea de aducción del sistema que parte del dique toma y llega al tanque de almacenamiento australiano está conformado por una tubería de de acero de 75 mm de diámetro (3”) de 566 metros de longitud. Esta tubería sale del dique a una cota de 655 msnm y culmina en el tanque a una cota de terreno de 559 msnm. La aducción se encuentra expuesta a condiciones ambientales en toda su extensión desde hace más de 25 años, tiempo que se estima tiene proyectado en el sector. Hoy día se han visto afectadas de forma crítica 5 de las uniones entre tuberías de la línea de aducción por no poseer el apoyo adecuado ni la junta requerida. A continuación se muestran las

situaciones planteadas hasta ahora sobre la línea de aducción dique – tanque además de las coordenadas de las uniones defectuosas.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura:

Figura 6. Condición actual Línea de aducción Dique – Tanque.

Fuente: Imagen propia.

Fecha: 31 de Marzo del 2016

En la figura (a) se observa la aducción que va desde el dique al tanque expuesta al medio ambiente. Las figuras (b), (c) y (d) corresponden a uniones de la tubería de aducción en mal estado y sin apoyo adecuado. Las coordenadas de ubicación de dichas uniones y de otras que se encuentran en la misma condición se muestran a continuación:

Tabla 1. Coordenadas de ubicación de uniones de la aducción dique - tanque en mal estado.

Figura	Punto	Coordenada Este	Coordenada Norte	Cota
(b)	4	624003	1141080	635
(c)	5	623920	1141045	622
(d)	7	623880	1141017	609
-	9	623692	1140861	578
-	10	623602	1140816	559

Fuente: Elaboración propia.

Tanques de almacenamiento

Coordenadas de ubicación:

Tanque australiano. Este: 623587; Norte: 1140816; Cota: 559 msnm.

Tanque de concreto. Este: 623585, Norte: 1140802, Cota: 555 msnm.

Para almacenar el caudal aportado por el pozo y el dique, el sector dispone de dos tanques de almacenamiento de los cuales sólo el tanque australiano se encuentra actualmente operativo ya que el tanque de concreto ha presentado fugas incluso luego

de la realización de trabajos de reparación. El tanque australiano ha presentado fisuras en la parte inferior de sus paredes permitiendo fugas que comprometen la integridad de dicha estructura y cuyas dimensiones son de 2.5 m de altura y 7.20 m de diámetro brindando una capacidad de almacenamiento de 101.7 m³.

El tanque de concreto es de forma rectangular y sus dimensiones son de 3.8 m de ancho, 5.9 m de largo y 1.50 m de altura aportando así un volumen de almacenamiento es de 33.63 m³ que no son aprovechados por las filtraciones que presenta.



(a)



(b)

Figura 7. (a) Tanque australiano, (b) Tanque de concreto.

Fuente: Imagen propia.

Fecha: 31/03/16



Figura XX:

Figura 8. Tanque australiano. Se aprecian fisuras y fuga (a) y el nivel del agua dentro del tanque (b). Fecha: 31/03/16

Fuente: Imagen propia.

Válvulas del sistema de abastecimiento.

A lo largo del sistema de abastecimiento del sector Brisas del Mayei, las tuberías de aducción y la red de acueductos tienen dispuestas en puntos estratégicos las válvulas para la regulación del caudal. Las válvulas de compuerta en la aducción se encuentran ubicadas en la entrada y la salida de los tanques de almacenamiento. Las bocas llaves se encuentran distribuidas a lo largo de la red de acueducto con la finalidad interceptar por tramos el caudal abastecido en el sector ya que la topografía influye en la tendencia que tiene el flujo de agua a concentrarse en los tramos y nodos de menor cota dentro de la red. Adicionalmente el sector cuenta actualmente con dos válvulas compuertas para la sectorización de la red y por tanto el racionamiento del

abastecimiento de agua potable. Las condiciones actuales de las válvulas se muestran a continuación:



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 9. (a) y (b): Válvulas de cierre / apertura de la tubería que parte de los tanques hacia la red. (c), (d): válvulas de sectorización de la red del acueducto del sector. (e), (f): boca llaves del acueducto.

Fuente: Imagen propia. Fecha: 07/10/16

Tabla 2. Coordenadas de las válvulas del sistema.

Figura	Punto	Coordenada Este	Coordenada Norte	Cota
(a)	10	623602	1140816	559
(b)	12	623587	1140811	556
(c)	15	623558	1140785	553
(d)	16	623555	1140787	553
(e)	21	623486	1140745	542
(f)	26	623271	1140655	526

Fuente: Elaboración propia.

En cada visita realizada en el sector fue suministrada una amplia información relacionada a los componentes del sistema, su ubicación dentro del sector, el trazado de la red, comportamiento de la misma, manipulación de válvulas para la sectorización del abastecimiento y características relevantes requeridas en el estudio para el reconocimiento de las condiciones en las que se encuentra actualmente el sistema y de esta forma puntualizar las fallas existentes en él.

3.4.3.2 Variables hidrometeorológicas del Sector Brisas del Mayei.

Las variables hidrometeorológicas del sector Brisas del Mayei fueron obtenidas desde la página web del Monitor de Estaciones de INAMEH, las cuales corresponden a la precipitación y temperatura de seis estaciones meteorológicas ubicadas alrededor del municipio Guacara con la finalidad de realizar una interpolación mediante el programa ArcGIS entre dichas estaciones y obtener el balance hídrico en dicho municipio.



Figura 10. Ubicación de las estaciones meteorológicas de INAMEH estudiadas

Fuente: Imagen Satelital de Google Earth. Image © 2016 Digital Globe.

Las estaciones meteorológicas seleccionadas se encuentran ubicadas en el Estado Carabobo y el Estado Aragua, por lo tanto pertenecen a la zona UTM 19 de Venezuela y corresponden a las cuencas mencionadas en la Tabla 1. Las coordenadas de ubicación que proporciona el monitor de estaciones de cada cuenca se encuentran en grados y para transformarlas a coordenadas geográficas UTM se utilizó un convertidor online.

Tabla 3. Estaciones Meteorológicas utilizadas para realizar el Balance Hídrico.

							Coordenadas UTM	
N°	ESTACIÓN	ESTADO	CUENCA	LAT	LONG	HUSO	X	Y
178	Valencia Oficina	Carabobo	Lago de Valencia	10.23	68.01	19P	608178	1131078
179	Hacienda El Manglar	Carabobo	Lago de Valencia	10.45	67.96	19P	613822	1154779
210	San Diego	Carabobo	Lago de Valencia	10.30	67.93	19P	616988	1138671
211	Vigirima	Carabobo	Lago de Valencia	10.27	67.88	19P	622892	1135723
214	Planta de Potabilización	Carabobo	Lago de Valencia	10.06	67.91	19P	619290	1112277
216	Las Cocuizas	Carabobo	Castaño	10.32	67.57	19P	657120	1141355

Fuente: Monitor de Estaciones INAMEH

La data de precipitación y temperatura seleccionada para cada cuenca está comprendida entre el año 2013 y el año 2015 a modo de obtener valores promedios mensuales de cada año de estudio.

Los valores promedios mensuales de cada variable se estimaron en Excel para cada mes del año evaluado, por cada año de estudio y para cada una de las estaciones seleccionadas para el balance. La data procesada supera más de 100.000 datos anuales por estación por lo que es preferible dar una muestra mediante una imagen

para reflejar información manejada, sin embargo, mostrar todas las tablas sería poco práctico.

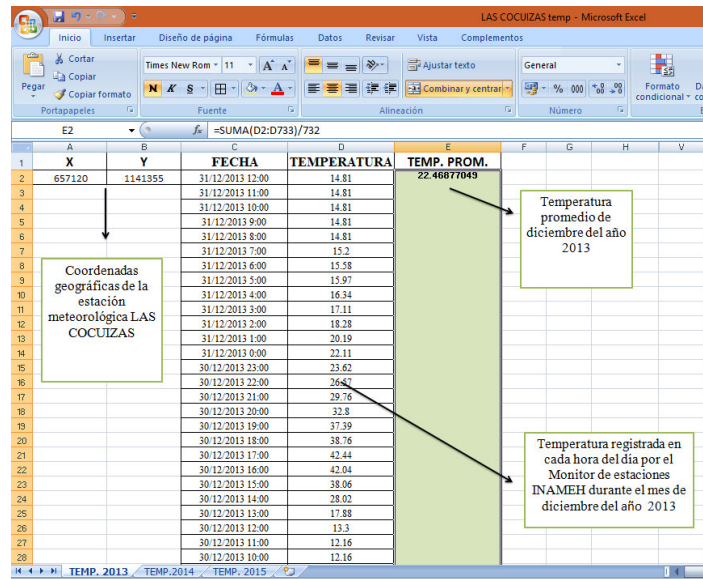


Figura 11. Procesamiento de la variable temperatura para la estimación de la evapotranspiración mensual de la cuenca.

Fuente: Elaboración propia.

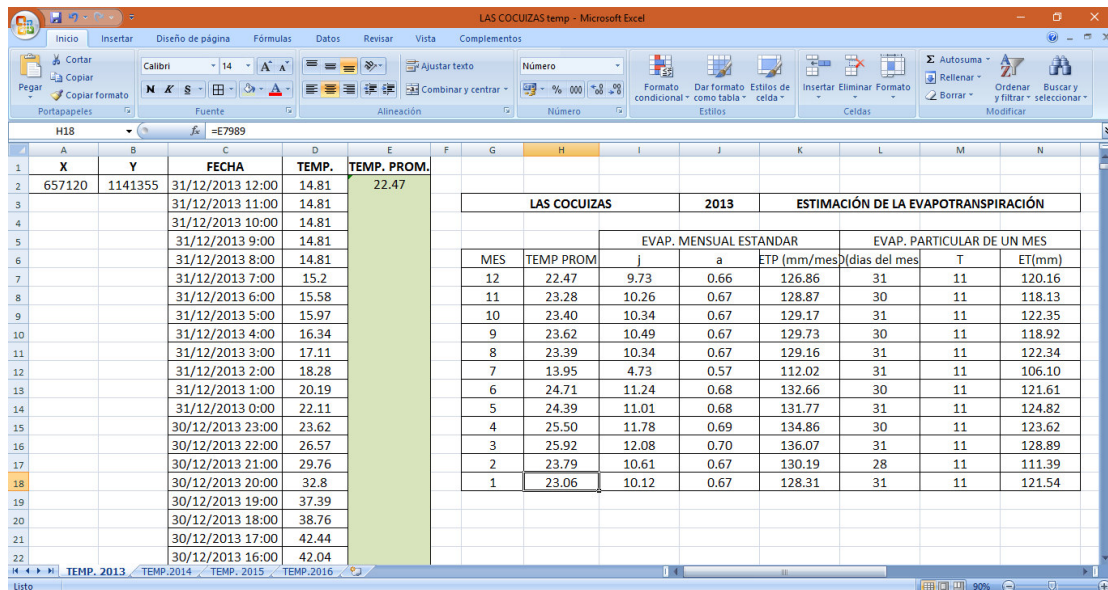


Figura 12. Estimación de la evapotranspiración mensual de la cuenca.

Fuente: Elaboración propia.

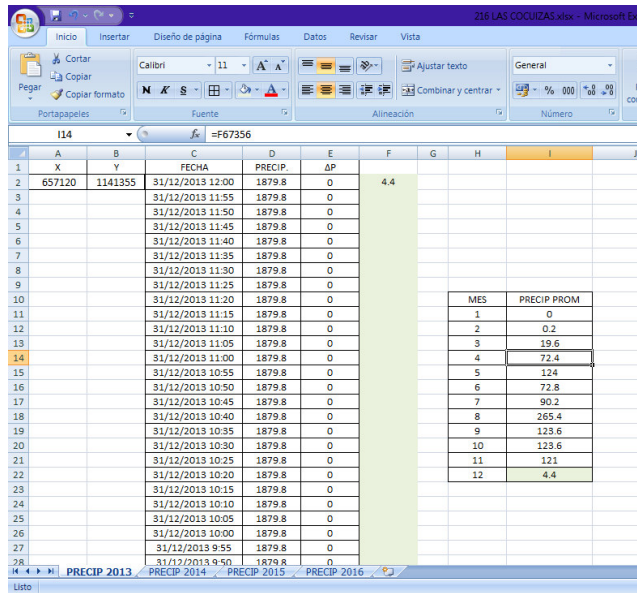


Figura 13. Estimación de la precipitación media de la estación Las Cocuizas para el año 2013.

Fuente: Elaboración propia.

Dado que para el balance hídrico se requiere la precipitación y la evaporación, fue necesario hacer uso de la fórmula desarrollada por Thornthwaite la cual permite estimar la evapotranspiración en función de una temperatura promedio.

Fórmula de Thornthwaite:

$$ETP = 16(10t/j)a \quad (1)$$

Donde:

ETP : Evapotranspiración [mm/mes]

$$j = (t/5)^{1.514} \quad (2)$$

$$a = (675 * 10^{-9} * j^3 - (771 * 10^{-7})j^2 + (179 * 10^{-4})j + 0.492 \quad (3)$$

Como ejemplo de cálculo se mostrarán los valores de temperatura promedio mensual obtenidos en la cuenca de Vigirima para el año 2013 y a partir de estos se determinará la evapotranspiración.

Tabla 4. Temperatura media mensual del año 2013 de la estación Las Cocuizas.

MES	TEMP PROM
12	22.47
11	23.28
10	23.40
9	23.62
8	23.39
7	13.95
6	24.71
5	24.39
4	25.50
3	25.92
2	23.79
1	23.06

Fuente: La temperatura promedio fue procesada de la data extraída del monitor de estaciones de INAMEH y estimada mediante cálculos propios.

Seleccionando la temperatura promedio del mes de diciembre, mes 12, y sustituyendo en la Ecuación 2 se obtiene:

$$j = (22.47/5)^{1.514} = 9.73$$

Dicho valor se sustituye en la Ecuación 3 y se determina:

$$a = (675 * 10^{-9}) * 9,73^3 - (771 * 10^{-7})9,73^2 + (179 * 10^{-4})9,73 + 0.492$$

$$a = 0,66$$

Posteriormente se determina la evapotranspiración para el mes de diciembre del año 2013 como se muestra a continuación:

$$ETP = 16 \left(\frac{10 \times 22,47}{9,73} \right) \times 0.66 = 126,86 \text{ mm}$$

El valor de ETP es un valor mensual estándar teórico basado en una duración de 30 días con 12 horas de sol cada uno. La evapotranspiración actual para un mes particular con temperatura media t es entonces:

$$ET = ETP \times DT / 360 \quad (4)$$

Donde:

D = número de días del mes

T = número medio de horas de luz entre la salida y puesta del sol para el mes considerado. En Venezuela T = 11 horas de luz en el día.

Por lo tanto, la evapotranspiración actual para el mes de diciembre del 2013 viene dado por:

$$ET = \frac{126,86 \times 31 \times 11}{360} = 120.16 \text{ mm}$$

Este procedimiento se repite para cada mes del año por cada año a evaluar y por cada estación meteorológica estudiada. Los resultados de la Evapotranspiración para este ejemplo de cálculo se muestran a continuación.

Tabla 5. Estimación de la evapotranspiración de la estación meteorológica Las Cocuizas en el año 2013.

MES	TEMP PROM	EVAPOTRANSPIRACIÓN MENSUAL ESTANDAR			EVAPOTRANSPIRACIÓN PARTICULAR DE UN MES		
		j	a	ETP (mm/mes)	D(días del mes)	T	ET(mm)
12	23.68	10.54	0.67	129.90	31	11	123.05
11	22.53	9.77	0.66	127.00	30	11	116.41
10	24.48	11.08	0.68	132.02	31	11	125.05
9	24.92	11.38	0.69	133.24	30	11	122.13
8	24.25	10.92	0.68	131.41	31	11	124.47
7	24.72	11.24	0.68	132.67	31	11	125.67
6	25.13	11.52	0.69	133.80	30	11	122.65
5	25.81	12.00	0.70	135.74	31	11	128.58
4	25.19	11.57	0.69	133.98	30	11	122.81
3	24.27	10.93	0.68	131.46	31	11	124.52
2	22.58	9.80	0.66	127.13	28	11	108.76
1	23.07	10.12	0.67	128.33	31	11	121.56

Fuente: Cálculos propios.

Una vez obtenidos los datos de precipitación y evaporación de todas las estaciones, se organizan por tablas anuales y se inicia el procesamiento de los mismos en Arc GIS. Para ello es necesario tener la data organizada dentro de un archivo Excel de extensión “.xls”. Dicha archivo debe contener las coordenadas de las estaciones, su nombre y los valores correspondientes de precipitación y evaporación con los que se cuenta para realizar la interpolación, ordenados preferiblemente de la siguiente manera:

Figure 14 shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'DATOS 2013.xlsx'. The data is organized in a table with columns for months (ENE, FEB, MAR, ABR, MAY, JUN, JUL, AGO, SEP, OCT, NOV, DIC) and rows for six study stations. The values represent average precipitation for the year 2013.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	X	Y	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1	613822	1E+06	HACIENDA EL MANGLAR	0.2	9.8	70.4	70.4	9.6	64.8	40	57.2	42	49	92.6	68.8		
2	608178	1E+06	VALENCIA OFICINA	0	0	2.8	70.2	133.6	110.8	82.6	163.2	98.6	142.6	157.2	14		
3	616988	1E+06	SAN DIEGO	0	1.2	3.4	86.2	198.2	81.6	167	199.6	123	136.2	118	36.2		
4	622892	1E+06	VIGIRIMA	0	0.8	0.4	86.6	164.2	140.6	114.8	230.8	85.4	135.6	102.6	4		
5	619290	1E+06	PLANTA DE POTABILIZACION	0	0	22.8	82	6.6	78.4	2.6	155	140.8	85.2	116.2	15.6		
6	657120	1E+06	LAS COCUIZAS	0	0.2	19.6	72.4	124	72.8	90.2	265.4	123.6	123.6	121	4.4		

Figura 14. Archivo con la data de precipitación promedio del año 2013 de las seis estaciones de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Figure 15 shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'DATOS 2013.xlsx'. The data is organized in a table with columns for months (ENE, FEB, MAR, ABR, MAY, JUN, JUL, AGO, SEP, OCT, NOV, DIC) and rows for six study stations. The values represent average evapotranspiration for the year 2013.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	X	Y	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	613822	1E+06	HACIENDA EL MANGLAR	126.71	116.06	132.60	128.80	133.85	131.68	135.07	134.04	131.28	133.76	121.83	127.71	
2	608178	1E+06	VALENCIA OFICINA	127.31	117.49	136.60	131.72	133.81	129.89	133.53	131.18	126.88	127.20	123.35	126.36	
3	616988	1E+06	SAN DIEGO	127.99	118.77	138.44	132.97	134.26	130.99	133.73	131.41	121.55	131.31	124.50	127.71	
4	622892	1E+06	VIGIRIMA	128.61	117.79	137.83	134.63	136.02	132.93	135.20	132.74	128.82	126.24	125.98	132.27	
5	619290	1E+06	PLANTA DE POTABILIZACION	126.37	114.64	131.61	125.02	125.96	121.83	124.66	123.37	112.01	122.16	120.56	125.37	
6	657120	1E+06	LAS COCUIZAS	121.54	111.39	128.89	123.62	124.82	121.61	106.10	122.34	118.92	122.35	118.13	120.16	

Figura 15. Archivo con la data de evapotranspiración promedio del año 2013 de las seis estaciones de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Este y todos los archivos que serán utilizados para el balance hídrico deben guardarse en una carpeta dentro del Disco Local (:C), siendo necesario tener un archivo de precipitación y evaporación por cada año que desea ser estudiado.

Una vez almacenada toda la información, se abre el programa Arc Catalog y se ubica la carpeta dentro de Disco Local C. A cada uno de los archivos se les creará una entidad dando clic derecho sobre éstos y seleccionando “Create Feature Class” el cual desplegará la opción “From XY Table”:

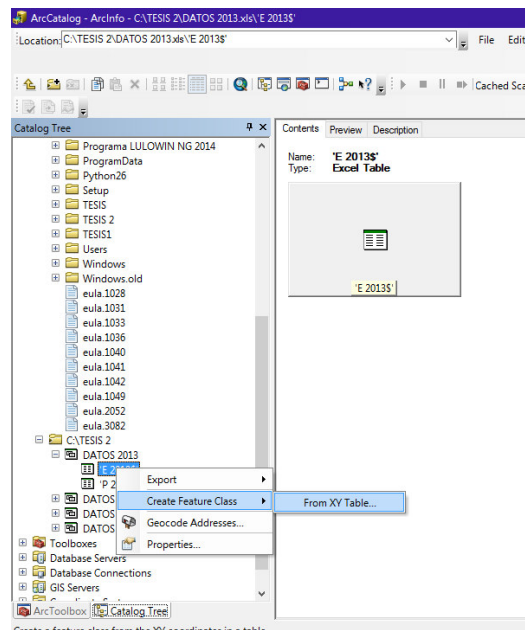


Figura 16. Creando Clase de entidad para referenciar las coordenadas de las estaciones dentro de Arc Catalog.

Fuente: Elaboración propia.

Las coordenadas para la clase de entidad corresponden a un sistema de coordenadas proyectadas en la zona mediante referencia espacial, por ello es necesario indicar el sistema de coordenadas XY a utilizar. Para este caso se seleccione el sistema UTM WGS 1984, Hemisferio Norte y Zona 19.

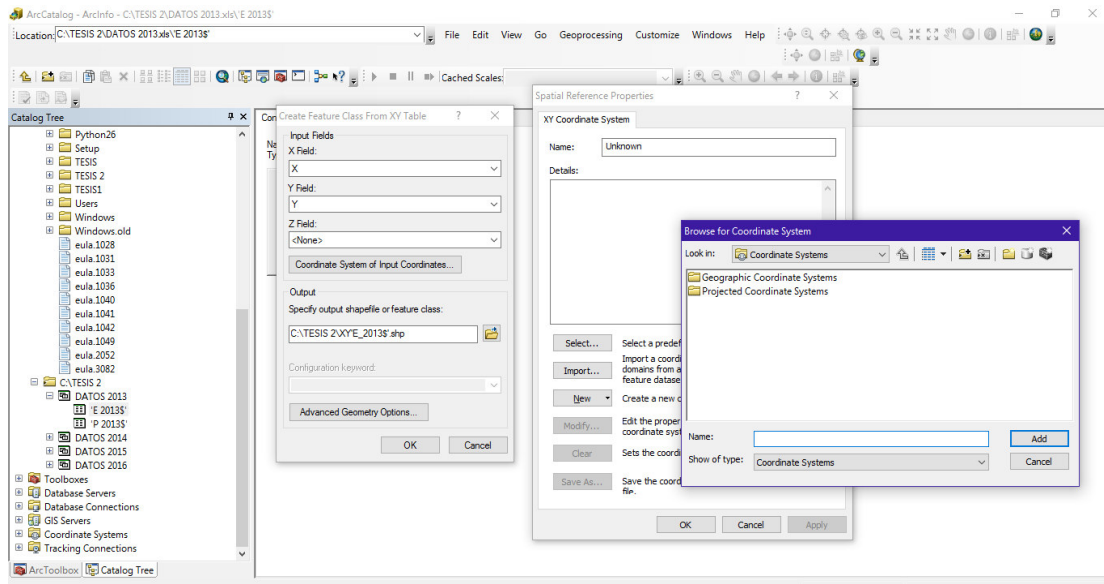


Figura 17. Selección del sistema de coordenadas a utilizar.

Fuente: Elaboración propia.

Cuando se finaliza el proceso de selección del sistema de coordenadas culmina el uso de ArcCatalog y mediante Launch ArcMap se abre el interfaz de ArcMap.

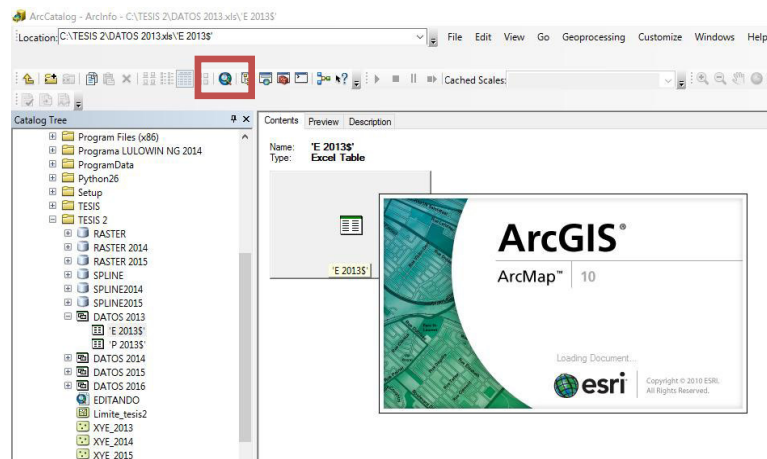


Figura 18. Se abre ArcMap.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se carga la imagen satelital de la zona de estudio. Para ello se debe seguir el siguiente procedimiento:

Se despliega el icono “Add Data” y se selecciona la opción “Add Map Base”, al abrir la ventana asociada a dicha opción se selecciona el mapa “Imagire” y ”Add”, como se refleja en las a continuación:

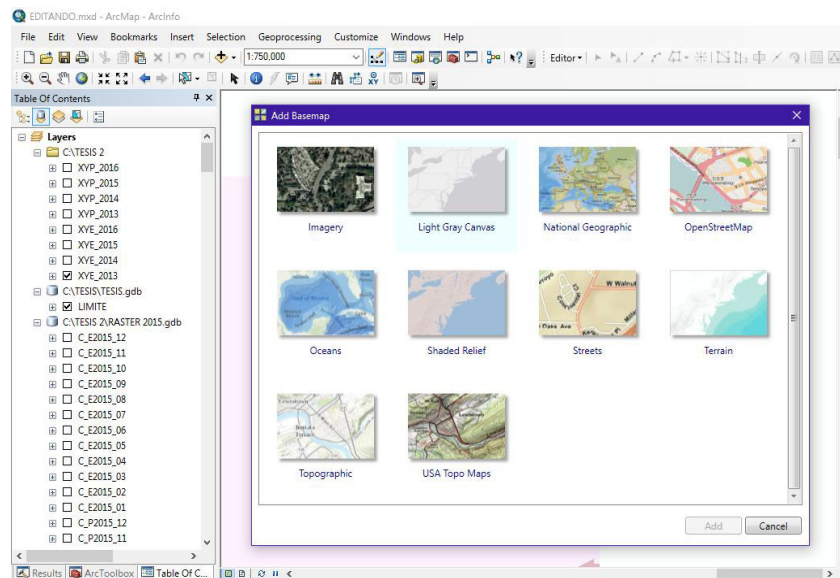


Figura 19. Agregar Mapa Base.

Fuente: Elaboración propia

Se hace zoom en la imagen hasta llegar a la zona de interés para el estudio hidrometeorológico.



Figura 20. Visor de mapa base.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se importan puntos de estudio creados en ArcMap desplegando nuevamente el ícono “Add Data” y ubicando la carpeta creada dentro de la ruta correspondiente. Esto se realizará por cada año y cada variable de estudio.

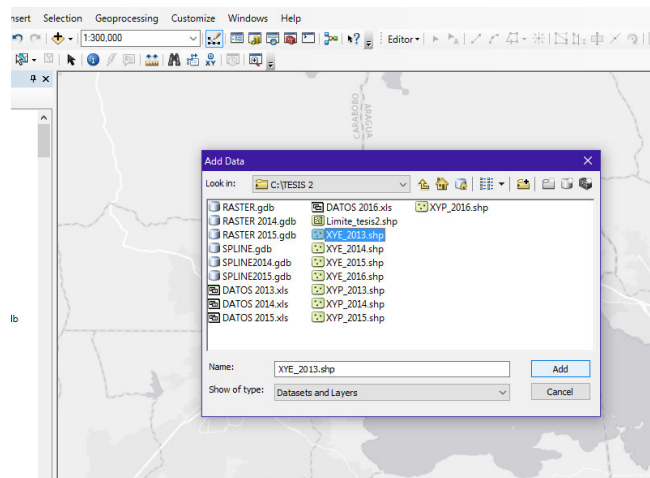


Figura 21. Importación de los puntos de estudio.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se delimita la zona de estudio, en este caso el municipio Guacara, ubicando en la parte derecha de la ventana el menú “Catalog”. Se presiona click derecho sobre “Home-Nombreproyecto”, se selecciona “New” y luego se presiona “Shapefile”.

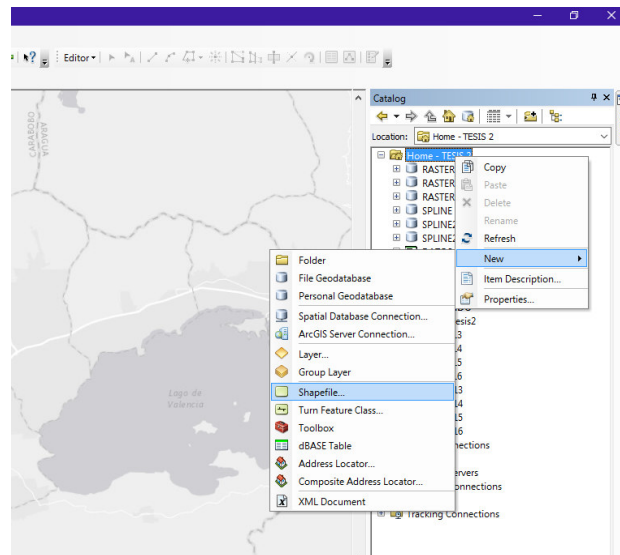


Figura 22. Crear límite de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia

El tipo de entidad se seleccionara como polilínea y deberá asignarse a éste también el sistema de coordenadas de referencia.

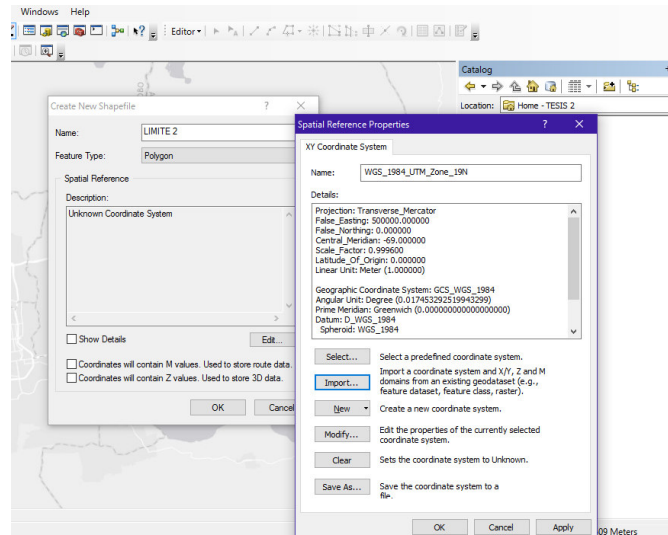


Figura 23. Asignación de sistema de coordenadas de referencia.

A partir de este punto se ha creado la capa para dibujar el límite de la zona, pero es conveniente personalizar la línea del polígono para lograr que dibuje un contorno y no una figura sólida. Para ello se hace doble clic en el cuadro de color que se encuentra de la capa límite creada y se modifican las propiedades en la ventana desplegada a continuación.

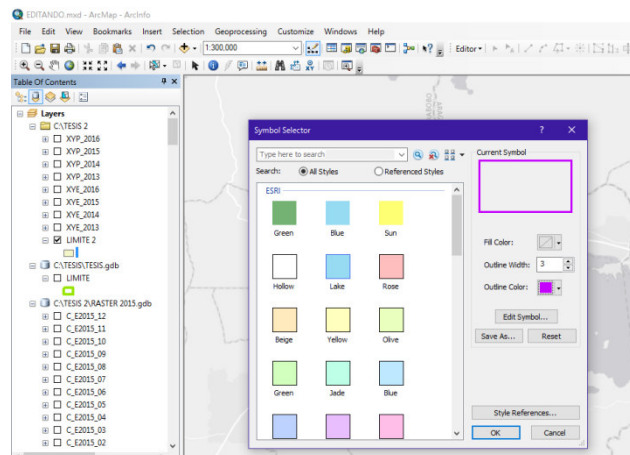


Figura 24. Cambio en las propiedades del polígono a utilizar como límite.

Fuente: Elaboración propia

Se debe habilitar la opción de edición para poder dibujar el polígono sobre el mapa.

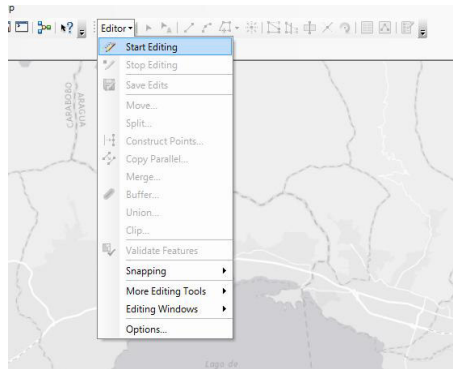


Figura 25. Start Editing.

Fuente: Elaboración propia

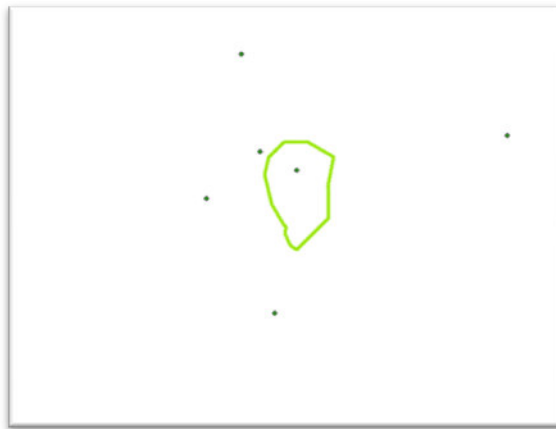


Figura 26. Visualización del contorno de zona de estudio y las estaciones seleccionadas para el balance.

Fuente: Elaboración propia

Ahora es necesario utilizar la herramienta Spline para realizar la interpolación de las variables precipitación y evaporación entre las estaciones de estudio. Se deben seguir los pasos mencionados aquí: Ir a ArcToolBox >> Seleccionar la variable y el año >> Seleccionar el mes >> Guardar. Se puede crear una carpeta especial para guardar los Spline a través de “NewFile Geodatabase”

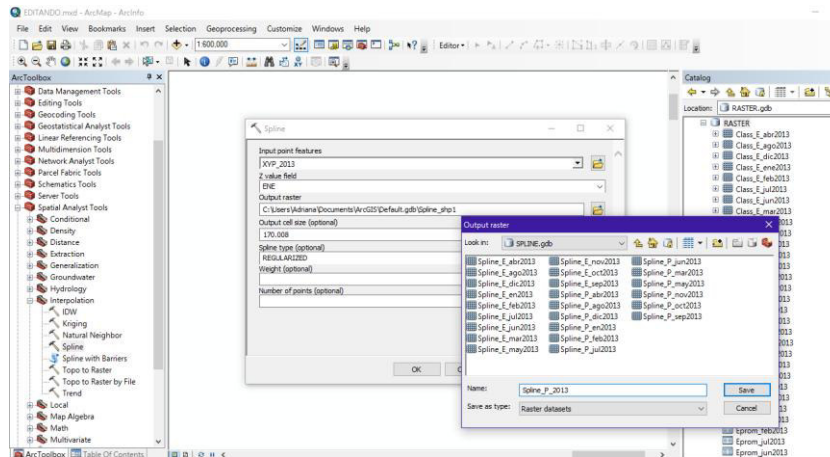


Figura 27. Creando el Spline.



Figura 28. Generación de Spline.

Fuente: Elaboración propia

Como solo se desea la información dentro del contorno creado para la zona del municipio Guacara, se le pedirá al programa extraer la información concentrada dentro de dicho límite. Para ello se debe ir nuevamente al ArcToolBox >> Extrac by mask. En la ventana que se muestra continuación se debe seleccionar el Spline creado con anterioridad y el límite respectivo de estudio.

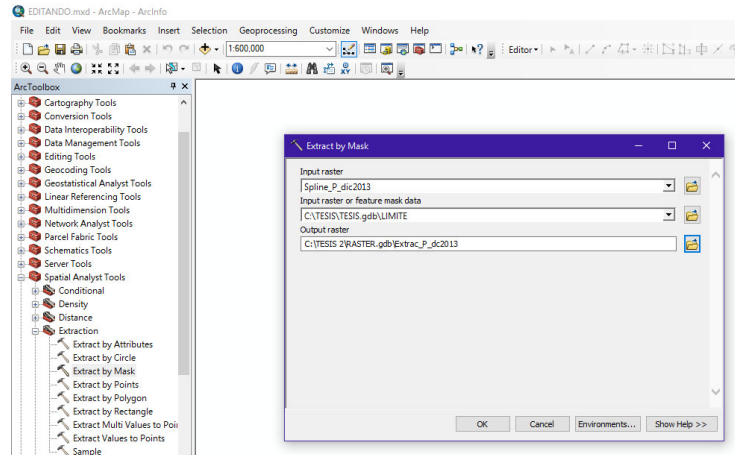


Figura 29. Ubicación de Spline y límite para el Extracto por máscara.
Fuente: Elaboración propia



Figura 30. Extracto por máscara.
Fuente: Elaboración propia

Una vez extraída la data de interés para la región definida por el polígono se procede a clasificarla para generar los intervalos de estudio de la variable que en todo el proceso hasta este punto haya sido seleccionado.

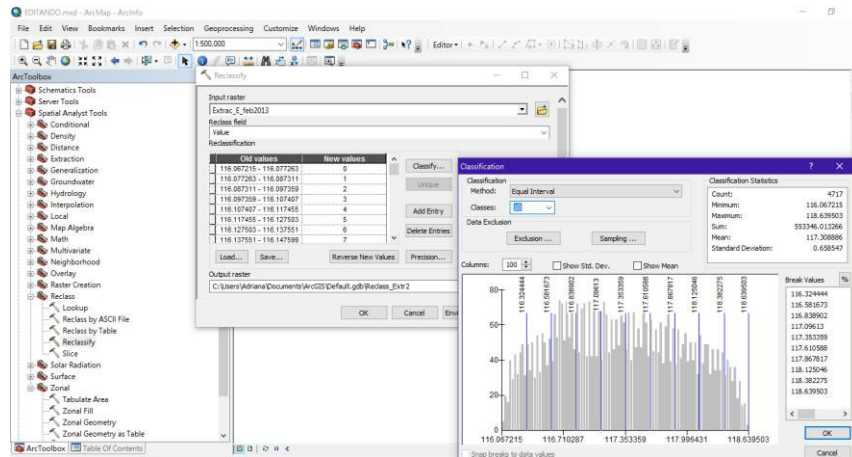


Figura 31. Clasificación por intervalos de la variable meteorológica de estudio.
Fuente: Elaboración propia

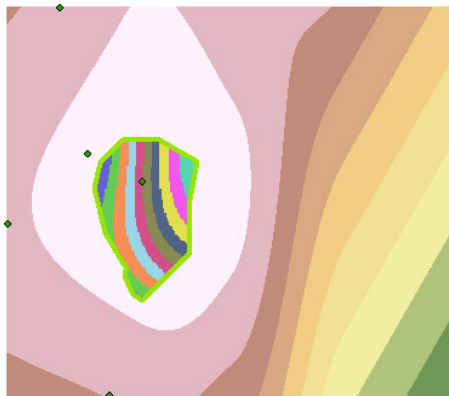


Figura 32. Clasificación por intervalos de la variable de estudio.
Fuente: Elaboración propia

Finalmente pueden generarse las tablas con la variable estudiada en el año seleccionado al comienzo. Esta tabla muestra los valores promedios de dicha variable para la región de estudio. Es decir que si inicialmente se decidió procesar la precipitación del año 2013 entre las estaciones proyectadas al inicio, con la ayuda del

contorno límite se ha generado, para el municipio Guacara, un promedio de precipitación obtenido por interpolación de todas las estaciones estudiadas.

Para generar la tabla se debe ir a ArcToolBox >> Spatial Analyst Tools >> Zonal >> Zonal Statistics as Table. Bastará con indicar en la tabla mostrada a continuación cuál es la Clasificación y el Extrac by mask creados con anterioridad, además de asignar la ruta de guardado.

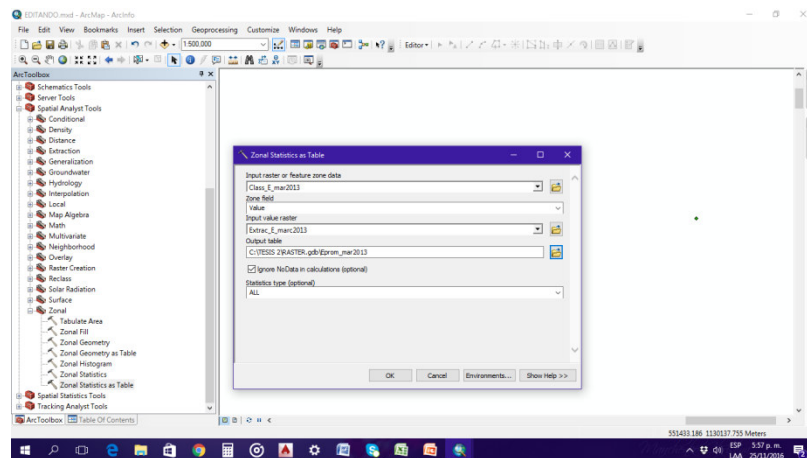


Figura 33. Selección de archivos para generar los valores interpolados de la variable de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar el producto final requerido por ArcGis, se ubica la tabla creada en el paso anterior y con click derecho sobre dicho archivo se selecciona “Open”.

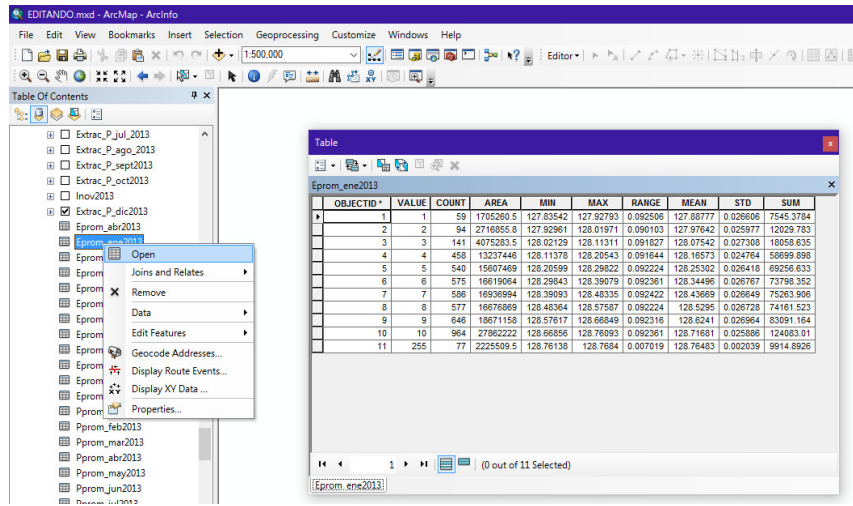


Figura 34. Tabla de datos interpolados de la variable en estudio.
Fuente: Elaboración propia

A continuación se deben procesar los valores obtenidos en dichas tablas estadísticas para obtener un único valor ponderado de la variable en estudio correspondiente a un mes y año específico dentro del municipio Guacara. Dicha ponderación se realizará de la siguiente forma:

$$Evap.Med\acute{a} = \frac{\sum_{i=1}^n (Mean_i \times Count_i)}{\sum Count_i} \quad (5)$$

Donde:

$$Evap.Med\acute{a}: [mm]$$

$Mean_i$: Valor promedio de la variable precipitación o evaporación (según sea el caso) en la fila “i”. Se tendrán tantos valores medios como clasificación indicada con anterioridad.

$Count_i$: Contador.

Para obtener la precipitación media mensual debe seguirse el mismo procedimiento descrito hasta ahora siendo necesario realizarlo por cada mes del año y por cada año de estudio. De esa forma se obtendrá la precipitación media y la evapotranspiración media mensual durante los años 2013, 2014 y 2015 que fueron los establecidos en la presente investigación para realizar el balance hídrico el municipio Guacara y de esa forma poder describir las variables hidrometeorológicas del sector Brisas del Mayei que se encuentra del límite estudiado.

El balance hídrico en la cuenca vendrá dado por:

$$B.H = P - ET \quad (6)$$

Donde:

$B.H$: Balance hídrico $[mm]$

P : Precipitación $[mm]$

ET : Evapotranspiración $[mm]$

Para expresar el balance en caudal producido en la cuenca estudiada se requiere el área de la misma. Para obtener el área del contorno estudiado se ubica en ArcGis la capa del contorno límite creado para el municipio Guacara y con un clic derecho sobre dicha capa se selecciona “Open Attribute Table”. El área podrá observarse en la celda “SHAPE_Area”.

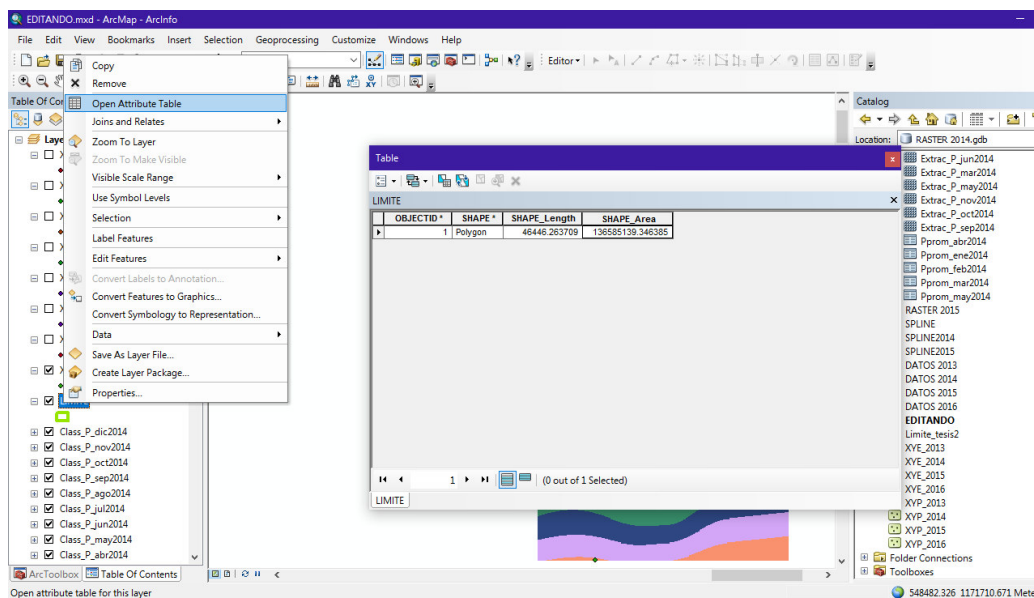


Figura 35. Obtención del área de la cuenca

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizan las transformaciones de unidades para expresar el volumen obtenido por el balance hídrico en m^3/s .

3.4.3.3 Variables topográficas del Sector Brisas del Mayei.

La topografía del sector y la georreferenciación de los componentes del sistema de abastecimiento: pozo profundo, dique toma, línea de aducción desde el pozo hacia el tanque, línea de aducción desde el dique hacia tanque, válvulas compuertas, bocallaves, y red de acueducto, se determinaron tras el recorrido del sector Brisas del Mayei utilizando un odómetro para obtener las distancias y un GPS marca GARMIN, modelo Etrex 20 de 12 canales y margen de error de $\pm 3\text{m}$.



Figura 36. Toma de coordenadas mediante GPS. Al fondo se observa el tanque australiano.

Fuente: Imagen Propia.



Figura 37. Georreferenciación del sistema de abastecimiento mediante GPS.
Elaboración propia

Este GPS mostró las coordenadas Este, Norte y Elevación de cada punto los cuales se proyectaron en Autocad para el trazado de la red a escala y luego fue superpuesto en una imagen satelital del sector obtenida desde Google Earth para obtener una mejor referencia de la ubicación de cada componente.

Adicionalmente, la información de cada punto de coordenadas y elevaciones conocidas fue utilizada para la elaboración del perfil longitudinal de cada ramificación de la red de acueducto incluyendo las líneas de aducción que parten de las fuentes naturales hacia el estanque de almacenamiento.

Los perfiles longitudinales se podrán observar en los anexos de esta investigación sin embargo se definirán desde este punto el nombre de cada nodo de la red para poder definir el nombre que tendrán los ramales y en base a estos asignar el nombre de cada perfil longitudinal.

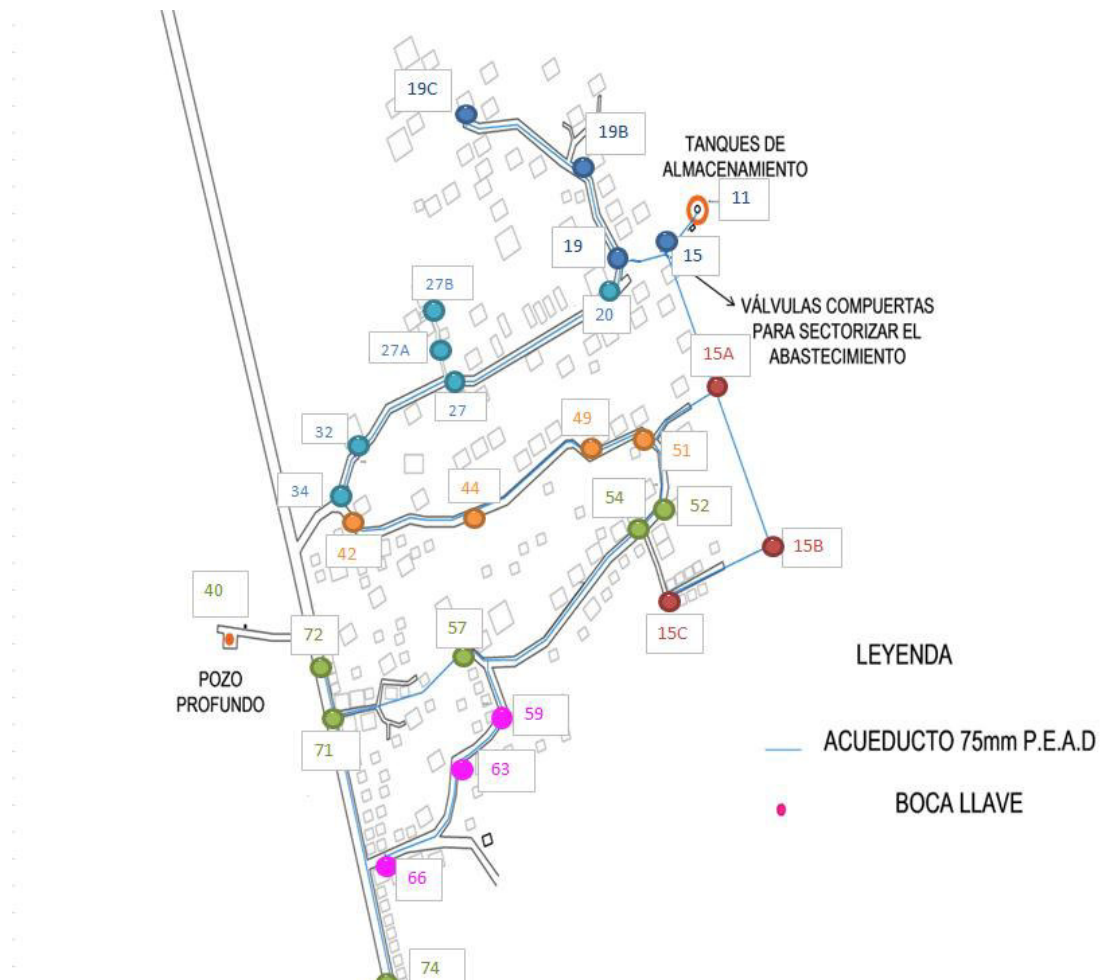


Figura 38. Croquis del Sector Brisas del Mayei y definición de los nodos de la red de acueductos.

Fuente: Elaboración propia.

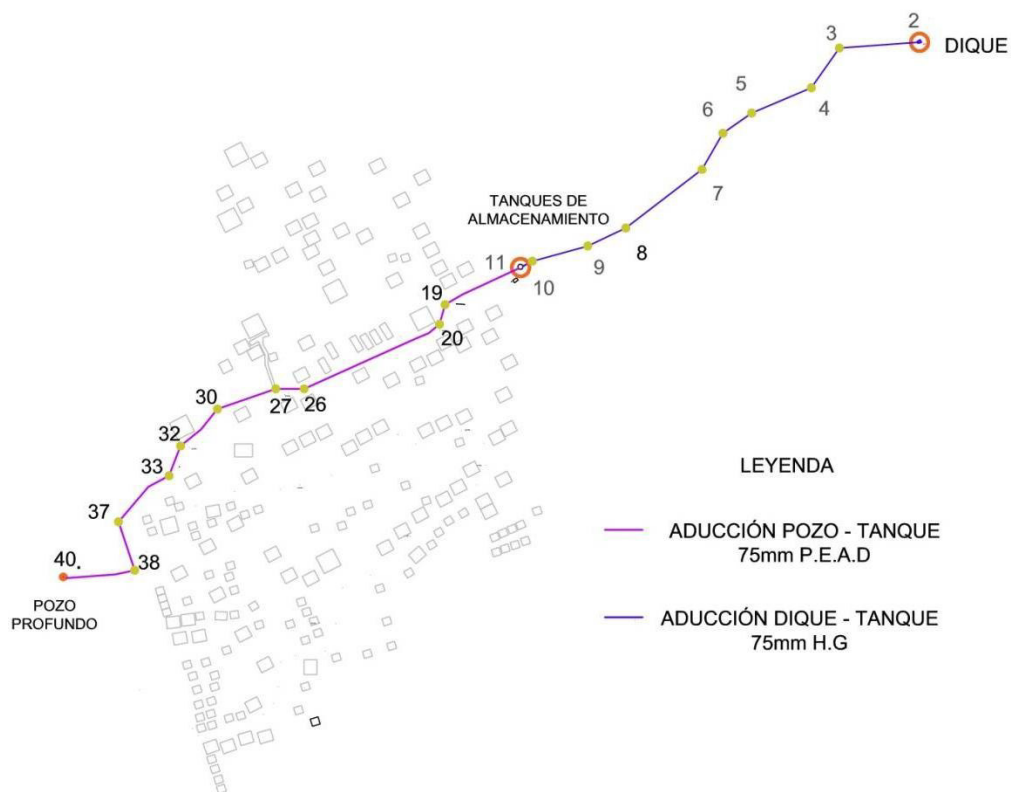


Figura 39. Definición de los nodos de las líneas de aducción.

Fuente: Elaboración propia

En función a la numeración de los nodos de la red se construyeron los perfiles longitudinales de la misma, siendo los ramales mencionados a continuación los comprendidos por los puntos representativos del sistema (fuentes, derivaciones, cambios de dirección, y ramales ciegos).

Tabla 6. Nombre y numeración de los perfiles longitudinales del sistema de abastecimiento.

Perfil N°	Ramal	Descripción
1	11 – 19 C	Red de Acueducto
2	11 – 15 C	Red de Acueducto
3	2 – 8	Aducción Dique – Tanque
4	8 - 11	Continuación Dique - Tanque
5	19 – 27 B	Red de Acueducto
6	31- 24	Aducción Pozo Profundo - Tanque
7	27 -34	Red de Acueducto
8	15 - 42	Red de Acueducto
9	40 – 31	Aducción Pozo Profundo - Tanque
10	51 - 57	Red de Acueducto
11	57 - 66	Red de Acueducto
12	57 - 72	Red de Acueducto
13	71 -74	Red de Acueducto
14	24 - 11	Aducción Pozo Profundo - Tanque

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.4 Proyección de escenarios presentes y futuros para la estimación de la demanda de agua en el sector Brisas del Mayei.

3.4.3.4.1 Caudal proporcionado por las fuentes de abastecimiento.

Para estimar el caudal aportado por las fuentes naturales del sector, pozo y dique, se realizaron aforos durante el período de sequía y lluvia, entre los meses Marzo y Octubre para estimar el gasto ofertado por fichas fuentes de suministro.

La estimación del caudal proveniente de las fuentes de abastecimiento que surten a la comunidad Brisas del Mayei, Vigirima, se realizó mediante la obtención de valores de tiempo, distancias, volumen y áreas requeridos puesto que la estimación de caudal no se hizo de forma indirecta.

Para aforar el dique se ubicó una sección uniforme del cauce de la quebrada. En ella, se definió una longitud y tres secciones transversales con la finalidad de obtener el área promedio y el tiempo requerido por una partícula pequeña para trasladarse desde el punto de inicio al punto final del tramo establecido. Para este caso, se requirieron de ocho medidas del tiempo de viaje de la partícula por la irregularidad presentada en su desplazamiento.



Figura 40. Toma de medidas en tramo uniforme para el aforo del dique:
distancias, secciones transversales y tiempo de viaje desde un punto de inicio a otro.

Tabla 7. Datos medidos en el dique para la estimación del caudal aportado en el mes de Marzo.

Fecha	Sección de aforo.				Velocidad		
	B (m)	b (m)	h (m)	Área (m2)	L (m)	t (s)	V (m/s)
31/3/2016	0.3	0.1	0.07	0.01	1	8.67	0.12
	0.34	0.17	0.055	0.01	1	7.97	0.13
	0.5	0.28	0.08	0.03	1	8.28	0.12
	A prom			0.02	1	8.24	0.12
					1	7.86	0.13
					1	8.3	0.12
					1	7.68	0.13
					1	7.99	0.13
						V prom	0.12

Tabla 8. Datos medidos en el dique para la estimación del caudal aportado en el mes de Septiembre.

Fecha	Sección de aforo.				Velocidad		
	B (m)	b (m)	h (m)	Área (m2)	L (m)	t (s)	V (m/s)
28/9/2016	0.95	0.46	0.13	0.09	1.34	15.13	0.09
	0.97	0.62	0.125	0.10	1.34	19.13	0.07
	0.89	0.68	0.13	0.10	1.34	17.48	0.08
	A prom			0.10	1.34	15.4	0.09
					1.34	14.13	0.09
					1.34	19.09	0.07
					1.34	18.26	0.07
					1.34	16.25	0.08
					V prom		0.08

3.4.3.4.2 Caudal aportado por el dique

Para estimar el caudal aportado por el dique se hizo uso de la ecuación de continuidad expresada a continuación.

$$Q_{dique} = V \times A \quad [m^3/s] \quad (7)$$

Donde:

Q = Caudal aforado en la fuente. [m³/s]

V = Velocidad del flujo de agua. [m/s]

A = Área de la sección transversal del cauce. [m²]

$$A = \frac{(B + b)}{2} x h \quad [m^2] \quad (8)$$

Donde:

B: base mayor del la sección trapezoidal del cauce. [m]

b: Base menor de la sección trapezoidal del cauce. [m]

h: altura de la sección trapezoidal del cauce. [m]

$$V = \frac{d}{t} \quad (9)$$

Donde:

d: distancia recorrida por la partícula en el tramo definido. [m]

t: tiempo de viaje de la partícula en el tramo definido de la
sección uniforme del cauce. [s]

Como ejemplo de cálculo se estimará el caudal aportado por el dique en el mes de septiembre del 2016. Para ello se estima la velocidad y el área correspondiente al aforo en sitio.

$$A_{prom} = \frac{(B+b)}{2} x h = 0.02 \, m^2$$

$$V = \frac{d}{t} = 0.12 \, m/s$$

$$Q_{dique} = V x A = 0.02 * 0.12 = 0.0024 \, m^3/s$$

3.4.3.4.3 Caudal aportado por el pozo

El caudal aportado por el pozo fue estimado también de forma indirecta con la relación:

$$Q_{\text{pozo}} = V/t \quad (10)$$

Donde:

Q_{pozo} = Caudal proveniente del pozo profundo. $[m^3/s]$

V = Volumen conocido de envase. $V = 18$ litros. $[m^3]$

t = Tiempo requerido para llenar el envase de volumen conocido $[s]$

El caudal del pozo profundo fue estimado al abrir la válvula de descarga del manifold donde se tomó el tiempo requerido para llenar un tobo de 18 litros. Para tener un valor más preciso, este aforo se realizó tres veces en cada mes evaluado. Dichos meses fueron Febrero y Junio como representación de la época de sequía y el mes de Octubre como representación de la época de lluvia

.

3.4.3.4.4 Estimación de la demanda de agua actual y en los próximos treinta (30) años del sector

Para la estimación de la demanda actual y la proyección de la demanda a futuro se debe partir de la cantidad de habitantes que conforman actualmente al sector y realizar una proyección del mismo. Existen varios métodos para la estimación a futuro de una población, sin embargo para esta investigación se empleará el método aritmético el cual consiste en agregar a la población del último censo un número fijo de habitantes por año.

Una vez definida la población y la cantidad de viviendas en cada caso, se procede al cálculo del gasto medio y el gasto de diseño por demanda máxima horaria en base a las dotaciones establecidas en la gaceta 4044.

Demanda actual

Para calcular la demanda actual de la población es necesario aclarar ciertos aspectos que también deben ser considerados para el cálculo de las dotaciones:

- La zona de estudio es una zona rural que no posee ningún hidrante, por lo que no se evaluará el diseño por demanda de incendio, sino que se determinará el gasto de diseño mediante la demanda máxima horaria.
- La red del sector es una red abierta y el abastecimiento del mismo está sectorizado. Para los cálculos de demanda actual se definen dos ramales principales como Sector A y Sector B.
- La dotación fue seleccionada en función de un área de parcela asumida dado que no se cuenta con una zonificación definida dentro del sector. Las áreas asumidas para cada vivienda proviene de una medida aproximada obtenida al medir sobre la imagen satelital del sector, las dimensiones de las parcelas de tamaño predominante.

La dotación media requerida por la población de Brisas del Mayei estimó en función del censo registrado en el año 2016 y asumiendo un área de 300 m² para cada vivienda, dado que la zona de estudio es un asentamiento rural donde las dimensiones de cada parcela son variables por el poco control urbanístico. Adicionalmente se establece que el tipo de vivienda es unifamiliar y que la hipótesis del gasto de diseño para este estudio es el caudal requerido por variación máxima horaria.

Tabla 9. Dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares.

Área total de la parcela o del lote en metros cuadrados		Dotación de agua correspondiente en litros por día
Hasta	200	1500
201	300	1700

Fuente: Gaceta 4044. Normas para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones

Caudal medio, Q_m .

$$Q_m = \#viviendas \times \text{Dotación por gaceta.} \quad [\text{lps}] \quad (11)$$

$$Q_m = 330 \times 1700 = 561000 \text{ lpd} = 6.49 \text{ lps}$$

Caudal de diseño por demanda máxima horaria, $Q_{max \text{ h.}}$

$$Q_{max \text{ h.}} = 2.5 \times Q_m \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (12)$$

$$Q_{max \text{ h.}} = 2.5 \times 561000 = 1402500 \text{ lpd} = 16.23 \text{ lps}$$

Donde:

$Q_{max\ h}$: Gasto máximo horario de diseño requerido $[m^3/s]$

por la población.

Q_m : Gasto medio diario anual. $[m^3/s]$

Demanda Futura

La demanda de consumo en un futuro dependerá directamente del incremento de la población. Por supuesto, los métodos que se utilizan para la proyección de una población deben tener en cuenta factores importantes como la natalidad, mortalidad, desarrollo industrial, comercial o agrícola. En esta investigación la información disponible se basa únicamente en los dos últimos censos correspondientes a los años 2015 y 2016 donde se tienen registros del número de viviendas y número de habitantes del Sector Brisas del Mayei.

Tabla 10. Censo de los últimos años del sector Brisas del Mayei.

Año	N° de familias	N° de habitantes
2015	210	450
2016	330	710

Fuente: Instituto Autónomo Municipal del Agua Guacara. Sectores por Circunscripciones, según Cantidad de Viviendas y Personas.

Con esta información se proyectará la población en 30 años desde la fecha actual para estimar la demanda de agua para consumo en el año 2046.

$$P_{futura} = P_{actual} + \#años \frac{\Delta P_{censos}}{\Delta años\ censo} \quad (13)$$

Donde:

P_{futura}: Proyección a futuro de la población. [habitantes]

P_{actual}: Población registrada en el último censo. [habitantes]

#años: Número de años a proyectar. [años]

ΔP_{censos}: Variación de la población en los dos últimos censos. [habitantes]

Δaños censo: Años transcurridos entre los dos últimos censos: [años]

En base a los censos registrados para el sector, se realiza la proyección de la población mediante el método aritmético:

$$P_{futura} = 710 + 30x \frac{710 - 450}{2016 - 2015} = 8510 \text{ habitantes}$$

Dado que un factor limitante para el incremento de la población es el espacio geográfico disponible, se ha tomado en consideración determinar un área aproximada para el desarrollo de la misma partiendo del área total del sector, el área ocupada actualmente por las 330 viviendas y asumiendo un 20% de construcción de vialidad a futuro. De esta forma se tendrá un área disponible para el asentamiento de una población futura que pudiese estar limitada a construir en parcelas de 200 m² y considerándose como viviendas unifamiliares. Con estas consideraciones, la cantidad de viviendas obtenidas se reduce a 1100 viviendas.

$$\text{Área total del sector} = 680m \times 550m = 374.000 m^2$$

$$\text{Área ocupada actualmente} = 330casas \times 300m^2 = 99.000 m^2$$

$$\text{Área disponible} = 374.000 m^2 - 99.000 m^2 = 275.000 m^2$$

$$\% \text{Área vialidad} = 0.20 \times 275.000 m^2 = 55.000 m^2$$

$$\text{Área para viviendas} = 275.000 m^2 - 55.000 m^2 = 220.000 m^2$$

$$\text{Cantidad de viviendas} = \frac{220.000 m^2}{200 m^2} = 1.100 \text{ viviendas}$$

Para determinar el gasto de diseño a futuro manteniendo la misma hipótesis de diseño por demanda máxima horaria, se aplican las ecuaciones (11) y (12) sustituyendo la cantidad de viviendas obtenidas tras las consideraciones anteriores.

Tabla 11. Población actual y población futura del sector Brisas del Mayei.

		POBLACIÓN	
ESCENARIO	AÑO	FAMILIAS	HABITANTES
ACTUAL	2016	330	710
FUTURO	2045	1100	5500

Fuente: Cálculos propios.

Tabla 12. Gasto medio de la población del sector Brisas del Mayei.

ESCENARIO	AÑO	PARCELAS	ÁREA (m ²) <	DOTACIÓN (lpd)	Qm	
					Qm (lpd)	Qm (lps)
ACTUAL	2016	330	300	1700	561000	6.49
FUTURO	2045	1100	200	1500	1650000	19.10

Fuente: Cálculos propios.

3.4.3.5 Determinación de las características hidráulicas requeridas por el sistema de abastecimiento del sector.

No basta con evaluar la oferta de las fuentes de abastecimiento y la demanda del consumo de agua potable del sector. También es necesario chequear:

- Las dimensiones de las tuberías de la red
- Las presiones en el sistema permiten el abastecimiento a toda las casas
- Chequear potencia de la bomba
- Estimar el volumen de almacenamiento del tanque en función a la norma
- Evaluar el diámetro de la línea de aducción de entre ambas fuentes de abastecimiento y el tanque.

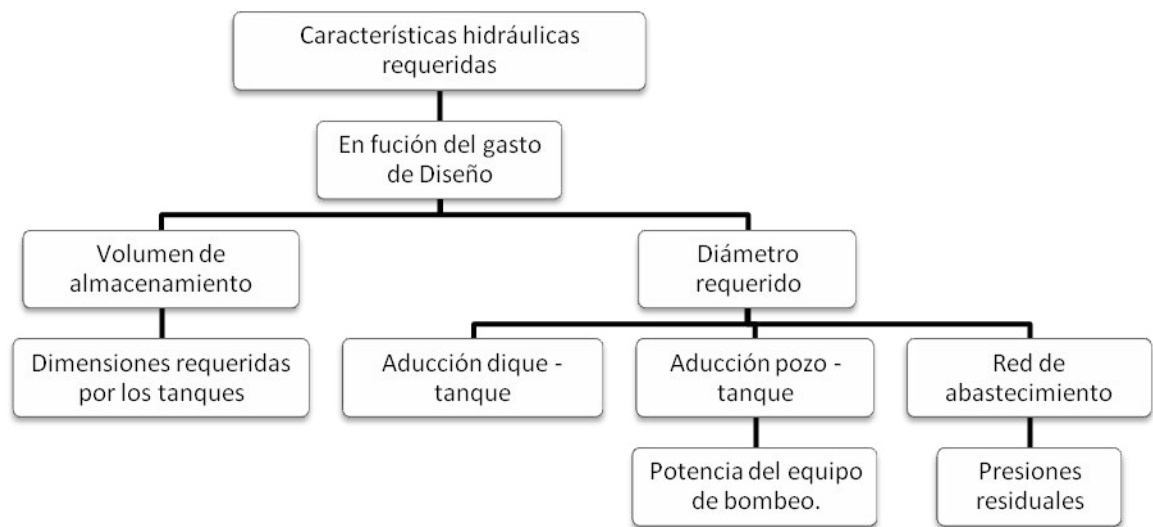


Figura 41. Aspectos a evaluar en el sistema para determinar las características hidráulicas requeridas.

Ya se tiene conocimiento del comportamiento actual del sistema, recordando que se trata de una red de acueductos abierta que es sectorizada para el abastecimiento del Sector A durante un día y del Sector B al día siguiente, se establecerá para el siguiente análisis que toda la red de abastecimiento operará completamente abierta por ser la situación más crítica del diseño. A partir de esta hipótesis se evaluarán las pérdidas en la red de distribución mediante la ecuación de Hanzem-Williams y se determinaran las presiones residuales en los nodos de los ramales definidos en la **Tabla 4** correspondientes a la red de acueductos.

3.4.3.5.1 Pérdidas por fricción “J”, carga estática y presiones residuales en el sistema.

Las pérdidas generadas por fricción en la tubería de aducción se determinaron mediante la ecuación de Hanzel-Williams, expresada a continuación:

$$J = \frac{10.67 * 1.05 * L}{D^{4.87}} x \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \quad (14)$$

Donde:

J = Pérdida de carga ó energía en el tramo [m]

evaluado.

L = Longitud del tramo evaluado de la tubería. [m]

D = Diámetro interno de la tubería [m]

Q = Caudal circulante en el tramo evaluado. [m³/s]

C = Coeficiente de rugosidad Hanzen – Williams.

El coeficiente de rugosidad se seleccionó de acuerdo al material establecido en sitio para la red de acueductos o aducción, siendo de interés los representados a continuación:

Tabla 13. Coeficientes de rugosidad Hanzen – Williams para algunos materiales.

MATERIAL	C
PEAD	140
Acero	130
Hierro Fundido, más de 30 años de edad.	90

Recuperado de:

<http://www.miliarium.com/Prontuario/MedioAmbiente/Aguas/PerdidaCarga.asp>

Para el diseño de la red se siguen los siguientes pasos extraídos del libro de Acueductos, Cloacas y Drenajes de Palacios, A. (2011, p.62):

- Con base a la ubicación y dotación media de cada parcela, se procede a calcular la demanda media que abastece directamente cada tramo de la red y se entiende por tramo, al ramal comprendido entre dos nodos consecutivos y por nodo todo punto donde se interceptan varios tramos de tubería.
- Todo tramo está comprendido entre dos nodos, a menos que sea un ramal ciego, en cuyo caso está limitado por un solo nodo. Se concentran los consumos medios de los tramos en los nodos que lo definen; la mitad en cada nodo y en el caso de ramales ciegos, la totalidad de su consumo medio, en el nodo donde se inicia.
- Se realiza la sumatoria en cada nodo de los gastos acumulados en ellos y se tiene entonces el gasto medio concentrado en cada nodo y la red de distribución con los gastos medios concentrados en los nodos, debe ser evaluada para aquellas condiciones que establecen las normas y todas aquellas adicionales que considere necesarias el proyectista.
- A los tramos se les determina su longitud real y esta se incrementa en un 10 % aproximadamente, para considerar el efecto de las pérdidas de carga causadas por las piezas de conexión, a las que se les denomina pérdidas menores. La malla estará resuelta y su funcionamiento por consiguiente corresponderá con la realidad cuando se cumplan la condición siguiente:
- En todos los nodos se debe cumplir la ecuación de la continuidad “Caudal Afluente igual a Caudal Efluente”.

3.4.3.6 Estudio de la línea de aducción entre el dique y el tanque y la línea de aducción entre el pozo y el tanque.

3.4.3.6.1 Porcentaje de aporte del gasto de diseño por cada una de las fuentes.

Para el obtener el diámetro requerido las líneas de aducción es necesario partir del gasto de diseño de las mismas. Dado que la población requerirá de un gasto medio de diseño independientemente de la fuente de abastecimiento, es necesario definir qué porcentaje de dicho caudal será obtenido del dique y qué porcentaje se obtendrá del pozo profundo.

Al obtener los caudales aportados por las fuentes durante la época de sequía y la época de lluvia se pudo tener una idea del porcentaje de aporte de cada una de ellas. Sin embargo, por ser el período lluvioso el que genera mayor gasto, fue éste el considerado para la asignación de dichos porcentajes.

$$\%aporte\ Pozo = \frac{Q_{pozo\ época\ lluvia}}{Q_{total\ afluyente\ lluvia}} \times 100 \quad (15)$$

Donde:

%aporte Pozo: Porcentaje de caudal aportado por el pozo.

Q_{pozo época lluvia}: Caudal aportado por el pozo en época de lluvia

Q_{total afluyente lluvia}: Caudal aportado por ambas fuentes en la época de lluvia.

$$\%aporte\ Dique = Q_{total\ afluyente\ lluvia} - \%aporte\ Pozo \quad (16)$$

3.4.3.6.2 Gasto de diseño y estimación de las pérdidas en la línea de aducción del sector Brisas del Mayei.

Conociendo el aporte proveniente de cada una de las fuentes se logra determinar el caudal de diseño para las líneas de aducción.

Para prever las dotaciones de los días de verano se utiliza un factor $K_1 = 1.25$ en la estimación del gasto de diseño de la aducción dique – tanque; y para la dotación del caudal de bombeo de diseño se evalúan las horas de funcionamiento del equipo. Actualmente el equipo de bombeo del sector Brisas del Mayei trabaja 16 horas al día por lo que el factor a considerar para el diseño será: $K = 24/16 = 1.5$.

Es necesario también definir la carga estática disponible entre el dique y el tanque de almacenamiento, $\Delta H'$, para limitar las pérdidas por fricción J en la aducción y mediante la ecuación de Hanzel-Williams despejar el diámetro de diseño.

El diámetro de diseño requerido por la aducción pozo – tanque se obtiene al despejar la ecuación de continuidad. Partiendo de éste y conjuntamente con la carga de succión sobre la bomba, H_b , se estima la potencia requerida por la bomba sumergible, P_b . El gasto de diseño de la línea de aducción que se extiende desde el dique hasta el tanque de almacenamiento, la cual trabaja por gravedad fue determinado mediante la ecuación:

$$Q_{\text{diseño}} = K_1 \times \% \text{aporteDique} \times Q_m \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (17)$$

Donde:

Q_{aduc} : Caudal de diseño de la línea de aducción

$K_1 = 1.25$

Q_m : Dotación media de la población en estudio. $[\text{m}^3/\text{s}]$

La línea de aducción entre el pozo y el tanque trabaja por bombeo directo y la estimación del caudal de diseño viene dado por:

$$Qb = \frac{24}{N} \times Qm \times \%aporteDique \quad [m^3/s] \quad (18)$$

Donde:

Qb : Caudal bombeado [m³/s]

N : Horas de bombeo. [h]

Qm : Dotación media de la población en estudio. [m³/s]

Actualmente N equivale a 16 horas ya que el temporizador que controla la hora de encendido y apagado del equipo de bombeo está configurado para que trabaje desde la 1 am hasta las 5 pm.

3.4.3.6.3 Carga estática y carga de succión sobre la bomba

La carga estática existente entre cada fuente y el tanque se determinó con la ecuación:

$$\Delta H' = Nmin O.f - Nmax O.T. \quad (19)$$

Donde:

$\Delta H'$: Carga estática existente entre la fuente y el tanque [m]

$Nmin O.f$: Nivel mínimo de operación de la fuente [m]

$N_{m\acute{a}x\ O.T}$: Nivel máximo de operación del [m]
tanque.

3.4.3.6.4 Diámetro de diseño de las líneas de aducción.

Para determinar el diámetro requerido en la línea de aducción existente entre el dique y el tanque australiano, se asume que el valor de la pérdida J es igual al valor de la carga estática $\Delta H'$ entre el dique y el tanque y de esta forma se despeja el diámetro de la ecuación (14).

$$\phi = \left[\frac{10.67 \times 1.05 \times L}{\Delta H'} \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.85} \right]^{\frac{1}{4.87}} \quad (20)$$

Donde:

ϕ : Diámetro de diseño de la línea de aducción dique- [m]
tanque.

L : Longitud de toda línea de aducción. [m]

$\Delta H'$: Carga estática existente entre el dique y el tanque. [m]

Q : caudal de diseño de línea de aducción. [m³/s]

C : Coeficiente de rugosidad Hazen – Williams.

En cuanto al diámetro requerido por la línea de aducción pozo – tanque, éste se determinó mediante la ecuación de continuidad donde al despejar el área de la tubería, se despejó el diámetro de la misma:

$$\phi = \sqrt{\frac{4xQ}{Vx\pi}} \quad (21)$$

Donde:

ϕ [m]

Q : Caudal de bombeo desde el pozo al tanque. [m³/s]

V : Velocidad establecida por norma en el rango económico para la selección del diámetro de descarga. [m/s]

Tabla 14. Las velocidades a manejar para seleccionar el diámetro de diseño en un rango económico se representan a continuación:

Velocidad	Succión	Descarga.
V _{mín}	0.4572 m/s	1.0668 m/s
V _{mín}	1.0668 m/s	2.286 m/s

Fuente: Normas de acueducto, INOS.

Dado que el equipo de bombeo se encuentra sumergido no requiere hacer succión y trabaja directamente por descarga por lo que la velocidad a seleccionar dependerá de este aspecto. Para obtener el diámetro mínimo requerido se utilizó la velocidad máxima de descarga.

3.4.3.6.5 Potencia de la bomba.

La potencia requerida por la bomba para vencer la carga de succión sobre ella, se determinó mediante la ecuación:

$$Pb = \frac{Qb * \gamma * Hb}{76n} \quad [\text{Hp}] \quad (22)$$

Donde:

Pb : Potencia de la bomba. [Hp]

Qb : Caudal de bombeo. [m³/s]

γ : Peso específico del agua [kg/m³]

Hb : Carga de succión sobre la bomba. [m]

n : Eficiencia de la bomba del 60%, $n = 0.60$

La curva característica del sistema de bombeo se construyó en base a la ecuación del balance de energía del sistema entre el pozo profundo y el tanque en los cuales se partió de un estado inicial en reposo.

Ecuación de Balance de Energía:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 \pm HB = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \sum h_{(1-2)} \quad (23)$$

Tras la condición inicial de reposo se resume en

$$HB = (Z_2 - Z_1) - \frac{P_1}{\gamma} + \sum h_{(1-2)} \quad [\text{m}] \quad (24)$$

Donde:

HB : Energía generada por la bomba. [m]

$(Z_2 - Z_1)$: Carga estatica entre el tanque y el pozo [m]

P_1 : presión ejercida sobre el equipo de bombeo [kg/m²]

γ : peso específico del agua. = 1000 kg/m³ [kg/m³]

$\sum h_{(1-2)}$: Pérdidas en el sistema [m]

Pérdida por fricción

$$hf = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad [m] \quad (25)$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7(D/\varepsilon)} + \frac{5,74}{Nr^{0,9}} \right) \right]^2} \quad (26)$$

Nr: Numero de Reynolds

Pérdida por accesorios

$$hacc = K \frac{V^2}{2g} \quad [m] \quad (27)$$

Las ecuaciones 25 y 27 se utilizaron para estimar las pérdidas por fricción y accesorios en la línea de aducción dique – tanque. La presión P1 ejercida sobre el equipo de bombeo es producto del nivel estatico actual en el pozo. Dicho nivel no fue posible obtenerlo del pozo profundo de Brisas del Mayei ya que no se cuenta con tal registro, sin embargo se tomo un valor referencial del pozo La Compañía Norte ubicado a 2,5 km aproximadamente cuya información se encuentra en el Anexo J. El primer acuífero del pozo se encuentra desde los 51 metros hasta los 60 metros por debajo de la cota terreno y su profundidad total es de 120m. Con esto se genera una carga de 40 metros sobre la bomba considerando que el equipo de bombeo se halla 95

m de profundidad. En consecuencia la carga generada sobre éste es de 44 metros lo que equivale a 44000 kg/m^2 .

Tabla 15. Datos para la graficar la curva del sistema vs la curva del fabricante.

GPM	Re REYNOLDS	TIPO DE FLUJO	f	V (m/s)	Hb sistema (m)	HB fabricante (m)
0	0	LAMINAR	0.00	0		304.8
5	5926.97	TURB.	0.04	0.09	99.18	297.18
10	11853.94	TURB.	0.03	0.17	99.61	281.94
15	17780.90	TURB.	0.03	0.26	100.23	266.7
20	23707.87	TURB.	0.02	0.35	101.05	236.22
25	29634.84	TURB.	0.02	0.44	102.04	213.36
30	35561.81	TURB.	0.02	0.52	103.21	190.5
35	41488.77	TURB.	0.02	0.61	104.54	152.4
40	47415.74	TURB.	0.02	0.70	106.03	108.204
45	53342.71	TURB.O	0.02	0.79	107.68	53.34
50	59269.68	TURB.	0.02	0.87	109.49	-
55	65196.64	TURB.	0.02	0.96	111.45	-
60	71123.61	TURB.	0.02	1.05	113.56	-

Fuente: Elaboración propia.

La curva del fabricante corresponde al modelo UP 3534 de la bomba Unitra de 35 GPM.

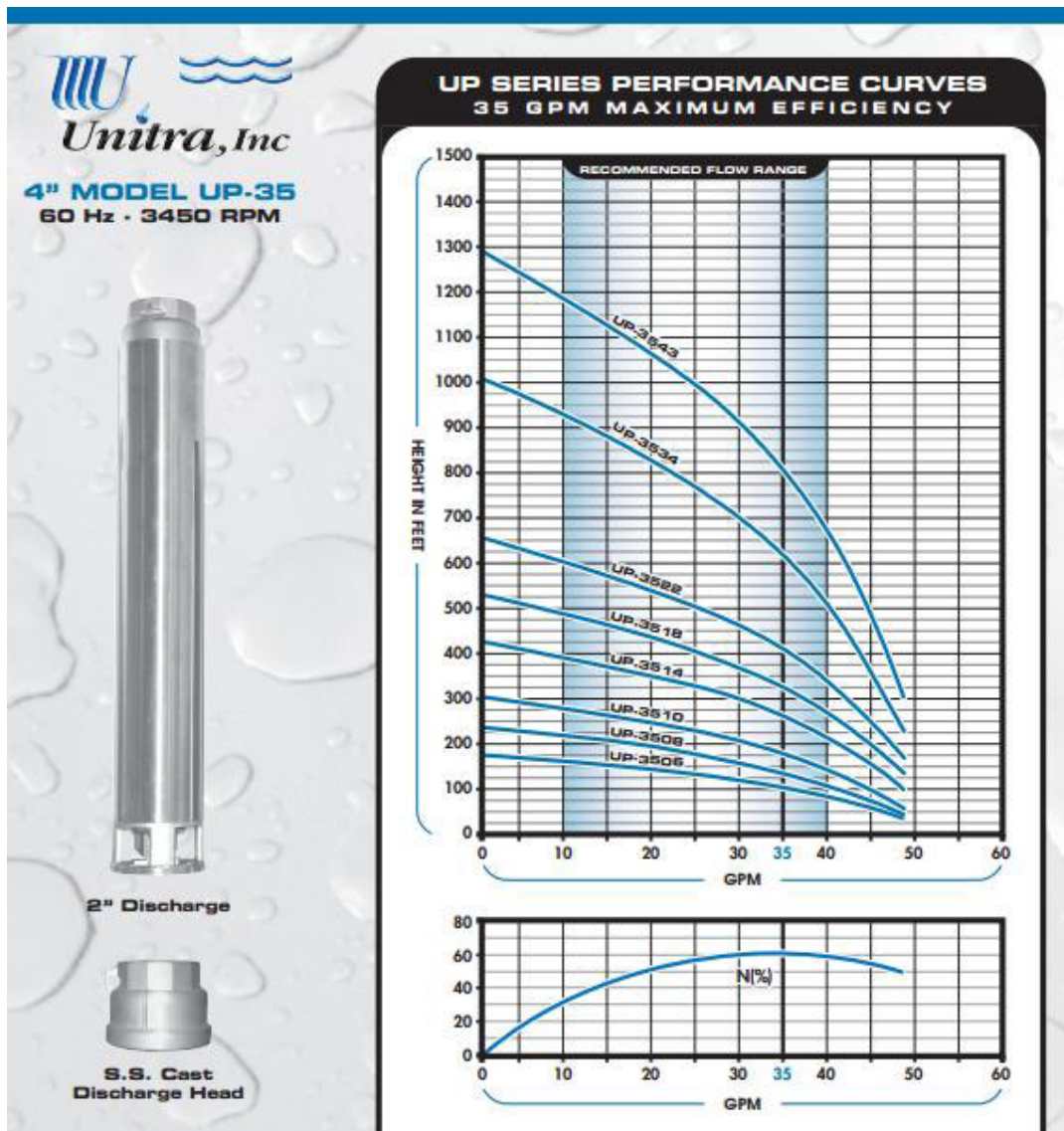


Figura 42. Curva del fabricante de la bomba Unitra UP3534.

La carga de succión (H_b) sobre la bomba, se determinó mediante la ecuación:

$$H_b = \Delta H'_{\text{pozo}} + J_{\text{aducción}} + J_{\text{accesorios}} \quad [\text{m}] \quad (28)$$

Donde:

H_b : Carga de succión sobre la bomba [m]

$\Delta H'$ *pozo*: Carga estática existente entre el tanque y el pozo profundo. [m]

$J_{aducción}$: Pérdidas por fricción en la aducción entre el pozo y el tanque. [m]

$J_{accesorios}$: Pérdida por accesorios. Asumido
 $J_{accesorios} = 3m$ [m]

3.4.3.7 Capacidad requerida por los tanques de almacenamiento.

El diseño de los tanques de almacenamiento considerará tres aspectos para determinar la capacidad requerida por los mismos.

- Un volumen por compensación de variaciones horarias
- Un volumen para garantizar el almacenamiento en caso de fallas
- Volumen total requerido de almacenamiento

Por la condición rural de la población y la ausencia de hidrantes dentro del sector no se ha considerado el volumen para suplir la demanda por incendio.

El espacio disponible en el sector, del lado donde se encuentran actualmente el tanque de concreto y el tanque australiano, es suficiente como para permitir un dimensionamiento caprichoso del mismo que permita almacenar el volumen total requerido. Para limitar las propuestas, sin entrar en detalle en los aspectos constructivos, se limitará la altura.

3.4.3.7.1 Capacidad de almacenamiento del tanque vs capacidad requerida.

Capacidad de almacenamiento aportado actualmente por los tanques de almacenamiento.

$$\text{Volumen de Tanque australiano} \quad V = \frac{\pi * \phi^2}{4} \times H \quad [\text{m}^3] \quad (29)$$

Donde:

ϕ : Diámetro del tanque australiano [m]

H : Altura del tanque de almacenamiento [m]

$$\text{Volumen de Tanque de concreto} \quad V = A \times L \times H' \quad [\text{m}^3] \quad (30)$$

Donde:

A :Ancho del tanque de concreto. [m]

L :Largo del tanque de concreto. [m]

H' : Altura del tanque de concreto. [m]

3.4.3.7.2 Capacidad de almacenamiento requerido.

De acuerdo al caudal medio consumido por el sector, Q_m , se establece por norma los volúmenes que deben ser considerados para el diseño del mismo. El tanque será diseñado para almacenar:

$$\text{Un volumen por compensación de} \quad V1 = 40\% \times Q_m \quad [\text{m}^3] \quad (31)$$

variaciones horarias

Un volumen para garantizar el almacenamiento en caso de fallas

$$V1 = 12hxQm \quad [m^3] \quad (32)$$

Volumen total requerido de almacenamiento

$$Vt = V1 + V2 \quad [m^3] \quad (33)$$

Por la condición rural de la población y la ausencia de hidrantes dentro del sector no se ha considerado el volumen para suplir la demanda por incendio.

Una vez evaluadas las condiciones del sistema de abastecimiento y tomando en consideración los criterios de diseño establecidos por la norma INOS, se procede a realizar los cálculos para el diseño hidráulico del sistema y en función de satisfacer la demanda actual del sector Brisas del Mayei, establecer las características requeridas por cada uno de los componentes del mismo.

3.4.3.8 Análisis físico, químico y bacteriológico de las fuentes de abastecimiento.

En el dique y en el pozo se tomaron dos muestras de agua por cada fuente (4 muestras en total) con la finalidad de determinar la calidad del agua que es suministrada a la población del sector Brisas del Mayei. Cada muestra estaba destinada al análisis físico, químico y bacteriológico por lo que fueron captadas con envases esterilizados suministrados por el Laboratorio Ambiental Aragua de la Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas Aragua, y enviadas de regreso a dicho laboratorio para su estudio. Días previos a la toma de las muestras fue recibida la inducción referente a los parámetros de recolección, almacenamiento y traslado de la muestra al laboratorio a modo de evitar la alteración de la calidad de la misma.



Figura 43. Toma de muestra del agua proveniente de la quebrada para el análisis físico-químico y bacteriológico.



Figura 44. Toma de muestra de agua proveniente del pozo profundo.



Figura 45. Entrega de muestras de agua a ser analizadas en el Laboratorio de Calidad Ambiental de MINEA.

Las tablas 16 y 17 muestran los resultados obtenidos del análisis físico – químico y bacteriológico de las muestras tomadas en cada una de las fuentes de abastecimiento. Las muestras fueron tomadas el 18 de octubre del año 2016 en el sector Brisas del Mayei y tuvieron una apariencia cristalina e inodoras.

Tabla 16. Planilla de resultados del análisis de la calidad del agua. Dique Toma.

CODIGO	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	AGUA TIPO 1. SUB-TIPO 1A*	OBSERVA CION
			DIQUE		
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	S/cm	58	N.A	.....
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	4,4	500	CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO ₃	3,6	N.A	.....
3500-Mg- E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO ₃	0,80	N.A	.....
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO ₃	19	N.A	.....
4500HB	pH		7,48	6,0 - 8,5	CUMPLE
5220-B	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/L	< 5	N.A	.....
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	38	1.500	CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	4	600	CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	2	400	CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	< 0,01	10	CUMPLE
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	0,64		
3500-D	CALCIO	mg/L	1,4	N.A	.....
3500-E	MAGNESIO	mg/L	0,19	N.A	.....
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	6,9	< 2.000	CUMPLE
9221-C	COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1,1	N.A	.....

Fuente: Dirección Estatal para el Ecosocialismo y Aguas Aragua. Laboratorio de calidad ambiental, MINEA

Tabla 17. Planilla de resultados del análisis de la calidad del agua. Pozo profundo.

CODIGO	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	AGUA TIPO 1. SUB-TIPO 1A*	OBSERVA CION
			POZO		
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	□ S/cm	99	N.A	.....
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	12	500	CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO ₃	7	N.A	.....
3500-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO ₃	5	N.A	.....
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO ₃	46	N.A	.....
4500HB	pH		7,54	6,0 - 8,5	CUMPLE
5220-B	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/L	< 5	N.A	.....
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	65	1.500	CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	4	600	CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	2	400	CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	< 0,01	10	CUMPLE
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	0,27		
3500-D	CALCIO	mg/L	2,8	N.A	.....
3500-E	MAGNESIO	mg/L	1,2	N.A	.....
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	1,1	< 2.000	CUMPLE
9221-C	COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1,1	N.A	.....

Fuente: Dirección Estatal para el Ecosocialismo y Aguas Aragua. Laboratorio de calidad ambiental, MINEA

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En base a la información recolectada en el capítulo anterior y al procesamiento de la misma, se presentan a continuación los resultados obtenidos para cada objetivo planteado en la presente investigación.

4.1 Diagnóstico de la situación actual del sistema de abastecimiento del sector Brisas del Mayei.

Para dar respuesta al primer objetivo, se ha procesado la información en una tabla, de las características de las estructuras del sistema, su ubicación, condición actual y diagnóstico para visualizar directamente la situación de cada uno de ellos.

Tabla 18. Diagnóstico de la situación actual del pozo profundo del Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.

Coordenadas	Componentes	Características	Situación Actual			Diagnóstico
			Estado	Agente Causante	Consecuencia	
Este: 622.976 Norte: 1.140.404 Cota: 498 msnm	Pozo profundo	Profundidad: 100 m Nivel dinámico del pozo: 95m Ø columnas: 3"	Estable	-	-	Se recomienda colocar grava para mejorar su capacidad filtrante.
	Manifold	Ø manifold: 3" Compuesto de Válvula de descarga, válvula de abastecimiento, válvula check y manómetro.	Las válvulas se encuentran en buen estado excepto el manómetro.	Manómetro muy viejo.	No se obtiene lectura de la presión del agua.	Sustituir manómetro.
	Motor	Franklin Electric Modelo 234 318 86 02 Serial 44 144 200 0885 D Potencia 7.5 Hp Trifásico 26.4A/ 230 V/ 60Hz	Operativo	-	-	La dotación requerida actualmente por la población amerita que el equipo de bombeo tenga mayor potencia.
	Bomba	Tipo UP-3534 7.5Hp Horas de bombeo: 16 h. Q 35 GPM Serial T1304060007-0056 H 610 ft; Hmax 1016 RPM 3450 Seis Etapas	Operativo	-	-	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Diagnóstico de la situación actual del dique del Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.

Coordenadas	Componentes	Características	Situación Actual			Diagnóstico
			Estado	Agente Causante	Consecuencia	
Este: 624.151 Norte: 1.141.143 Cota: 655 msnm	Dique	Dique de concreto en forma de U cuyos aleros se encuentran interceptando la quebrada proveniente del cerro sin interrumpir por completo el cauce. En el tiempo evaluado no se observó que trabajase por rebose ni siquiera en tiempo de lluvia.	Paredes y piso enmohecido. Presencia de sedimentos.	Exposición al medio ambiente y falta de mantenimiento.	Arrastre de sedimentos y partículas por la tubería de aducción	Realizar limpieza del dique
			En época de lluvia, el caudal proveniente de la quebrada no es totalmente interceptado.	La geometría actual del dique no permite la interceptación completa de la quebrada.	Parte del caudal que viene de la quebrada no se logra aprovechar.	Proyectar un lateral del dique hacia un extremo del cauce mediante gaviones para generar mayor captación.
			Presencia de hojas, ramas, partículas.	Exposición al medio ambiente, ausencia de rejilla y tubería de purga, tubería de aducción puesta al fondo del dique.	Hojas, ramas partículas y sedimentos ingresan a la aducción.	Colocación de una rejilla y construcción de una tubería de purga.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Diagnóstico de la situación actual de la línea de aducción del Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.

Coordenadas	Componentes	Características	Situación Actual			Diagnóstico
			Estado	Agente Causante	Consecuencia	
Inicio Este: 624.151 Norte: 1.141.143 Cota: 655 msnm Fin Este: 623587 Norte: 1140816 Cota: 559 msnm	Aducción Dique-Tanque	Tubería de Acero Ø 3" L = 566 m. Edad: aprox. 30 años La tubería se encuentra expuesta al medio ambiente en toda su extensión.	A la salida de la aducción en el dique, la tubería se encuentra al fondo del mismo.	El nivel de retención de agua generado por el dique es bajo por lo que para asegurar la captación durante todo el año, la tubería se dispuso al fondo de la misma.	Los sedimentos ingresan fácilmente a la tubería de aducción.	Elevar la cota de salida de la aducción en el dique para que su nivel mínimo de operación no coincida con su capacidad de sedimentación.
			En la mayoría de las uniones, los empalmes se han remendado con goma.	La tubería no cuenta con buen soporte en estos empalmes.	Fuga de agua en las uniones que presentan la deficiencia.	Colocar uniones de tipo dresser y construir apoyos donde se amerite.
			Tuberías parcialmente obstruidas.	Edad de la tubería, arrastre de sedimentos y hojas y ramas.	Taponamiento de la tubería de aducción ocasiona que el caudal conducido hasta el tanque sea menor.	Limpieza interna de la tubería y sustitución de la misma en los tramos más afectados por la corrosión interna.

Inicio Este: 624.151 Norte: 1.141.143 Cota: 655 msnm Fin Este: 623587 Norte: 1140816 Cota: 559 msnm	Aducción Pozo- Tanque	Tubería P.E.A.D Ø 3” L = 853 m. Proyectada a 0.80 de profundidad (rasante de la tubería) a lo largo de la aducción.	En términos generales la tubería funciona correctamente. Sin embargo en ocasiones se generan fugas en algunos empalmes	Mala instalación de las uniones o posible unión deficiente.	Fuga de agua potable.	Evaluar el tipo de unión más adecuado que soporte la presión del agua en la aducción.
--	----------------------------------	--	---	--	----------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Diagnóstico de la situación actual de los tanques de almacenamiento del Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.

Coordenadas	Componentes	Características	Situación Actual			Diagnóstico
			Estado	Agente Causante	Consecuencia	
Este: 623587 Norte: 1140816 Cota: 559 msnm	Tanque Australiano	Diámetro: 7.20 m Altura: 2.5 m Capacidad de almacenamiento: 101.7 m ³	Actualmente en uso. Presenta pequeños fisuramientos en la parte baja del tanque.	Exposición a agentes externos del medio ambiente	Fuga de agua y presencia de moho en la parte externa donde se encuentran las fisuras.	Reparar las fisuras.
Este: 623585 Norte: 1140802 Cota: 555 msnm	Tanque de concreto	Ancho: 3.8 m Largo: 5.9 m Altura: 1.50 m Capacidad de almacenamiento: 33.63 m ³	Actualmente fuera de servicio.	Presenta grandes fugas por fallas constructivas incluso después de haberse hecho un trabajo de reparación del mismo.	Capacidad almacenamiento del tanque desaprovechada.	Demoler y construir un nuevo tanque cuidando los aspectos constructivos para evitar el mismo problema.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Diagnóstico de la situación actual de red de abastecimiento del Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.

Coordenadas	Componentes	Características	Situación Actual			Diagnóstico
			Estado	Agente Causante	Consecuencia	
Inicio: Este: 623587 Norte: 1140816 Cota: 559 msnm	Red de abastecimiento	Tubería P.E.A.D Ø 3" Tipo de red: abierta. Proyectada a 0.80 de profundidad (rasante de la tubería) a lo largo de la red.	Operativa. En ocasiones surgen fugas en la tubería matriz.	Presión del agua afloja los empalmes entre tuberías o tomas domiciliarias	Fugas de agua potable.	Reparación de las fugas con la sustitución o reinstalación de piezas necesarias.
Distintos Puntos de la red.	Válvulas	Presentes en el sistema: válvulas compuertas principales de las líneas de aducción, válvulas compuertas para la sectorización de la red y boca llaves.	Todas operativas sin embargo las válvulas compuertas se encuentran oxidadas.	Años instalados en el sistema.	Podrán generarse problemas de operatividad de las mismas dentro de poco	Evaluar la posibilidad de sustitución de las válvulas compuertas oxidadas.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Descripción de la variables hidrometeorológicas, topográficas y la red hídrica del sistema de abastecimiento del sector Brisas del Mayei, Municipio Guacara.

Los valores de precipitación y evapotranspiración para la obtención del volumen reservado en los suelos de la cuenca de Guacara como producto del balance hídrico de la zona se muestran a continuación.

Tabla 23. Balance hídrico del municipio Guacara, año 2013.

MES	EVAPORACIÓN (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)	VOLUMEN (m3/s)
ENERO	128.45	0.00	-6.77
FEBRERO	117.32	0.49	-6.16
MARZO	137.15	1.07	-7.17
ABRIL	133.97	85.72	-2.54
MAYO	135.31	144.95	0.51
JUNIO	132.11	144.78	0.67
JULIO	134.31	95.30	-2.06
AGOSTO	132.00	229.22	5.12
SEPTIEMBRE	128.41	85.18	-2.28
OCTUBRE	124.91	132.48	0.40
NOVIEMBRE	125.66	103.71	-1.16
DICIEMBRE	132.20	103.71	-1.50

En la Figura 40 se aprecia el comportamiento de la evapotranspiración y precipitación en la cuenca de Guacara para el año 2013. Es apreciable que la evapotrasnpiración tiene un valor constante que ronda los 130 mm a lo largo del año y por el contrario la precipitación se muestra variable de inicio a fin. Los meses Enero, Febrero, Marzo y Abril fueron los más críticos dado que el aporte de caudal generado era evaporado sin dejar un remanente en los suelos de la cuenca.

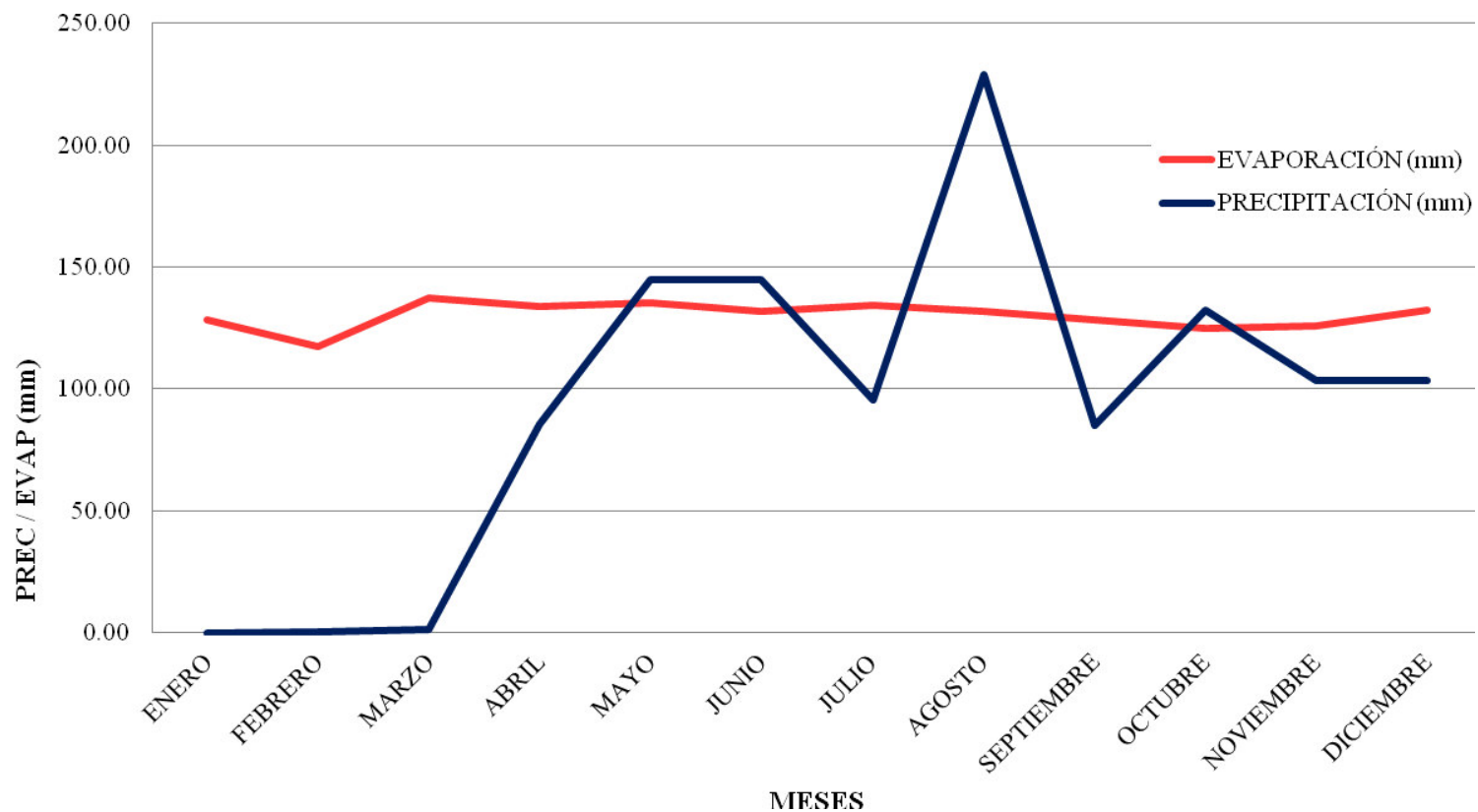


Figura 46. Curva Evaporación y Precipitación promedio durante el año 2013 en la cuenca del municipio Guacara.

Fuente: Elaboración propia.

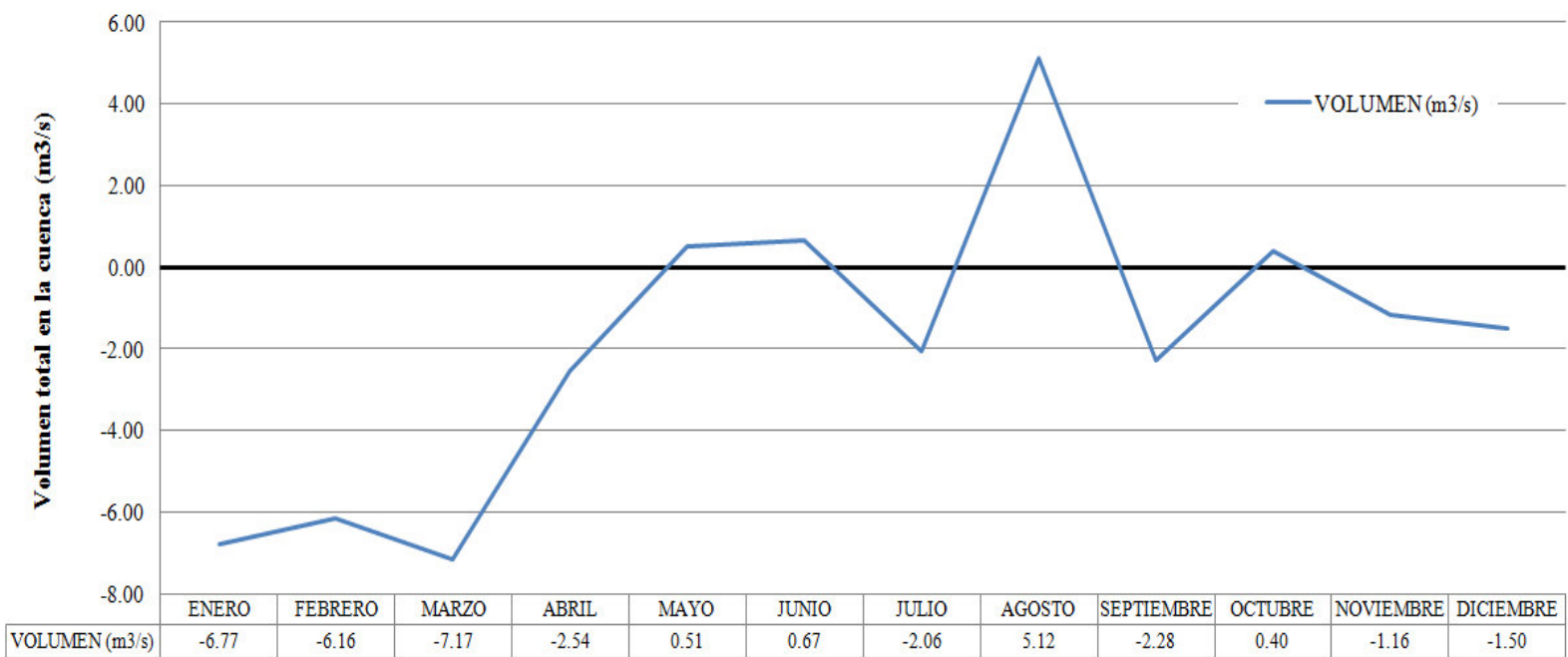


Figura 47. Gráfica del balance hídrico del Municipio Guacara del Año 2013.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se refleja un valor englobado mensual del volumen de agua que se acumula durante cada mes en los suelos de la cuenca de Guacara durante el 2013. En ella se observa que dicha variable estimada desde ArcGIS está en el orden de $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$ y $5 \text{ m}^3/\text{s}$ que equivalen a 400 lps y 5000 lps que son aportados en entre los meses Mayo – Junio y Julio – Agosto respectivamente. En cuanto al caudal aforado en las fuentes del sector Brisas del Mayei se tiene que los meses de sequía y los meses de lluvia se mantienen en relación a los expuestos en las graficas para toda la cuenca, pues el menor aporte obtenido ocurrió en el mes de marzo específicamente en la quebrada que descarga al dique toma donde el caudal aforado fue de 2,43 lps y para el mes de septiembre el gasto fue de 7,85 lps en la misma fuente.

Para el año 2014 y 2015 tambien fueron estimadas las variables para la obtención del gasto producido en la cuenca de Guacara y en cada uno de ellos se obtuvo que el caudal acumulado en la cuenca fue de $3,6 \text{ m}^3/\text{s}$ y $11,4 \text{ m}^3/\text{s}$ en el mes de agosto para cada año respectivamente.

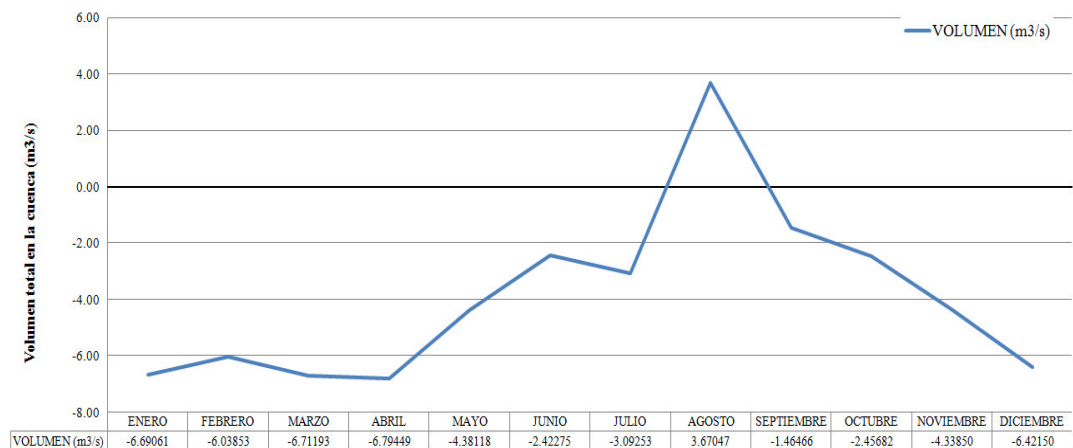


Figura 48. . Gráfica del balance hídrico del Municipio Guacara del Año 2014.

Fuente: Elaboración propia.

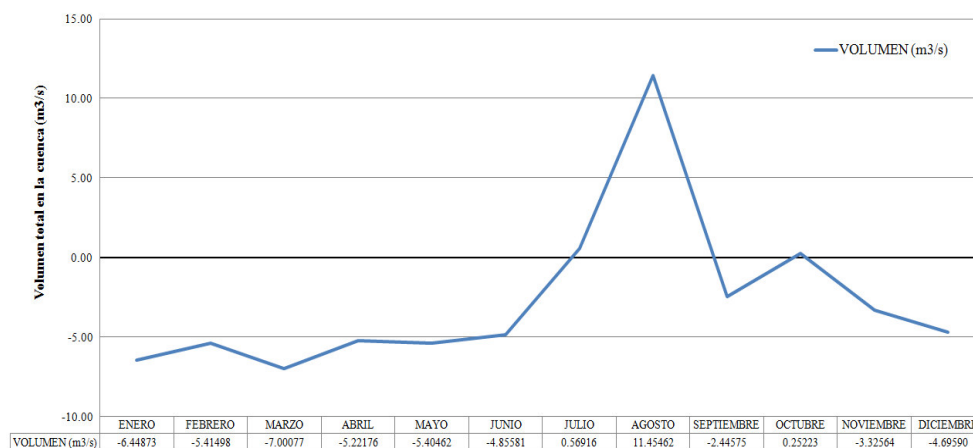


Figura 49. Gráfica del balance hídrico del Municipio Guacara del Año 2015.

Fuente: Elaboración propia.

Las tablas para el balance hídrico y el grafico de evapotraspiración y precipitación se muestran para ambos casos en los anexos de esta investigación.

El caudal aportado por las fuentes de abastecimiento del Sector Brisas del Mayei medidos en entre los meses de Febrero – Junio como representación de la época de sequía y entre los meses Septiembre – Octubre como representación de la época del lluvia fueron los siguientes:

Gastos aportados por las fuentes de bastecimiento.

Tabla 24. Caudal obtenido en el Pozo Profundo del Sector Brisas del Mayei en sequía.

CAUDAL EN EPOCA DE SEQUÍA	Resumen Caudales obtenidos del pozo profundo en el período de sequía.		
	17/2/2016	4	Lps
	28/6/2016	3.34	Lps
	Q promedio	3.67	Lps

Tabla 25. Caudal obtenido en el pozo del Sector Brisas del Mayei en lluvia.

CAUDAL EN EPOCA DE LLUVIA	Fecha	Volumen (litros)	TIEMPO (s)	Caudal (lps)
	18/10/2016	18	4.3	4.19
		18	4.22	4.27
		18	4.29	4.20
				Q Prom	4.22

Tabla 26. Caudal obtenido en el dique toma del Sector Brisas del Mayei.

CAUDAL OBTENIDO EN EL DIQUE DEL SECTOR BRISAS DEL MAYEI			
CAUDAL EN EPOCA DE SEQUÍA 31/03/2016		CAUDAL EN EPOCA DE LLUVIA 28/09/2016	
Q (m3/s)	Q (lps)	Q (m3/s)	Q (lps)
0.0024	2.43	0.0079	7.85

Ya que ambas fuentes de abastecimiento generan los caudales ya mencionados y los envían al tanque de almacenamiento que se encuentra operativo en el sector, se estima el volumen total aportado por ambas fuentes en simultaneo para conocer el gasto total generado por época. .

Tabla 27. Caudal afluente total producido por ambas fuentes de abastecimiento.

PERIODO	POZO	DIQUE	Qtotal
	Qpozo (lps)	Qdique (lps)	Qafluente total (lps)
ÉPOCA DE SEQUÍA	3.67	2.43	6.10
ÉPOCA DE LLUVIA	4.22	7.85	12.07

Se observa que el mayor aporte de gasto producido en la cuenca del sector coincide en fecha con el el mayor volumen de agua almacenado en la cuenca de

Guacara durante la época de lluvia. Para el abastecimiento de la población asentada actualmente

4.3 Escenarios Presentes y futuros de la demanda de agua potable en el Sector Brisas del Mayei.

La tabla mostrada a continuación representa el gasto de diseño por demanda máxima horaria que se requiere para abastecer a la población de Brisas del Mayei. Esta estimación es producto de considerar el abastecimiento para todo el sector sin sectorizar la red y que las poblaciones en ambos escenarios, presente y futuro, son de 330 viviendas y 1100 viviendas respectivamente.

Tabla 28. Demanda de gasto de diseño para el abastecimiento del Sector Brisas del Mayei.

ESCENARIO	AÑO	Qmax (lpd)	Qmax (lps)	Qdiseño (m3/s)
ACTUAL	2016	1402500	16.23	0.016
FUTURO	2045	4125000	47.74	0.048

Tabla 29. Análisis de pérdidas y presiones en la red de acueductos del sector Brisas del Mayei.

**CASO: RED COMPLETAMENTE ABIERTA. DISEÑO POR DEMANDA MÁXIMA HORARIA.
CONDICIÓN ACTUAL, AÑO 2016.**

Tramo	# Casas	L(m) real	L(m) + 10%	Qm (lpd)	Nodo	Gasto medio en Nodos Qm (lpd)	Qmax Horario			Ø (pulg)	Ø efectivo (m)	Pérdida J(m)
							Gasto en Nodos Qmax horario (lpd)	Q max horario en tramo (lpd)	Q max horario en tramo (lps)			
11--16	0	59	64.9	0	11	0	0	1402500	16.233	3	0.07	18.39
16--19	12	78	85.58	20400	16	10200	25500	450500	5.214	3	0.07	2.96
19--19C	47	274	301.4	79900	19	73950	184875	99875	1.156	3	0.07	0.64
19--27	28	288	316.503	47600	19C	39950	99875	165750	1.918	3	0.07	1.72
27--27B	12	75	82.5	20400	27	45050	112625	25500	0.295	3	0.07	0.01
27-34	13	168	185.24	22100	27B	10200	25500	27625	0.320	3	0.07	0.04
16--15	0	1	1.1	0	34	11050	27625	926500	10.723	3	0.07	0.14
15--15A	7	148	162.8	11900	15	5950	14875	911625	10.551	3	0.07	20.77
15A--15B	5	172	189.2	8500	15A	17000	42500	61625	0.713	3	0.07	0.16
15B--15C	12	148	162.8	20400	15B	14450	36125	25500	0.295	3	0.07	0.03
					15C	10200	25500					
15A--51	8	100	109.45	13600	51	77350	193375	807500	9.346	3	0.07	11.15
51--42	47	351	386.1	79900	42	39950	99875	99875	1.156	3	0.07	0.82
51--57	36	329	361.68	61200	57	90100	225250	514250	5.952	3	0.07	15.98
57--66	31	395	434.5	52700	66	26350	65875	65875	0.762	3	0.07	0.43
57--71	39	227	249.7	66300	71	61200	153000	223125	2.582	3	0.07	2.35
71--72	7	71	78.1	11900	72	5950	14875	14875	0.172	3	0.07	0.01
71--74	26	273	300.3	44200	74	22100	55250	55250	0.639	3	0.07	0.48

Tabla 30. Análisis de pérdidas y presiones en la red de acueductos del sector Brisas del Mayei.

**CASO: RED COMPLETAMENTE ABIERTA. DISEÑO POR DEMANDA MÁXIMA HORARIA.
CONDICIÓN ACTUAL, AÑO 2016.**

velocidad (m/s)	Nodo	Cota Terreno	ΔH (m)	Tramo	J (m)	J acum (m)	Presión residual en el nodo (m)
3.68	11	560	1	11--16	18.39	18.39	
1.18	16	553	7	16--19	2.96	21.35	-11.39
0.26	19	550	10	19--19C	0.64	21.99	-11.35
0.43	19C	547	13	19--27	1.72	23.06	-8.99
0.07	27	523	37	27--27B	0.01	23.08	13.94
0.07	27B	523	37	27-34	0.04	23.10	13.92
2.43	34	513	47	16--15	0.14	18.53	23.90
2.39	15	553	7	15--15A	20.77	39.30	-11.53
0.16	15A	552	8	15A--15B	0.16	39.47	-31.30
0.07	15B	551	9	15B--15C	0.03	39.49	-30.47
	15C	551	9		0.00		-30.49
2.12	51	551	9	15A--51	11.15	50.46	-41.46
0.26	42	519	41	51--42	0.82	51.28	-10.28
1.35	57	520	40	51--57	15.98	66.44	-26.44
0.17	66	505	55	57--66	0.43	66.87	-11.87
0.58	71	505	55	57--71	2.35	68.79	-13.79
0.04	72	505	55	71--72	0.01	68.80	-13.80
0.14	74	504	56	71--74	0.48	69.27	-13.27

La Tabla 29 muestra los ramales de la red de abastecimiento definidos para el estudio del sistema en el caso mas desfavorable que viene representado por el la red sin sectorización. Se observan los gastos en los nodos y en los tramos, mejor representados en el anexo N y anexo O respectivamente; asi como también las perdidas por fricción en la tubería las cuales son apreciables pues varían de 0 a 20 m. La tabla 28 muestra las velocidades de flujo, la carga estática ΔH entre el tanque de almacenamiento y cada nodo asi como las presiones residuales en ellos. Para esta hipótesis de evaluación se observa una falla en la red ya que las presiones obtenidas son negativas.

Características actuales vs características requeridas por la red de abastecimiento

La información presentada a continuación corresponde a las características actuales de los componentes del sistema de abastecimiento y a las características requeridas por el mismo en función a la población asentada en el año 2016.

Tabla 31. Capacidad actual de los tanques de almacenamiento

VOLUMEN ACTUAL DEL TANQUE AUSTRALIANO		
DIÁMETRO	7.2	m
ALTURA	2.5	m
V	101.7	m ³
VOLUMEN ACTUAL DEL TANQUE DE CONCRETO		
ANCHO	3.8	m
LARGO	5.9	m
ALTURA	1.50	m
V	33.63	m ³

Tabla 32. Capacidad requerida por el tanque de almacenamiento

POBLACION. AÑO 2016	330	FAMILIAS /CASAS
Qm	561	m3/DIA
VOLUMEN POR COMPENSACIÓN DE VARIACIONES HORARIAS		
V1	40%	Qm
V1	224.40	m3/DIA
VOLUMEN PARA GARANTIZAR EL ALMACENAMIENTO EN CASO DE FALLAS		
V2	12hxQm	
V2	280.5	m3
VOLUMEN REQUERIDO EN ESTANQUE		
VT	V1+V2	
VT	504.90	m3

Líneas de aducción existentes entre el dique -tanque y entre el pozo - tanque

Tabla 33. Características actuales de las línea de aducción.

Características	Dique - Tanque	Pozo - Tanque
L (m)	566	853
C	130	140
Ø(m)	0.075	0.075
Horas de Suministro	24	16
NmínO dique (m)	655	402
NmáxO tanque (m)	561	561
$\Delta H'$ (m)	94	159

Potencia de la bomba (Hp)	N/A	7.5
------------------------------	-----	-----

Tabla 34. Pérdidas de descarga producidas en la línea de aducción.

Aducción	L (m)	C	Ø(m)	J (m)
Pozo-Tanque	853	140	0.075	13.08
Dique tanque	566	130	0.075	10.30

En la tabla 33 se observa que la carga estática disponible $\Delta H'$ entre las fuentes de suministro y el tanque de almacenamiento son mayores a las pérdidas por fricción J que atribuye cada línea de aducción mostradas en la tabla 34. Esto quiere decir que el agua fluye correctamente y llega sin problemas al tanque.

Características de diseño demandado por la línea de aducción.

Tabla 35. Gasto de diseño en las líneas de aducción

ADUCCCIÓN	Dique - Tanque	Pozo –Tanque
K1	1.25	1.5
%Qm aportado	65%	35%
Qm (lps)	6.49	6.49
V actual (m/s)	1.01	0.99
Qdiseño (lps)	4.46	4.38

La tabla 35 refleja el caudal que se requiere que circule por la línea de aducción que va desde el dique hasta el tanque y desde el pozo hasta el tanque en función al caudal medio que aporta cada fuente: dique y pozo. En función a este gasto de diseño se determinó el diámetro requerido por cada aducción y los valores se muestran en la tabla 36.

Tabla 36. Diámetro requerido por las líneas de aducción.

LINEA DE ADUCCIÓN	Ø (m)	Ø (pulg)
Dique-Tanque	0.0510	3
Pozo-Tanque	0.0436	2

El diámetro existente, indicado en la tabla 31 es de 0.075m (3”) para ambas líneas de aducción y el diámetro estimado en base al caudal de diseño que circularía por cada una de ellas es de 3” para la tubería entre el dique y el tanque y de 2”, es decir, son menores los diámetros requeridos a los existentes actualmente.

Para analizar la capacidad del equipo de bombeo se ha mantenido la horas de bombeo actuales del sistema y se ha estimado mediante la ecuación 22.

Tabla 37. Potencia requerida por la bomba

N	16	H
Qb	4.38	Lps
$\Delta H'$	159	M
J descarga (m)	13.08	M
J accersorios (m)	3	M
HB (m)	175.08	M
Pb	17.00	Hp

La potencia requerida por el mismo en función a la demanda actual de la población es de 17 hp para lograr el total abastecimiento mediante una red sin sectorización sin embargo actualmente se cuenta con uno de 7.5 hp.

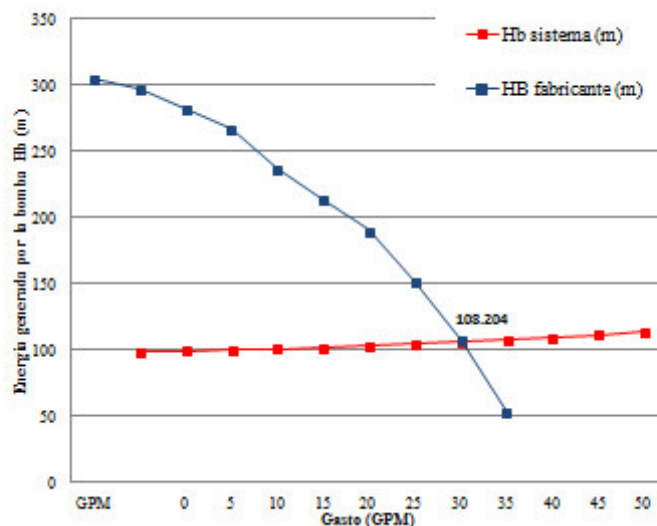


Figura 50. Gráfica de la curva del sistema vs la curva del fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Al intersectar la curva del sistema con la curva del fabricante se obtuvo el gasto teórico que aporta dicho equipo obteniéndose según la figura 51, 30 galones por minuto que equivalen a 2.21 lps. El gasto medido en el pozo profundo del sector Brisas del Mayei entre los meses de febrero octubre están comprendidos entre 3.3 lps y 4.2 lps. Tal diferencia puede deberse a errores de medición en sitio pero no debe olvidarse que el caudal indicado por la gráfica es teórico además que la construcción de la curva del sistema se realizó mediante estimaciones ya que no se tiene información precisa para realizar una estimación de pérdidas por fricción y accesorios en la tubería ni el nivel estático en el pozo profundo.

Tras la evaluación de todo el sistema de abastecimiento de agua potable del sector Brisas del Mayei, se han determinado las fallas presentes en el mismo que ocasionan la deficiencia en el suministro. Por tal razón se plantea una propuesta basada en la restructuración de la red de acueductos y el tanque de almacenamiento para garantizar la operatividad del sistema sin necesidad de realizar una sectorización del mismo y que el agua para consumo llegue de forma eficiente a cada uno de los hogares del sector. Para el tanque de almacenamiento se requiere construir uno de mayor capacidad y ubicarlo en una zona alta del cerro a una cota de 577 msnm específicamente para garantizar la presión mínima de las casas ubicadas en la zona mas alta del sector, 553msnm. Las dimensiones propuestas para el tanque se muestran en la siguiente tabla, sin embargo se plantean solo como referencia ya que no se evaluó la parte estructural del diseño del mismo.

Tabla 38. Propuestas de dimensionamiento de tanques de almacenamiento.

PROPUESTA 1. Tanque de Concreto Circular.			PROPUESTA 2. Tanque de concreto Rectangular.		
Ø propuesto	14.0	m	V faltante	403.16	m ³
H propuesta	3.5	m	Largo prop.	11.0	m
V proporcionado	538.5	m ³	Ancho prop.	11.0	m
Borde libre	0.5	m	Altura prop.	3.5	m
Hfinal	4.0	m	Vproporcionado	423.5	m ³

Para definir la propuesta de esta investigación, se proyectan los cálculos de la red bajo el mismo escenario pero atribuyendo a cada tramo el diámetro correspondiente por norma en función del gasto presente en cada uno de ellos. De esta forma se vuelve a calcular la red y determinar las presiones de cada uno de los nodos a modo de chequeo.

Tabla 39. Análisis de pérdidas y presiones en la red de acueductos del sector Brisas del Mayei. Propuesta.

CASO: PROPUESTA DE DISEÑO POR DEMANDA MÁXIMA HORARIA PARA LOS REQUERIMIENTOS ACTUALES DEL SECTOR..

Tramo	# Casas	L(m) real	L(m)	Qm (lpd)	Nodo	Gasto medio en Nodos Qm (lpd)	Qmax Horario			Ø (pulg)	Ø efectivo (m)	Pérdida J(m)
							Gasto en Nodos Qmax horario (lpd)	Q max horario en tramo (lpd)	Q max horario en tramo (lps)			
11--16	0	180	198	0	11	0	0	1402500	16.233	6	0.14	1.49
16--19	12	78	85.58	20400	16	10200	25500	450500	5.214	4	0.09	0.64
19--19C	47	274	301.4	79900	19	73950	184875	99875	1.156	3	0.07	0.64
19--27	28	288	316.503	47600	19C	39950	99875	165750	1.918	3	0.07	1.72
27--27B	12	75	82.5	20400	27	45050	112625	25500	0.295	3	0.07	0.01
27-34	13	168	185.24	22100	27B	10200	25500	27625	0.320	3	0.07	0.04
16--15	0	1	1.1	0	34	11050	27625	926500	10.723	6	0.14	0.00
15--15A	7	148	162.8	11900	15	5950	14875	911625	10.551	6	0.14	0.55
15A--15B	5	172	189.2	8500	15A	17000	42500	61625	0.713	3	0.07	0.16
15B--15C	12	148	162.8	20400	15B	14450	36125	25500	0.295	3	0.07	0.03
			0		15C	10200	25500			3		
15A--51	8	100	109.45	13600	51	77350	193375	807500	9.346	6	0.14	0.30
51--42	47	351	386.1	79900	42	39950	99875	99875	1.156	3	0.07	0.82
51--57	36	329	361.68	61200	57	90100	225250	514250	5.952	6	0.14	0.42
57--66	31	395	434.5	52700	66	26350	65875	65875	0.762	3	0.07	0.43
57--71	39	227	249.7	66300	71	61200	153000	223125	2.582	3	0.07	2.35
71--72	7	71	78.1	11900	72	5950	14875	14875	0.172	3	0.07	0.01
71--74	26	273	300.3	44200	74	22100	55250	55250	0.639	3	0.07	0.48

Tabla 40. Análisis de pérdidas y presiones en la red de acueductos del sector Brisas del Mayei. Propuesta.

CASO: PROPUESTA DE DISEÑO POR DEMANDA MÁXIMA HORARIA PARA LOS REQUERIMIENTOS ACTUALES DEL SECTOR..

velocidad (m/s)	Nodo	Cota Terreno	ΔH (m)	Tramo	J (m)	J acum (m)	Presión residual en el nodo (m)
0.92	11	577	1	11--16	1.49	1.49	
0.66	16	553	24	16--19	0.64	2.13	22.51
0.26	19	550	27	19--19C	0.64	2.77	24.87
0.43	19C	547	30	19--27	1.72	3.85	27.23
0.07	27	523	54	27--27B	0.01	3.86	50.15
0.07	27B	523	54	27-34	0.04	3.89	50.14
0.61	34	513	64	16--15	0.00	1.49	60.11
0.60	15	553	24	15--15A	0.55	2.05	22.51
0.16	15A	552	25	15A--15B	0.16	2.21	22.95
0.07	15B	551	26	15B--15C	0.03	2.24	23.79
	15C	551	26		0.00		23.76
0.53	51	551	26	15A--51	0.30	2.34	23.66
0.26	42	519	58	51--42	0.82	3.16	54.84
0.34	57	520	57	51--57	0.42	2.77	54.23
0.17	66	505	72	57--66	0.43	3.20	68.80
0.58	71	505	72	57--71	2.35	5.12	66.88
0.04	72	505	72	71--72	0.01	5.13	66.87
0.14	74	504	73	71--74	0.48	5.60	67.40

Tabla 41. Propuesta para la rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable del Sector Brisas del Mayei.

Componente	Propuesta de rehabilitación.
Dique de captación	• Extender uno de los aleros del dique de captación más allá del ancho del cauce para garantizar mayor captación. • Implementar una tubería de purga para la limpieza del dique. • Elevar la salida de la tubería de aducción para garantizar un nivel para el deposito de sedimentos y éstos no salgan directamente por la tubería. • Instalar una rejilla en la entrada de la tubería de aducción para evitar el paso de hojas, ramas u otras partículas. • Realizar limpieza y mantenimiento periódico para evitar la acumulación de moho en las paredes del dique y explusar los sedimentos.
Aducción dique - tanque	• Rehabilitar las uniones entre las tuberías de acero mediante juntas dresser o de otro tipo. • Construir e instalar apoyos en los puntos inestables de la tubería.
Equipo de bombeo	• Utilizar un equipo de bombeo de mayor potencia. Para las condiciones actuales se requiere uno de teoricamente 17 Hp (20Hp en el mercado).
Tanque de almacenamiento	• Construir un tanque capaz de albergar el volumen de diseño requerido para suplir la demanda actual. $V=504.90 \text{ m}^3$. • Construir un tanque a 100 metros de su posición

	actual y hacia el lado del cerro para garantizar 20 mca de columna de agua en los nodos más altos de la red. • Propuesta 1: Cubrir todo el volumen demandado sin utilizar el tanque de abastecimiento actual construyendo un tanque de concreto circular de 24 m de diámetro y 4.0 m de altura. • Propuesta 2: Mantener en funcionamiento el tanque australiano y rehabilitar el tanque rectangular de concreto incrementando sus dimensiones para albergar el volumen de agua faltante. Dimensiones propuestas: Largo: 17 m, ancho: 17 m, altura: 5.0 m
Red de abastecimiento	• Incrementar los diámetros de la red de acueductos para disminuir las pérdidas por fricción. Ver diámetros propuestos en la Tabla 39.
	• Instalar válvulas reguladoras de presión en los nodos 42, 57, 66, 71, 72 Y 74 donde su presión supere el valor normativo para proteger la tubería.

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos en el balance hídrico realizado para el municipio Guacara permiten interpretar que los meses comprendidos entre Agosto y Septiembre son los de mayor aporte de caudal en la zona, razón por la que los valores obtenidos tras aforar las fuentes naturales de abastecimiento del sector Brisas del Mayei en época de lluvia sean valores positivos en cuanto a producción de las mismas.
2. El caudal de abastecimiento producido actualmente por ambas fuentes naturales no acumulan el caudal total de diseño requerido para el completo abastecimiento de la población sin sectorizar la red.
3. Las pérdidas generadas en la red de abastecimiento son mayores que la carga estática disponible entre los nodos de estudio y el tanque de almacenamiento, por ende la presión residual disponible en los nodos resulta negativo. La causa de las grandes pérdidas existentes en el acueducto se deben al diámetro dispuesto actualmente, 3", el cual ofrece una sección muy pequeña para el gasto de diseño de la red a la salida del tanque y en los ramales siguientes. Por esta razón se anulan las presiones dentro de la tubería ocasionando deficiencia en el suministro de agua potable al sector. Por otra parte se observa que la carga estática disponible entre los nodos más altos del sector, que son los más cercanos al tanque, poseen una carga estática menor a la carga que por norma debería garantizarse en cada vivienda. Por el diseño rural de esta comunidad se había planteado la necesidad de garantizar 20 m.c.a pero en los nodos iniciales la presión no superan los 10 metros. Ésta pudiese ser una de las razones por la que la zona alta de sector tampoco posee un suministro eficiente.
4. La capacidad de almacenamiento actual del tanque no es suficiente para albergar el volumen requerido en el diseño.

5. Las líneas de aducción poseen un diámetro adecuado sin embargo, la aducción dique – tanque posee juntas en mal estado y apoyos inestables.
6. La potencia del equipo de bombeo actual es menor a la potencia requerida por el sistema.
7. La estructura del dique no cuenta con el diseño adecuado para la captación ya que la salida de la aducción se encuentra al fondo del mismo permitiendo la entrada de sedimentos, por otro lado no posee tubería de purga. Además, los aleros no bloquean por completo la quebrada y en época de lluvia el agua se fuga por sus laterales.
8. La evaluación realizada a las aguas captadas en dique y en el pozo del Sector Brisas De Mayei indican que las mismas cumplen con los rangos máximos permitidos para los parámetros analizados y estos se encuentran dentro de los límites establecidos en el Artículo 8 del Decreto N° 3219 el cual contiene las “Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia”, y se podrían clasificar como 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 sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él”, desagregada en “Aguas Sub-Tipo 1A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes” de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 del decreto antes mencionado.

RECOMENDACIONES

- Evaluar la factibilidad económica y constructiva de la propuesta de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable del Sector Brisas del Mayei planteado en esta investigación.
- Plantear el diseño de la red con otro escenario de estudio que permita optimizar la propuesta de rehabilitación del sistema de abastecimiento donde exista una sectorización de la red diferente a la dispuesta hoy día.
- Construir los apoyos en los empalmes e instalar las uniones requeridas en las conexiones de la tubería de aducción que se encuentra proyectada desde el dique hasta tanque del Sector Brisas del Mayei.
- Solicitar estudios para la obtención del nivel estático y dinámico del pozo profundo con el fin de evaluar periódicamente el nivel de producción de agua para establecer medidas preventivas de racionamiento del caudal bombeado al estanque durante la época de sequía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso Guzmán, Carlos Daniel (2010).

Modelo híbrido para la toma de decisiones en programas de rehabilitación de tuberías para sistemas de abastecimiento de agua: Aplicación a la ciudad de Celaya, Gto. (México).

Tesis Doctoral. España.: Extraído el mes de Abril del año 2016 desde

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8504/tesisUPV3360.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Batres Mina, José Gerardo; Flores Ventura, David Israel; Quintanilla Hernández, Alberto Enrique (2010).

Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable, diseño del alcantarillado sanitario y de aguas lluvias para el municipio de san luis del carmen, departamento de Chalatenango.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, escuela de ingeniería civil. Extraído el mes de Abril del año 2016 desde:

http://ri.ues.edu.sv/2051/1/Redise%C3%B1o_del_sistema_de_abastecimiento_d_agu_a_potable,_dise%C3%B1o_del_alcantarillado_sanitario_y_de_aguas_lluvias_par_el_municipio_de_San_Luis_del_Carmen,.pdf

Carrillo, Ángel; Martínez Miguel (2015).

Propuesta para la rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua “La Manga” en el sector Vigirima, municipio Guacara, Estado Carabobo.

Trabajo especial de grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para optar por el título de Ingeniero Civil. Venezuela.

Catalogo de motores y accesorios sumergibles Franklin Electric. Consultado en el mes de Octubre del 2016 desde:

<http://www.rotorpump.com/pdf/Motores%20y%20Accesorios%20Franklin%2050%20hz.pdf>

Convertidor de coordenadas geográficas online. Consultado en el mes de octubre del año 2016.

<http://www.asturnatura.com/sinflac/calculadora-conversiones-coordenadas.php>

Decreto N° 3219. Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la cuenca del Lago de Valencia de fecha 13 de enero de 1999

Ecuación Hanzel- Williams y coeficientes Hanzel-Williams para algunos materiales. Consultado el mes de Noviembre del 2016.

<http://www.miliarium.com/Prontuario/MedioAmbiente/Aguas/PerdidaCarga.asp>

Fundación AVINA (2012). Extraído el mes de Abril del año 2016 desde:

<http://www.avina.net/avina//wp-content/uploads/2013/03/MODULO-5-OK.pdf>

Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4044 de fecha 8 de septiembre de 1988.

Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma, y Mantenimiento de Edificaciones.

Guevara, Victor Manuel.

Apuntes de Acueductos y Cloacas. Edición 2003.

Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo (2015)

Agua para un mundo sostenible. Datos y Cifras. Extraído el mes de Abril del año 2016 desde:

http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf

Lam González, José Andrés (2011).

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, Municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. Extraído el mes de Abril del año 2016 desde:

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3296_C.pdf

León Romero, Ivette Andrea (2013).

Diseño de red de distribución de aguas blancas y recolección de aguas negras, para comunidad El Huequito, ubicada en Turgua, Sector Monterola, Municipio el Hatillo Estado Miranda-Venezuela.

Proyecto de grado. Caracas, Venezuela. Extraído el mes de Abril del año 2016 desde:

Web: miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/1838/1/TG4808.pdf

Lossio Aricoché, Moira Milagros (2012).

Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones.

Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú. Extraído el mes de Abril del año 2016 desde:

http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2053/ICI_192.pdf?sequence=1

Medina, Yuri (2006).

Desarrollo y Aplicación de una metodología para la zonificación espacial de la vulnerabilidad física de un sistema de conducción de agua potable ante la amenaza de deslizamiento de laderas. Caso de estudio: Sistema de abastecimiento de Caracas. Subsistema Tuy II.

Tesis de Postgrado. Universidad de Los Andes. Año 2006. Extraído el mes de Abril del año 2016 desde:

http://tesis.ula.ve/postgrado/tde_busca/archivo.php?codArchivo=4054

http://tesis.ula.ve/postgrado/tde_busca/archivo.php?codArchivo=4056

Metodología de la Investigación. Quinta edición.

Autores: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, María del Pilar Baptista Lucio

Monitor de Estaciones INAMEH. Data hidrometeorológica consultada en el mes de Octubre del año 2016.

http://estaciones.inameh.gob.ve/estaciones/estaciones_home.php

Naciones Unidas (2012).

Informe sobre los Objetivos del Desarrollo del Milenio. Extraído el mes de Abril del año 2016 desde:

http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/mdg_2012_foreword_overview.pdf

Norma INOS. Normas para el diseño de los sistemas de abastecimiento. Consultado el mes de Agosto del 2016.

<http://www.hidrocapital.com.ve/intranet->

[2/files/biblioteca/pdf/MANUALES%20Y%20NORMAS%20INOS/INOS.%20Normas%20dise%C3%B1o%20de%20abastecimientos.pdf](http://www.hidrocapital.com.ve/intranet-2/files/biblioteca/pdf/MANUALES%20Y%20NORMAS%20INOS/INOS.%20Normas%20dise%C3%B1o%20de%20abastecimientos.pdf)

Oficina de las Naciones Unidas de apoyo al Decenio Internacional para la Acción “El Agua, Fuente de Vida” (2005-2015). Extraído el mes de Abril del año 2016 desde: <http://www.unwaterbestpractices.org/WaterforLifeESP.pdf>

Palacios Ruiz, Álvaro (2011)
Acueductos, Cloacas y Drenaje. Criterios para el diseño hidráulico de instalaciones sanitarias en desarrollos urbanos.

Robert L. Mott. Mecánica de los Fluidos, 6ta Edición.
Ecuación general de la energía. P.202

Rofríguez Urritia, Bernardo Andrés (2010).
Reingeniería de la estación de bombeo “Calvario El Hatillo” y su red de distribución. Informe de Pasantía presentado ante la ilustre Universidad Simón Bolívar como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Mecánico. Caracas, Venezuela. Extraído el mes de Abril del año 2016 desde: <http://159.90.80.55/tesis/000147687.pdf>

UP Series Submersible Pumps. Unitra, Inc. Consultado en el mes de Octubre del 2016 desde: <http://www.unitrainc.com/media/brochure/UPBrochure.pdf>

ANEXOS

Anexo A. Coordenadas línea de Aducción dique-tanque. medidas en metros.

N°	ESTE	NORTE	COTA	DISTANCIA	DESCRIPCIÓN
1	624167	1141176	657		Sitio de Aforo caudal dique
				36	
2	624151	1141143	655		Dique
				67.4	
3	624042	1141135	648		Línea de aducción
				90	
4	624003	1141080	635		Línea de aducción
				48.8	
5	623920	1141045	622		Línea de aducción
				57.8	
6	623880	1141017	614		Línea de aducción
				66.7	
7	623851	1140967	609		Línea de aducción
				66.7	
8	623745	1140886	592		Línea de aducción
				58.6	
9	623692	1140861	578		Línea de aducción
				92.8	
10	623602	1140816	559		Válvula antes del tanque australiano
				17.5	
11	623587	1140816	559		Tanque Australiano
				4	
12	623587	1140811	556		Válvula al lado del tanque de concreto
13	623585	1140802	555		Tanque de concreto.
14	623583	1140800	555		Válvula tanque de concreto (al frente)
				40	
15	623558	1140785	553		Válvula compuerta que fue reparada
				148	
15A	623622	1140651	552		
				172	
15B	623697	1140496	551		
				148	
15C	623557	1140446	551		
16	623555	1140787	553		Válvula compuerta que tiene la tanquilla

Anexo B. Cordenadas calles del sector brisas del mayei. medidas en metros.

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DISTANCIA	ΔZ
11	623587	1140816	559	44	Tanque australiano
15	623558	1140785	553	37.5	Valvula compuerta que fue reparada
17	623521	1140780	552	17.6	Camino hacia el tanque
18	623509	1140781	551	22.7	Camino hacia el tanque
19	623490	1140775	550	92	Camino hacia el tanque/ Calle El Cerrito
19A	623451	1140860	550	112	Calle José Gregorio Hernandez
19B	623353	1140916	548	70	Calle José Gregorio Hernandez
19C	623284	1140917	547		Calle José Gregorio Hernandez
19	623490	1140775	550	17.5	Camino hacia el tanque/ Calle El Cerrito
20	6234910	1140757	552	13.7	Calle El Cerrito
21	623486	1140745	542	11.9	Boca llave
22	623477	1140736	545	50	
23	623432	1140727	540	150	
24	623295	1140660	529	23.3	
25	623276	1140657	524	5.2	Boca llave
26	623271	1140655	524	16.3	
27	623257	1140657	523	40	
27A	623246	1140698	520	35	
27B	623235	1140733	523		
27	623257	1140657	523	26.8	

28	623230	1140656	521		
29	624180	1140630	515	19.7	
30	623163	1140608	514	28.7	
31	623138	1140582	510	36.1	
32	623124	1140555	511	34.7	Boca llave
33	623110	1140539	512	20	
34	623107	1140540	513	2.4	Válvula roja (ventosa)
35	623083	1140528	510	28.7	Cerca de la torre de electricidad.
36	623057	1140494	506	42.9	Entrada al sector. Calle Los Cerritos
37	623046	1140489	504	14	Vía Vigirima
38	623072	1140406	505	86.6	Vía Vigirima
39	623044	1140409	502	32.8	Hacia el pozo profundo
40	622976	1140404	498	69.8	Entrada al área física del pozo profundo

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DISTANCIA	REFERENCIA
34	623107	1140540	513	50.7	Retornando al punto 34 donde se encuentra la ventosa. Allí se encuentra una bifurcación dentro del sector.
41	623147	1140501	517	58.7	Punto inicial de la calle La Torre
42	623201	1140521	519	64.5	
43	623265	1140524	523	64.5	
44	623291	1140530	527	47.9	Boca llave
45	623336	1140544	527	111.6	
46	623428	1140600	536	27.2	

47	623452	1140587	539		
48	623516	1140605	550		
49	623522	1140605	550		Boca llave
50	623538	1140602	550	18.2	
51	623547	1140588	551	17.1	Fin de la Calle La Torre. Inicia calle Brisas del Mayei
52	623551	1140557	549	30.2	Boca llave
53	623538	1140530	548	30.7	
54	623445	1140459	532	121.5	Boca llave
55	623390	1140459	532	77	
56	623351	1140388	524	43.5	
57	623327	1140300	520	25.9	
58	623319	1140339	513	44.1	Boca llave
59	623331	1140335	512	13	
60	623318	1140332	511	18.6	
61	623285	1140294	508	43.8	
62	623265	1140285	508	23.3	
63	623261	1140250	511	35.4	
64	623255	1140228	506	23	
65	623241	1140213	505	96.9	
66	623150	1140183	505	96.9	Entrada a la calle Brisas del Mayei
67	623143	1140193	505	7	Vía Vigirima.

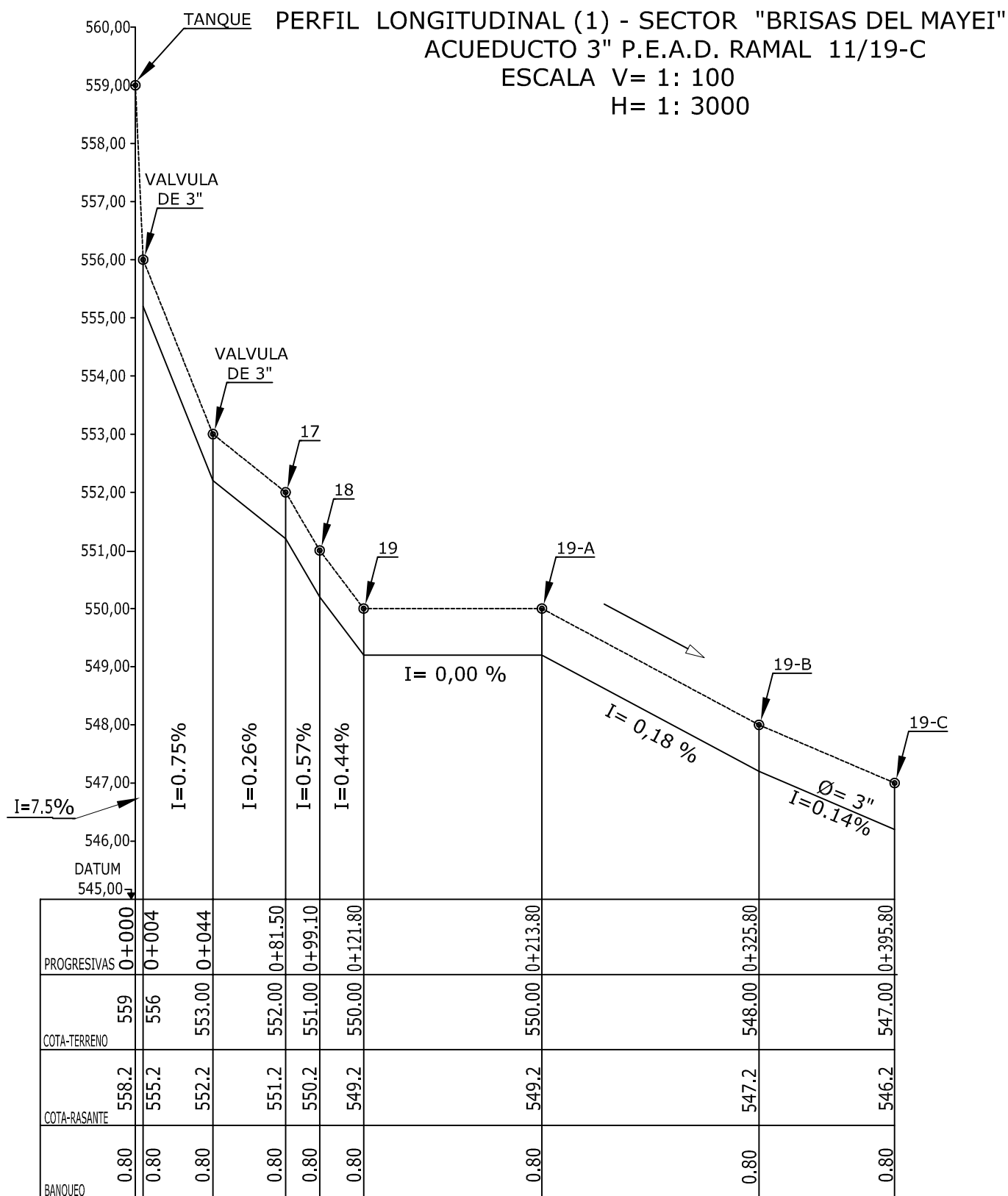
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DISTANCIA	REFERENCIA
57	623327	1140300	520		
				25	
68	623286	1140396	515		Calle Las Casitas
				77	
69	623225	1140350	510		Calle Las Casitas
				62	
70	623164	1140336	508		Calle Las Casitas
				63	
71	623104	1140326	505		Calle Las Casitas
				71	
72	623087	1140382	505		Vía Vigirima.
71	623104	1140326	505		Vía Vigirima.
				144	
73	623148	1140177	505		Vía Vigirima.
				129	
74	623186	1140048	504		Vía Vigirima.

A continuación se muestran los perfiles longitudinales que corresponden a las coordenadas expuestas anteriormente. Cada perfil longitudinal representa parte del sistema de abastecimiento: Línea de aducción dique – tanque, línea de aducción pozo – tanque y ramales de la red de abastecimiento.

Anexo C. Perfiles Longitudinales del Sistema de abastecimiento del Sector Brisas del Mayei.



DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3



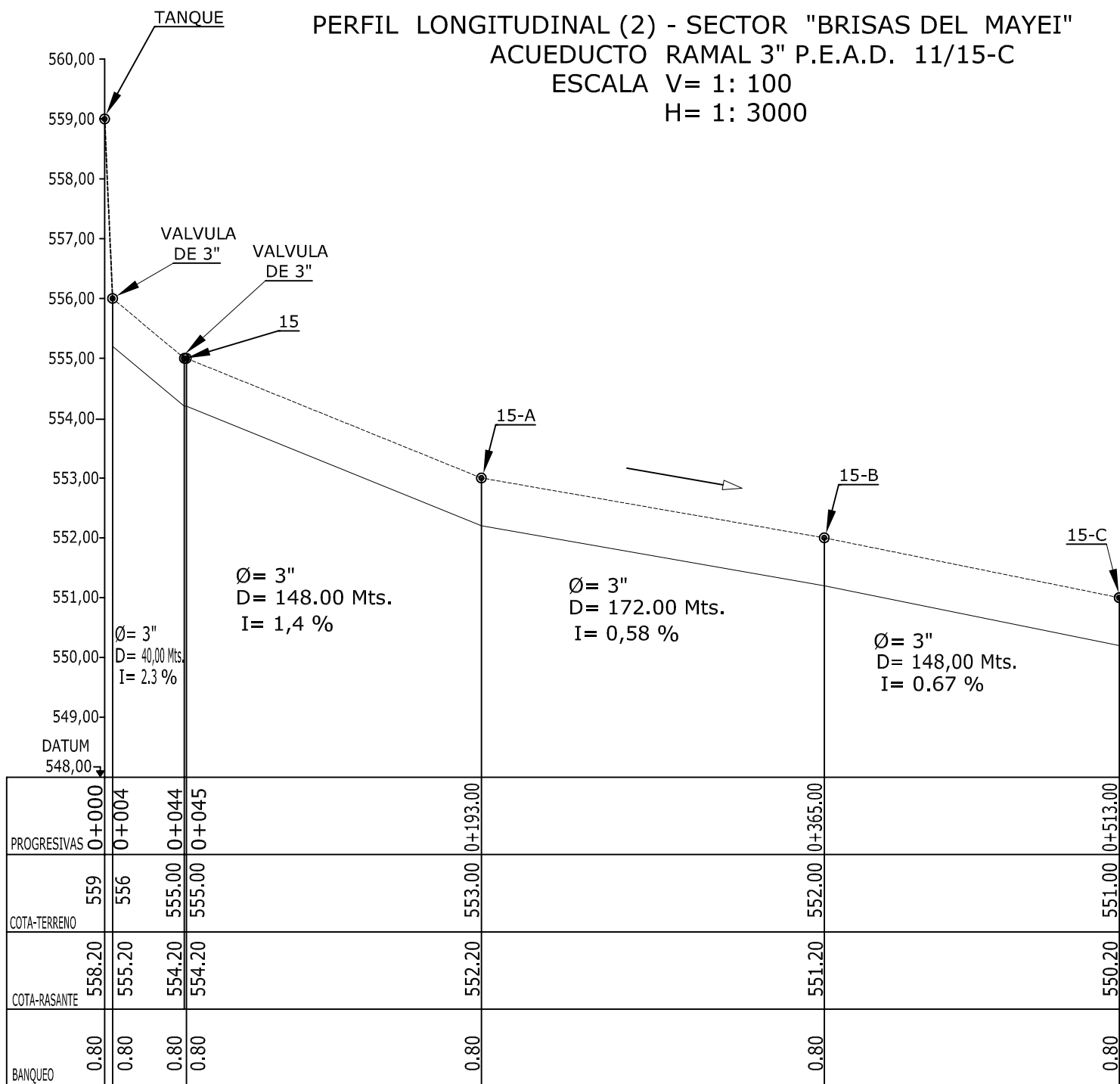


UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA



DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3



PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

ESC: 1:3000

Adriana Jiménez



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

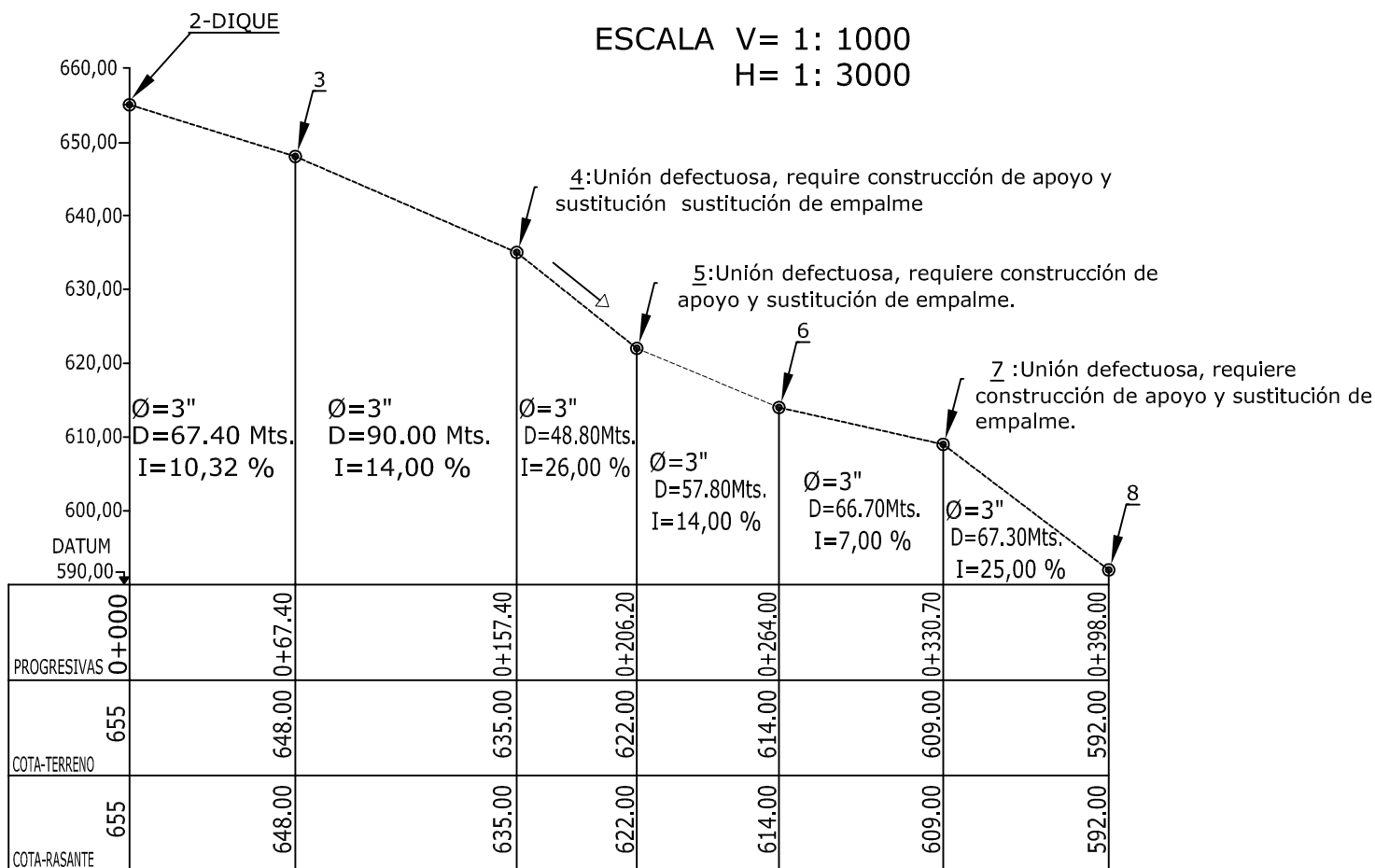
FACULTAD DE INGENIERÍA



DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3

PERFIL LONGITUDINAL (3) - SECTOR "BRISAS DEL MAYEI"
ACUEDUCTO 3" DE ACERO. LÍNEA DE ADUCCIÓN DIQUE-TANQUE

ESCALA V= 1: 1000
H= 1: 3000



PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

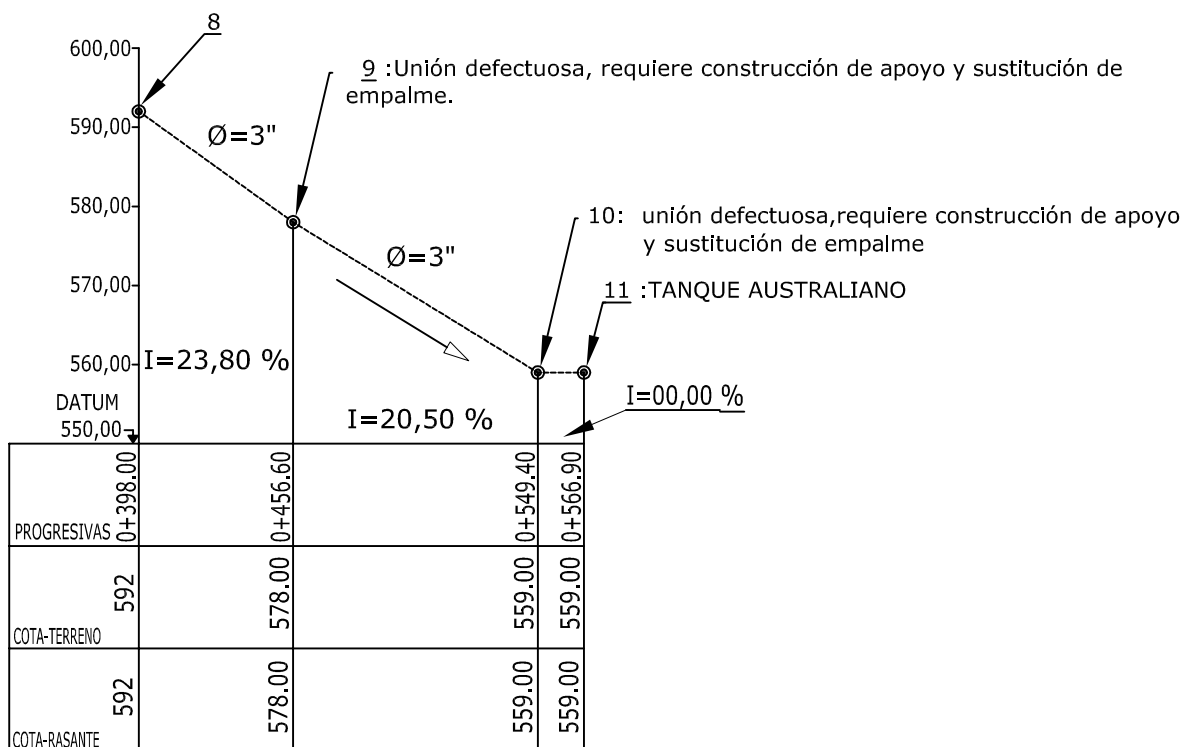
ESC: 1:3000

Adriana Jiménez



DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3

PERFIL LONGITUDINAL (4) - SECTOR "EL BRISAS DEL MAYEI"
ACUEDUCTO - CONTINUACIÓN DE ADUCCIÓN DIQUE-TANQUE
ESCALA V= 1: 1000
H= 1: 3000





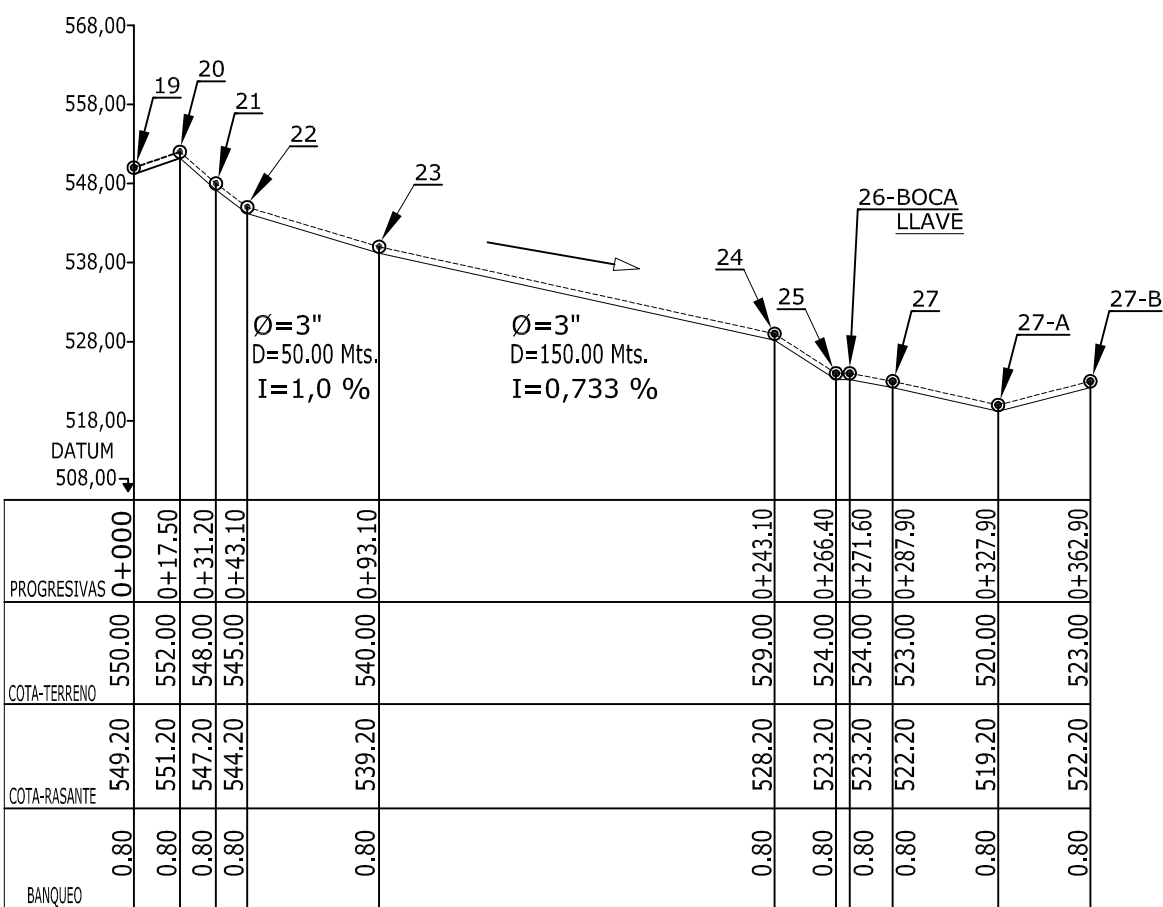
UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA



DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3

PERFIL LONGITUDINAL (5) - SECTOR "BRISAS DEL MAYEI"
ACUEDUCTO 3" P.E.A.D RAMAL 19/27-B
ESCALA V= 1: 1000
H= 1: 3000



PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

ESC: 1:3000

Adriana Jiménez



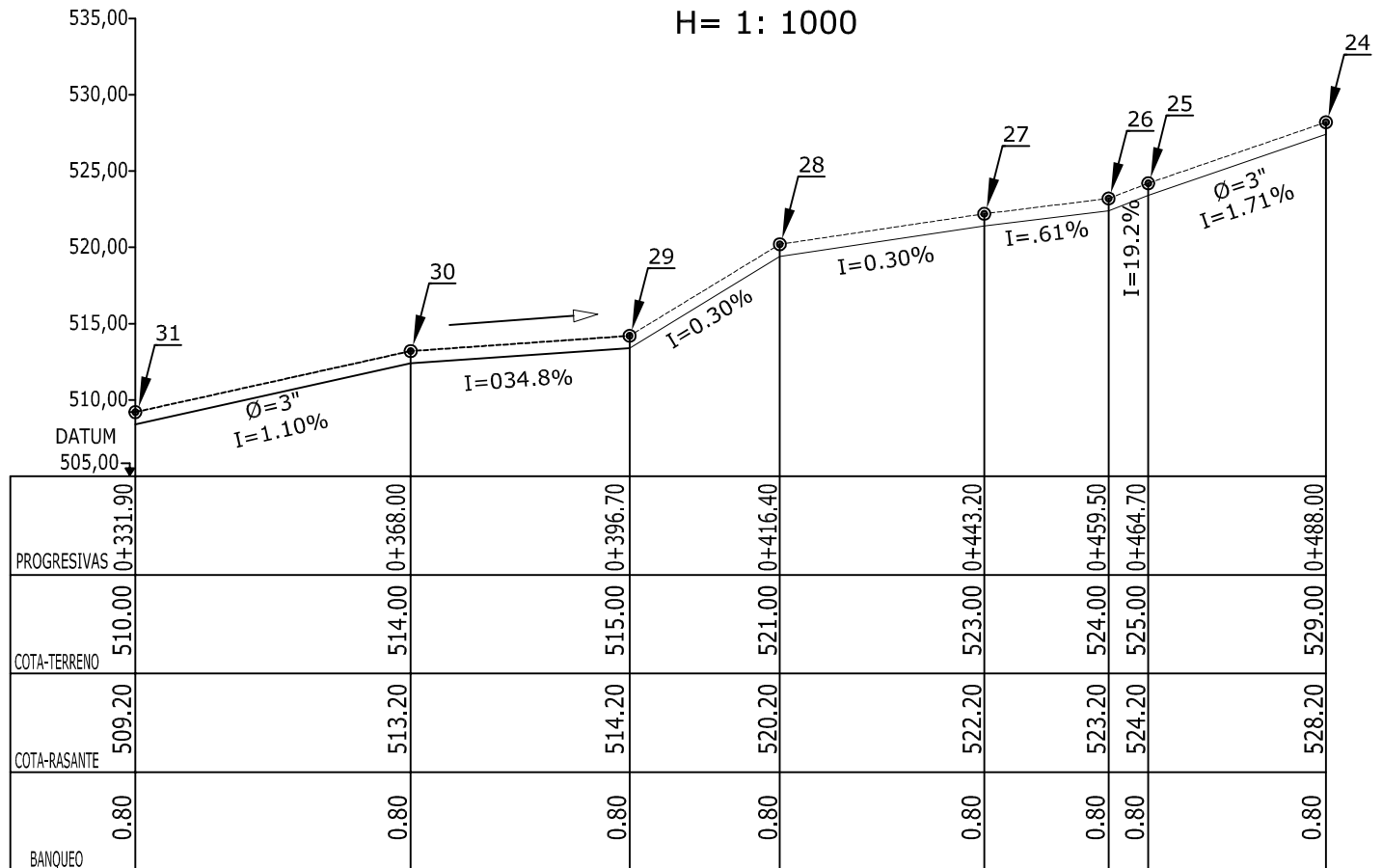
UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3PERFIL LONGITUDINAL (6) - SECTOR "BRISAS DEL MAYEI"
ACUEDUCTO 3" P.E.A.D RAMAL POZO PROFUNDO AL TANQUE DE
ALMACENAMIENTO PROGRESIVA 488

ESCALA V= 1: 500

H= 1: 1000



PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

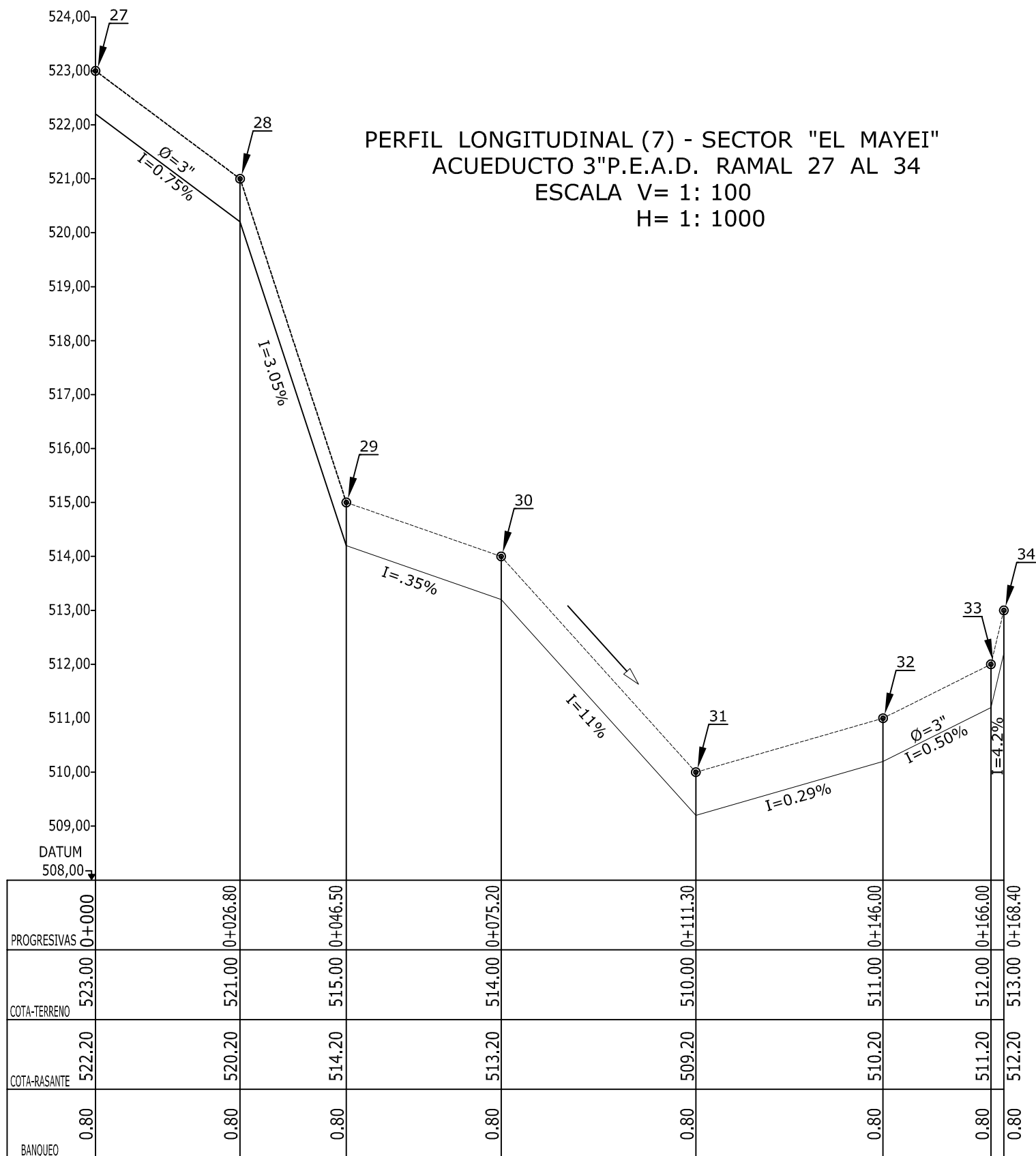
ESC: 1:3000

Adriana Jiménez



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3PERFIL LONGITUDINAL (7) - SECTOR "EL MAYEI"
ACUEDUCTO 3"P.E.A.D. RAMAL 27 AL 34
ESCALA V= 1: 100
H= 1: 1000

PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

ESC: 1:3000

Adriana Jiménez



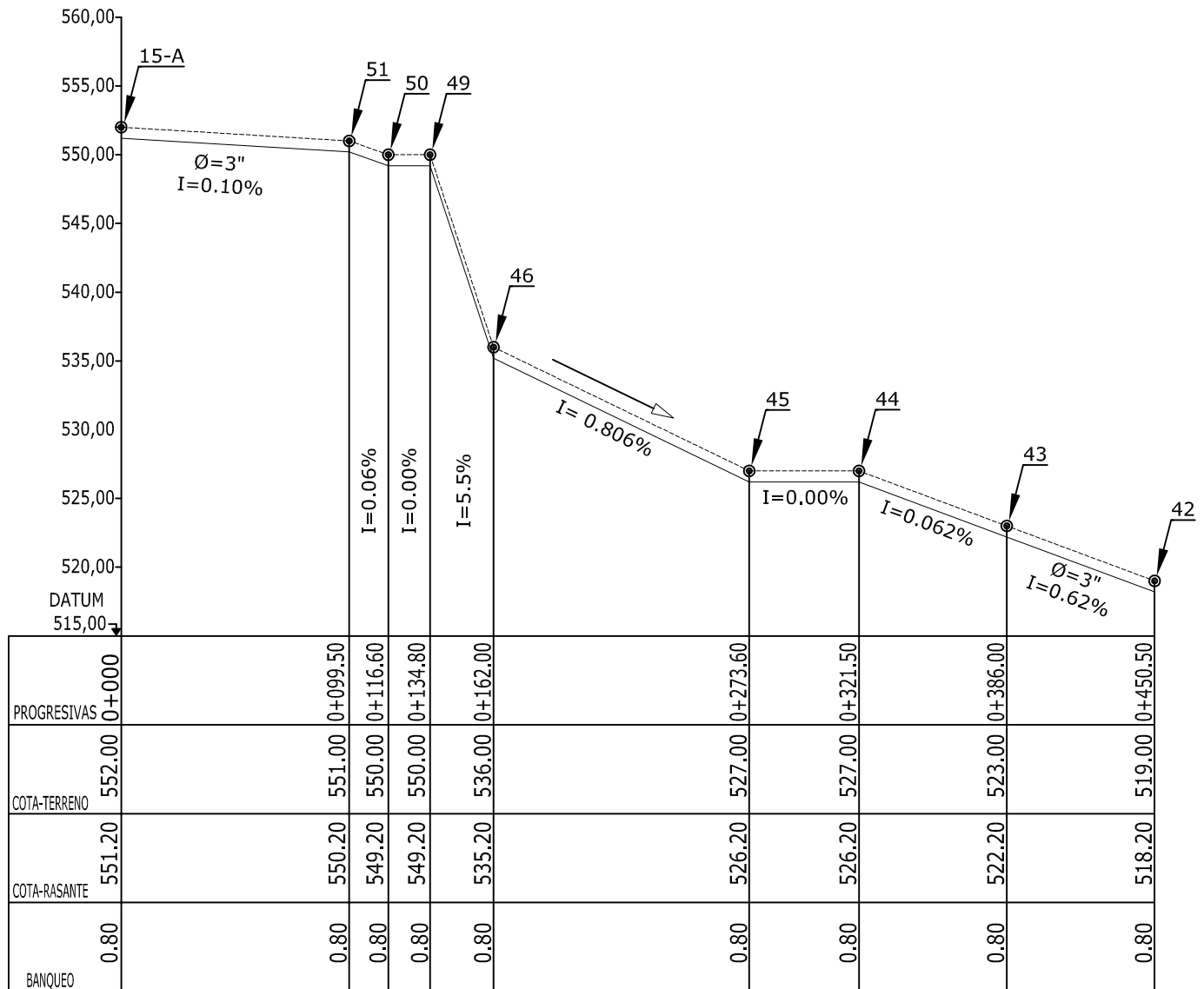
UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA



DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3

PERFIL LONGITUDINAL (8) - SECTOR "BRISAS DEL MAYEI"
ACUEDUCTO 3" P.E.A.D. RAMAL 15 AL 42
ESCALA V= 1: 500
H= 1: 3000



PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

ESC: 1:3000

Adriana Jiménez



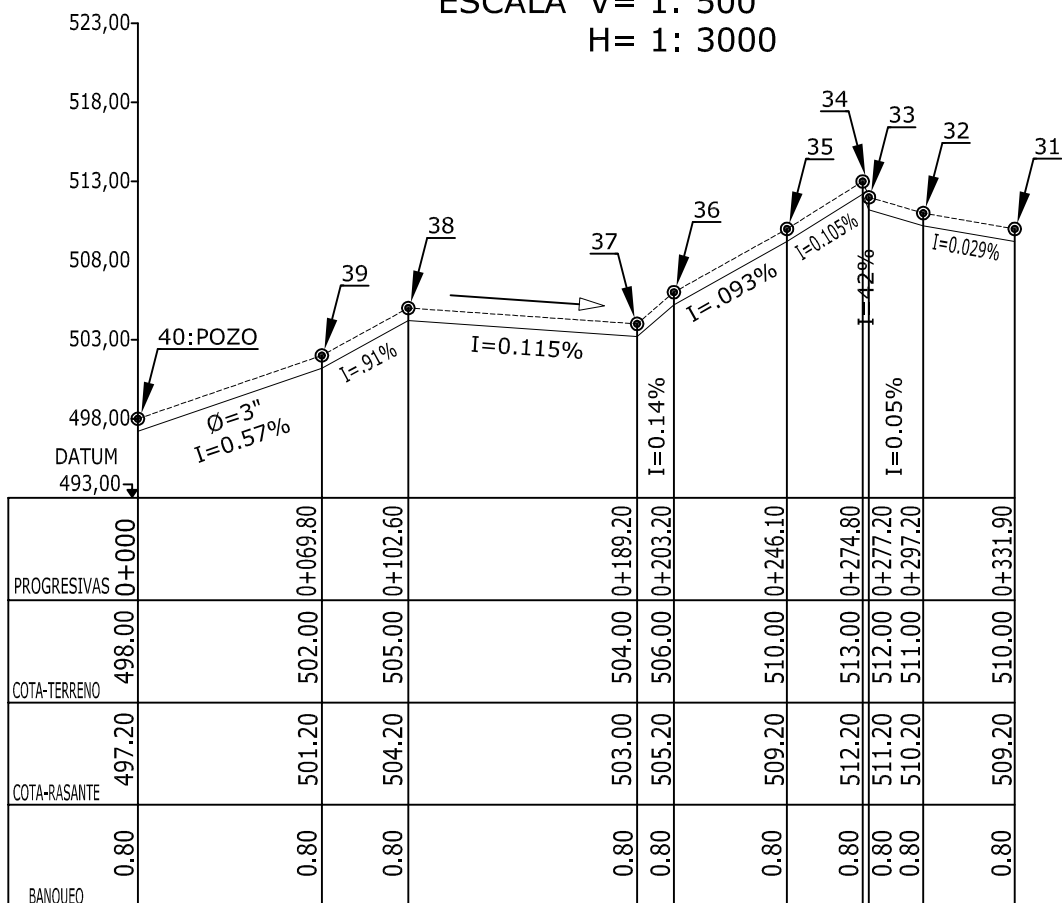
UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA



DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3

PERFIL LONGITUDINAL (9) - SECTOR "BRISAS DEL MAYEI"
ACUEDUCTO 3" P.E.A.D. - POZO PROFUNDO AL TANQUE
DE ALMACENAMIENTO
ESCALA V= 1: 500
H= 1: 3000



PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

ESC: 1:3000

Adriana Jiménez



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

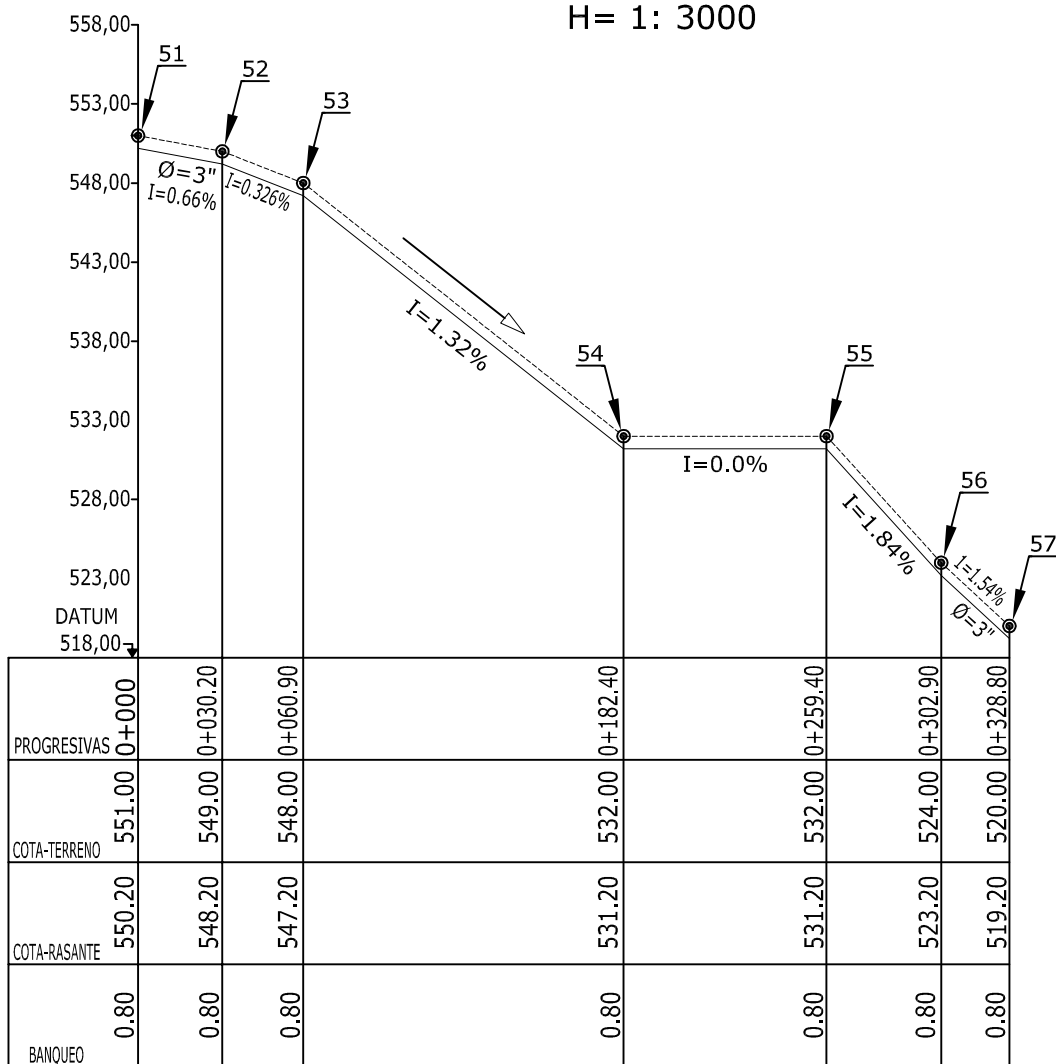


DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3

PERFIL LONGITUDINAL (10) - SECTOR "BRISAS DEL MAYEI"
ACUEDUCTO 3" P.E.A.D.- RAMAL 51 AL 57

ESCALA V= 1: 500

H= 1: 3000



PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

ESC: 1:3000

Adriana Jiménez



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

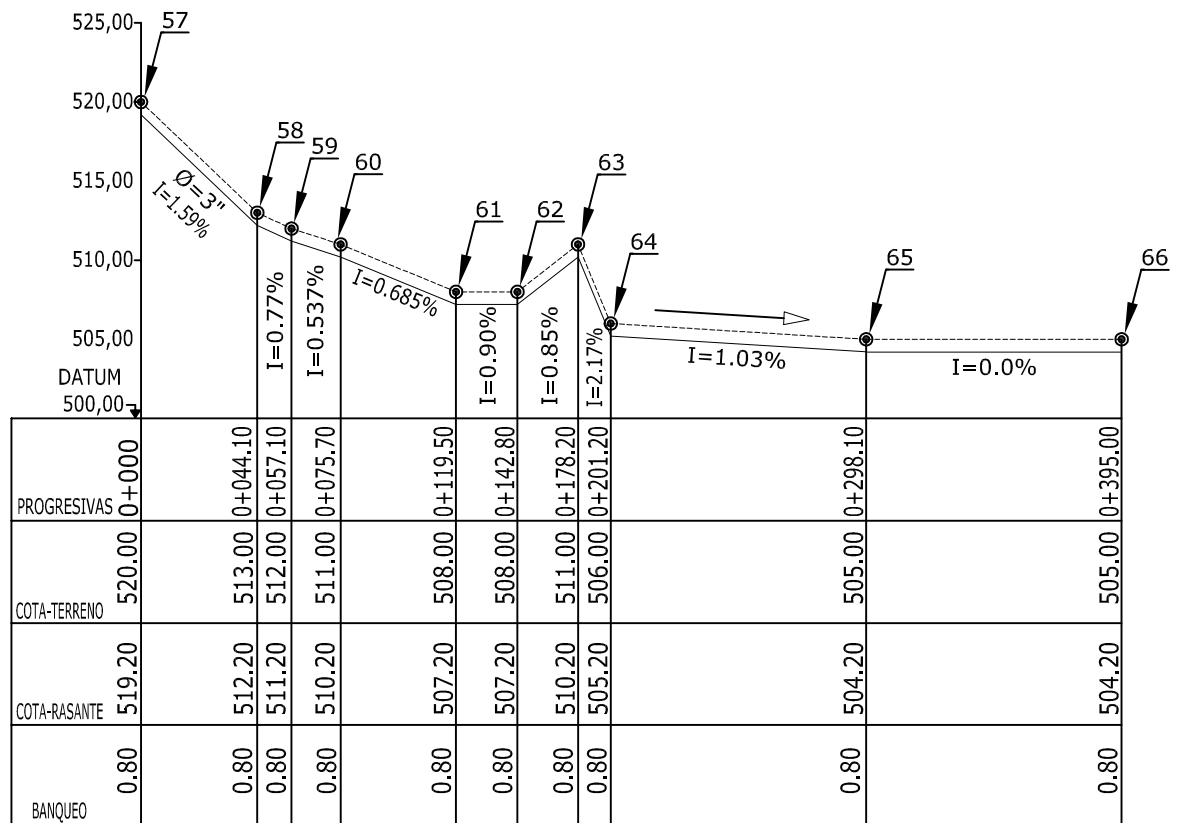


DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3

PERFIL LONGITUDINAL (11) - SECTOR "BRISAS DEL MAYEI"
ACUEDUCTO 3" P.E.A.D. RAMAL 57 AL 66

ESCALA V= 1: 500

H= 1: 3000



PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

ESC: 1:3000

Adriana Jiménez



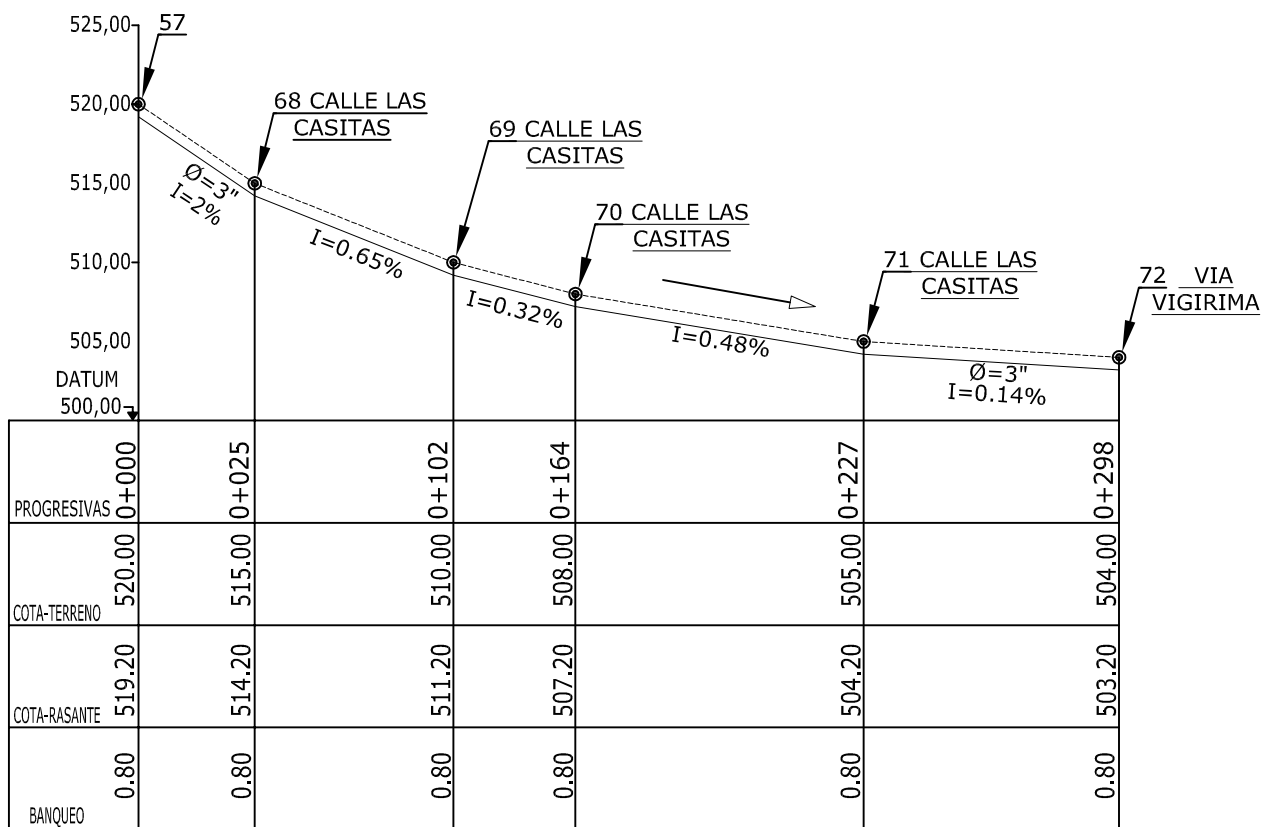
UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA



DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3

PERFIL LONGITUDINAL (12) - SECTOR "BRISAS DEL MAYEI"
ACUEDUCTO 3" P.E.A.D. - RAMAL 57 AL 72
ESCALA V= 1: 500
H= 1: 3000



PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

ESC: 1:3000

Adriana Jiménez



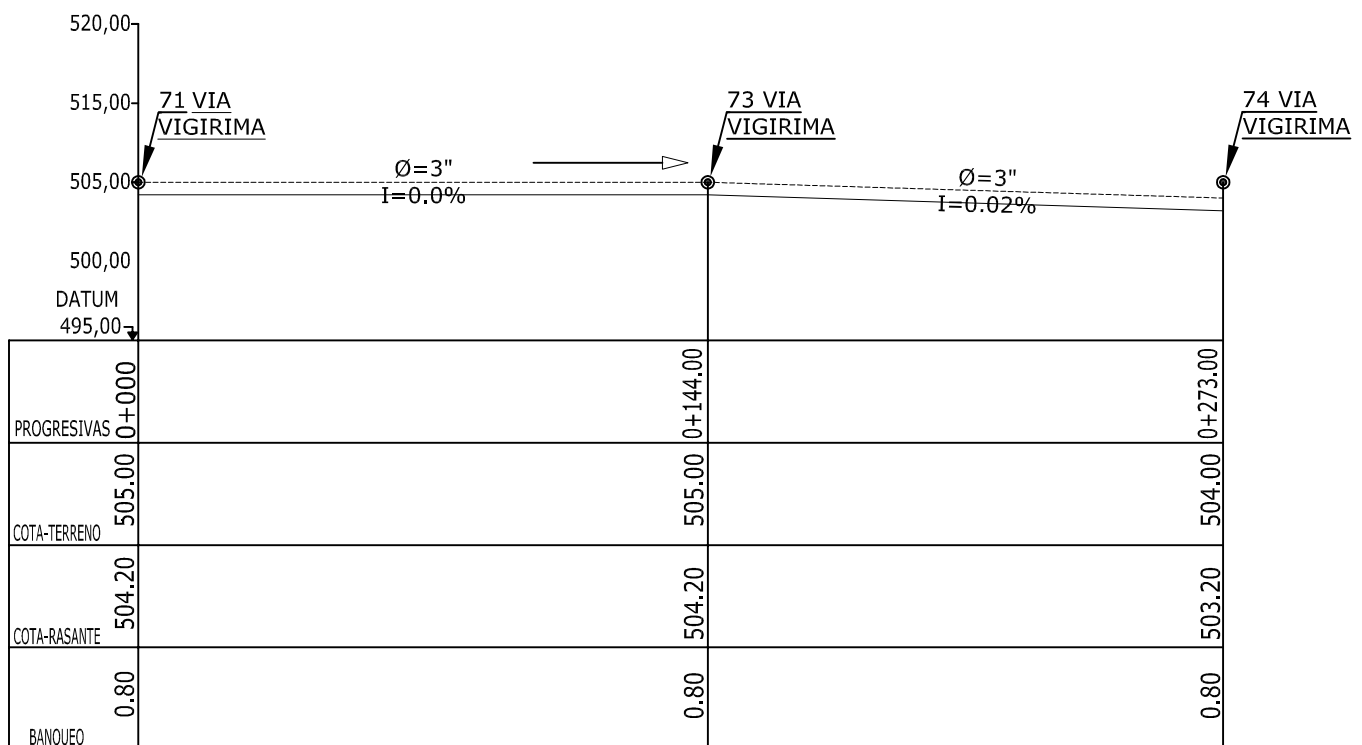
UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA



DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3

PERFIL LONGITUDINAL (13) - SECTOR "BRISAS DEL MAYEI"
ACUEDUCTO 3" P.E.A.D. - RAMAL 71 AL 74
ESCALA V= 1: 500
H= 1: 3000



PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

ESC: 1:3000

Adriana Jiménez

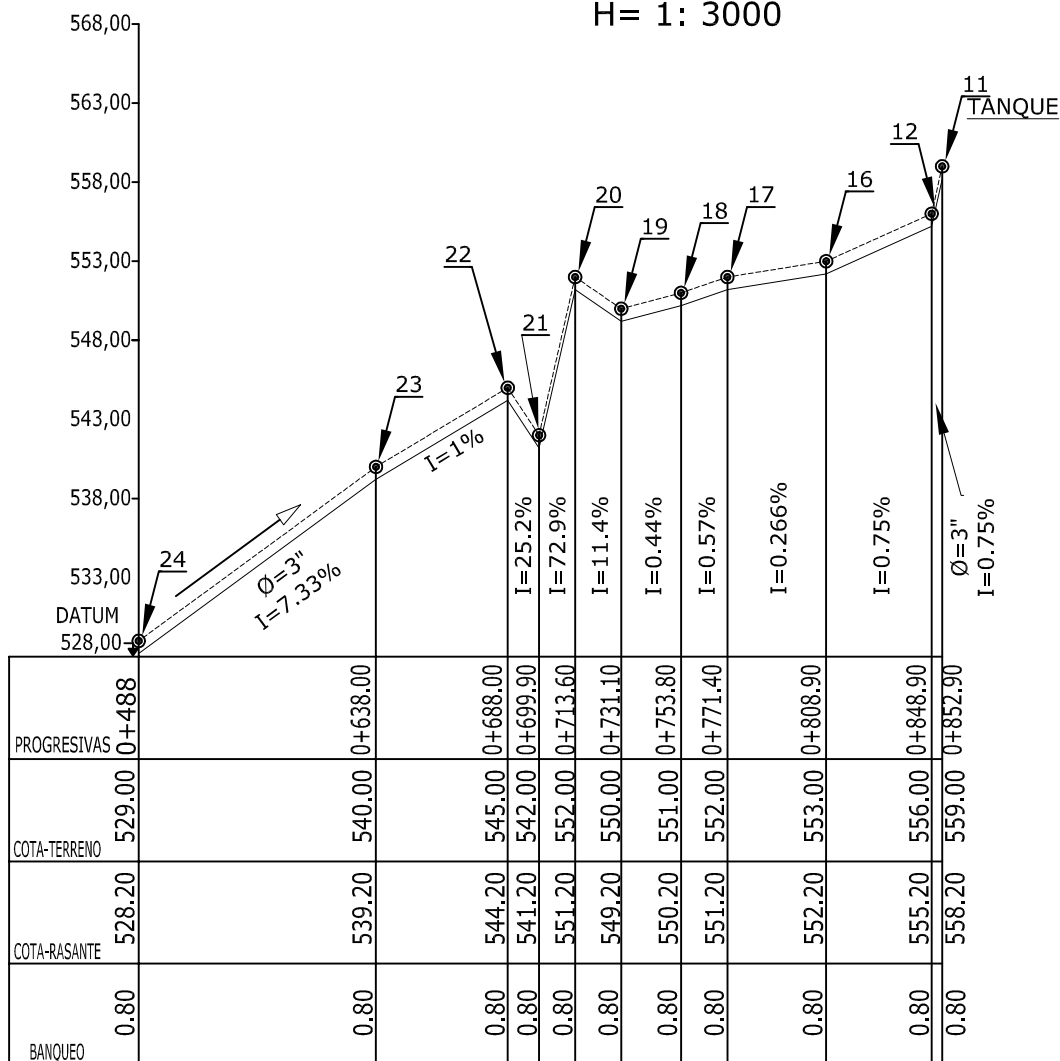


UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3

PERFIL LONGITUDINAL (14) - SECTOR "BRISAS DEL MAYEI"
ACUEDUCTO - RAMAL POZO PROFUNDO AL
TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA V= 1: 500
H= 1: 3000



PLANO: Perfil longitudinal.

FECHA: 19/10/2015

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Todas las unidades están en metros.

ESC: 1:3000

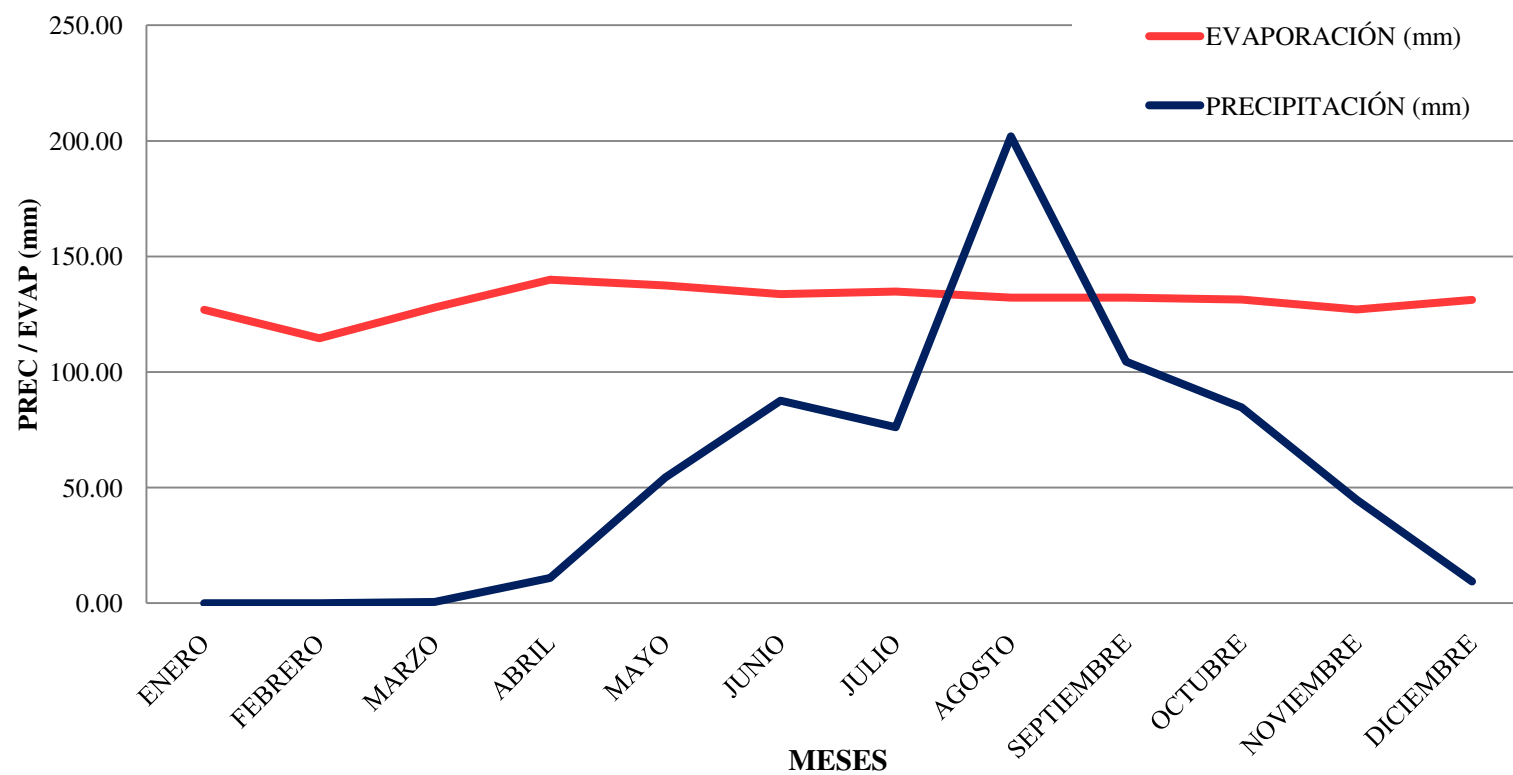
Adriana Jiménez

Anexo D. Balance hídrico del municipio Guacara, año 2014.

MES	EVAPORACIÓN (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)	VOLUMEN (m3/s)
ENERO	126.97548	0.00669	-6.69061
FEBRERO	114.58900	-0.00516	-6.03853
MARZO	127.84952	0.47614	-6.71193
ABRIL	139.91090	10.97072	-6.79449
MAYO	137.49238	54.34989	-4.38118
JUNIO	133.64976	87.67272	-2.42275
JULIO	134.86281	76.17541	-3.09253
AGOSTO	132.24252	201.89762	3.67047
SEPTIEMBRE	132.24248	104.44744	-1.46466
OCTUBRE	131.31900	84.69554	-2.45682
NOVIEMBRE	127.04138	44.70895	-4.33850
DICIEMBRE	131.27743	9.41549	-6.42150

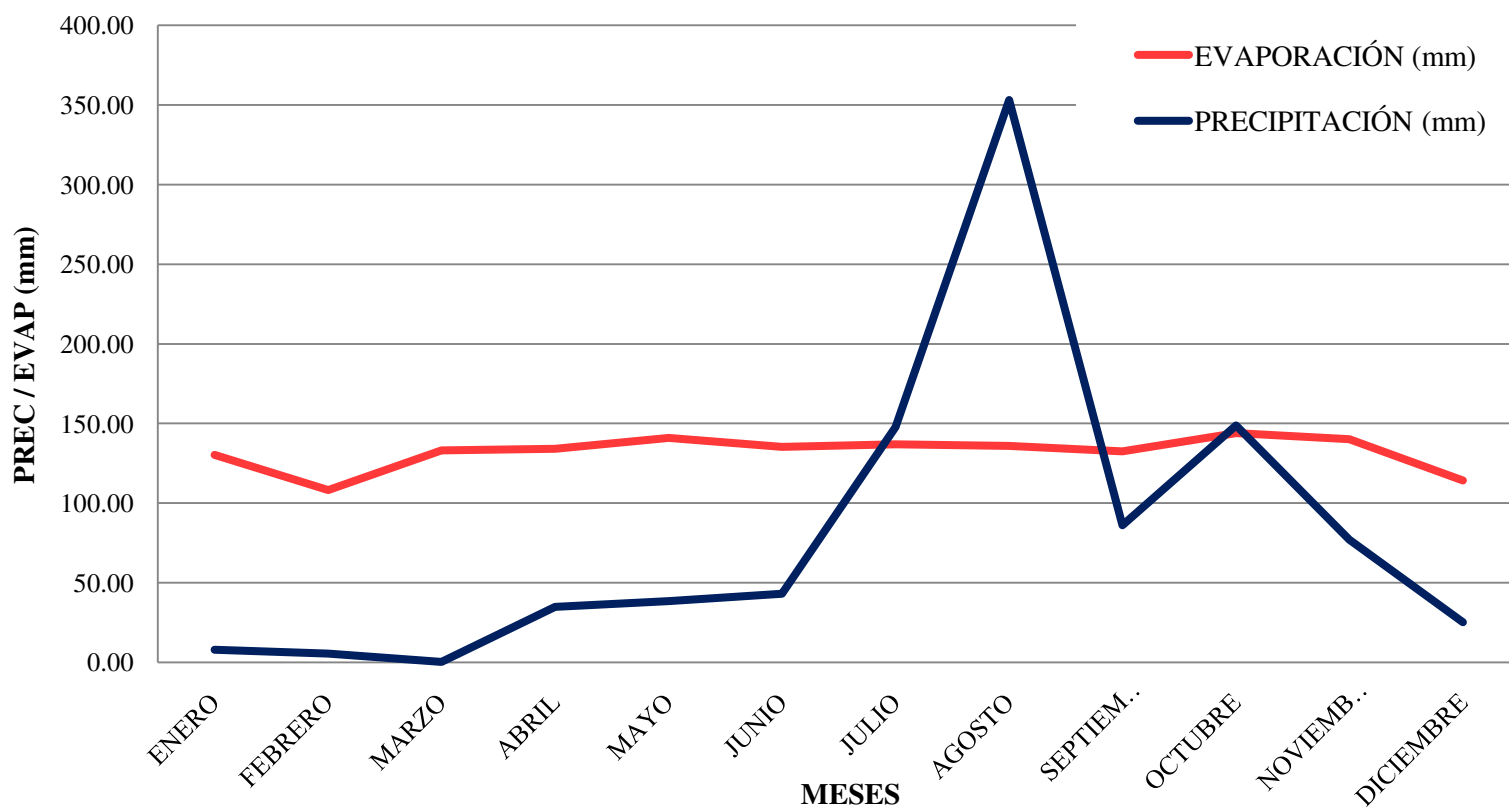
Anexo E. Balance hídrico del municipio Guacara, año 2015.

MES	EVAPORACIÓN (mm)	PRECIPITACIÓN (mm)	VOLUMEN (m3/s)
ENERO	130.33422	7.95562	-6.44873
FEBRERO	108.17054	5.40949	-5.41498
MARZO	133.05833	0.20352	-7.00077
ABRIL	134.00254	34.90838	-5.22176
MAYO	140.93254	38.36821	-5.40462
JUNIO	135.26433	43.11470	-4.85581
JULIO	136.97236	147.77338	0.56916
AGOSTO	135.84338	353.21963	11.45462
SEPTIEMBRE	132.53724	86.12373	-2.44575
OCTUBRE	143.96038	148.74701	0.25223
NOVIEMBRE	140.15279	77.04152	-3.32564
DICIEMBRE	114.23247	25.11759	-4.69590



Anexo F. Precipitación y evaporación del Municipio Guacara del Año 2014.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo G. Precipitación y evaporación del Municipio Guacara del Año 2015.

Fuente: Elaboración propia.



Oficio N°

17 8 0

28 OCT 2016

Ciudadano.

Instituto Autónomo Municipal del Agua Guacara

Municipio Guacara

Presente.-

Me dirijo a ustedes, en atención a solicitud realizada para llevar a cabo una caracterización físico-química y bacteriológica de aguas provenientes de Dique y pozo en el sector Brisas de Mayei, Vigirima, municipio Guacara, estado Carabobo, con la finalidad de conocer la calidad de aguas de estos puntos, solicitado de manera informal en el mes de octubre de 2016.

Al respecto, quien suscribe, Directora Estatal de Ecosocialismo y Aguas Aragua cumplo con informarle que una vez analizadas las muestras simples captadas en fecha 18/10/2016 por el interesado, se determinó que los valores obtenidos desde el punto de vista físico-químico y bacteriológicos, se encuentran dentro de los rangos o límites máximos establecidos en el Artículo 8 del **Decreto N° 3.219** de fecha 13/01/1.999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1.999 el cual contiene las **"Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia"**, y se pueden clasificar como **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 sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él"**, desagregada en **"Aguas Sub-Tipo 1A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes"** de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 del decreto antes mencionado.

Así mismo se le notifica que lo antes expuesto no le exime del cumplimiento de las exigencias de las normas sanitarias establecidas por otros organismos.

Sin más a que hacer referencia, se suscribe.

Atentamente,

ING. CARMEN LUISA CANNATA

DIRECTORA ESTATAL DE ECOSOCIALISMO Y AGUAS
DEL MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA ECOSOCIALISMO Y AGUAS
RESOLUCIÓN 205 DE FECHA 19/01/2015
Gaceta Oficial N° 40693 de fecha 01/02/2015.

RB/AV
26/10/2016





PLANILLA DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: INSTITUTO AUTONOMO MUNICIPAL DEL AGUA GUACARA

LUGAR DE CAPTACION: DIQUE

MOTIVO ANALISIS: CALIDAD DE AGUAS

APARIENCIA DE LAS MUESTRAS: AGUAS CRISTALINAS E INODORAS

TIPO DE MUESTRA: SIMPLE

DIRECCION: SECTOR BRISAS DE MAYEI, VIGIRIMA, MUNICIPIO GUACARA, ESTADO CARABOBO

FECHA DE CAPTACION: 18/10/2016

OBSERVACION: MUESTRAS CAPTADAS POR EL INTERESADO PREVIA INDUCCION EN EL LABORATORIO

CODIGO	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS		AGUA TIPO	OBSERVACION
			DIQUE		1. SUB-TIPO 1A*	
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S/cm}$	58		N.A	
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO_3	4,4		500	CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO_3	3,6		N.A	
3500-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO_3	0,80		N.A	
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO_3	19		N.A	
4500HB	pH		7,48		6,0 - 8,5	CUMPLE
5220-B	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/L	< 5		N.A	
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	38		1.500	CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	4		600	CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	2		400	CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	< 0,01		10	CUMPLE
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	0,64		N.A	
3500-D	CALCIO	mg/L	1,4		N.A	
3500-E	MAGNESIO	mg/L	0,19		N.A	
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	6,9		< 2.000	CUMPLE
9221-C	COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1,1		N.A	

* Decreto 3.219, Capitulo II, Articulos 5 y 8. De la clasificación de las aguas, "Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", publicado en Gaceta Oficial N° 5.305 Extraordinaria del 01/02/1.999
N.A: No Aplica un valor en las normas.

Analizado por:

MSC. Luisa Durán

Conclusión

La evaluación realizada a las aguas captadas en dique, localizado en el Sector Brisas De Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo indican que las mismas, cumplen con los rangos máximos permitidos para los parámetros analizados y estos se encuentran dentro de los límites establecidos en el Artículo 8 del Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1.999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1.999 el cual contiene las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", y se podrían clasificar como 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 sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él", desagregada en "Aguas Sub-Tipo 1A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes" de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 del decreto antes mencionado. Igualmente se notifica que lo antes expuesto no le exime del cumplimiento de las exigencias de las normas sanitarias establecidas por otros organismos.

Lodo. Alejandro Valles

Coordinador (e) Lab. Calidad Ambiental

Oficina Auxiliar, Laboratorio Ambiental Aragua Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas Aragua

Av. Aragua cruce con Av. Bermúdez, frente a C.C. Maracay Plaza, Maracay, Estado Aragua

Teléfono: 0243-2358639



PLANILLA DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: INSTITUTO AUTONOMO MUNICIPAL DEL AGUA GUACARA

LUGAR DE CAPTACION: DIQUE

MOTIVO ANALISIS: CALIDAD DE AGUAS

APARIENCIA DE LAS MUESTRAS: AGUAS CRISTALINAS E INODORAS

TIPO DE MUESTRA: SIMPLE

DIRECCION: SECTOR BRISAS DE MAYEI, VIGIRIMA, MUNICIPIO GUACARA, ESTADO CARABOBO

FECHA DE CAPTACION: 18/10/2016

OBSERVACION: MUESTRAS CAPTADAS POR EL INTERESADO PREVIA INDUCCION EN EL LABORATORIO

CODIGO	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS POZO	AGUA TIPO 1 SUB-TIPO	OBSERVACION
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu\text{S}/\text{cm}$	99	N.A	
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO_3	12	500	CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO_3	7	N.A	
3500-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO_3	5	N.A	
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO_3	46	N.A	
4500HB	pH		7,54	6,0 - 8,5	CUMPLE
5220-B	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/L	< 5	N.A	
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	65	1.500	CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	4	600	CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	2	400	CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	< 0,01	10	CUMPLE
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	0,27		
3500-D	CALCIO	mg/L	2,8	N.A	
3500-E	MAGNESIO	mg/L	1,2	N.A	
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	1,1	< 2.000	CUMPLE
9221-C	COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1,1	N.A	

* Decreto 3.219. Capítulo II. Artículos 5 y 8. De la clasificación de las aguas. "Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia". publicado en Gaceta Oficial N° 5.305 Extraordinaria del 01/02/1.999
N.A: No Aplica un valor en las normas.

Analizado por:

MSC. Luisa Durán

Conclusión

La evaluación realizada a las aguas captadas en el pozo profundo, localizado en el Sector Brisas De Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo indican que las mismas, cumplen con los rangos máximos permitidos para los parámetros analizados y estos se encuentran dentro de los límites establecidos en el artículo 8 del Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1.999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1.999 el cual contiene las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", y se podrían clasificar como 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 sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él", desagregada en "Aguas Sub-Tipo 1A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes" de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 del decreto antes mencionado.

Igualmente se notifica que lo antes expuesto no le exime del cumplimiento de las exigencias de las normas sanitarias establecidas por otros organismos.

Coordinador (e) Lab. Calidad Ambiental

Oficina Auxiliar. Laboratorio Ambiental Aragua Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas Aragua
Av. Aragua cruce con Av. Bermúdez. frente a C.C. Maracay Plaza, Maracay Estado Aragua
Teléfono: 0243-2358639.

Anexo I. Empresa de Perfilaje de Pozos, Mansermen, C. A.



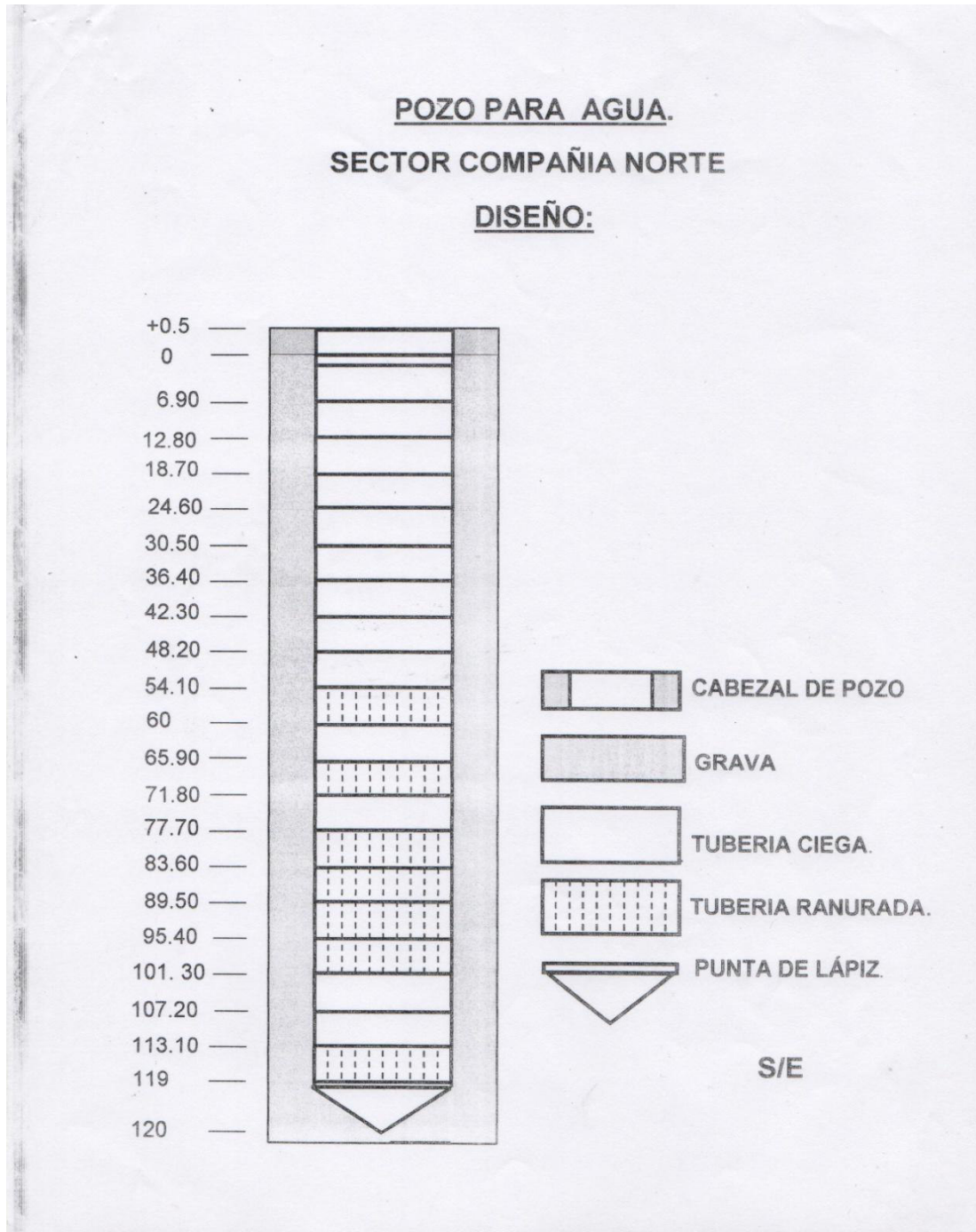
Anexo J. Acuíferos principales del pozo profundo de referencia en este estudio.

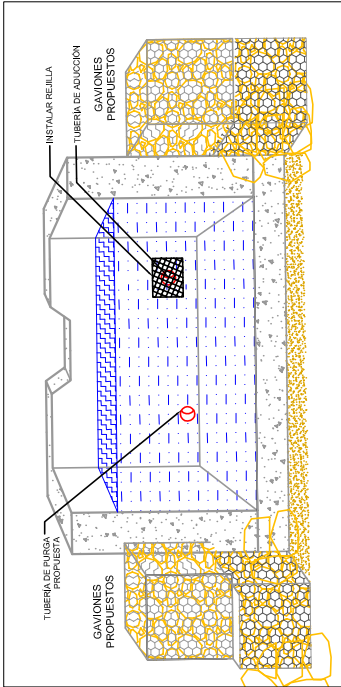
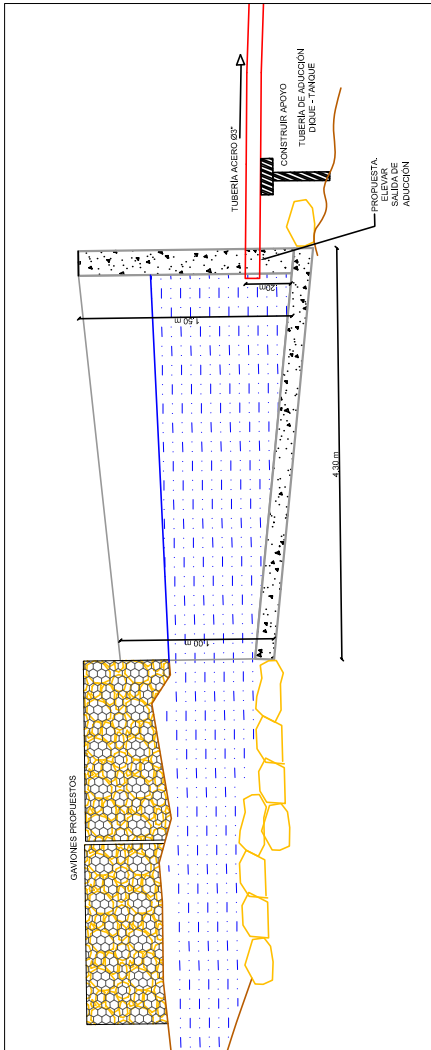
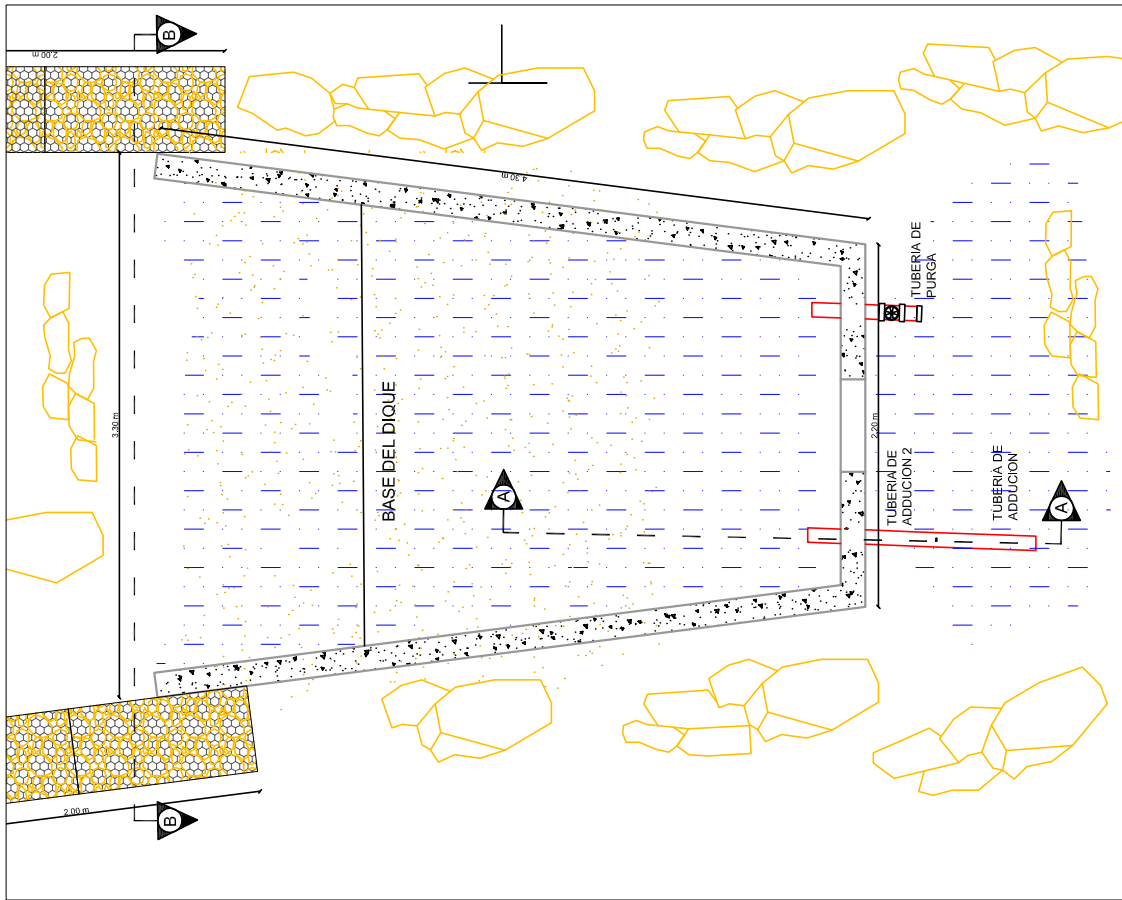
<u>POZO PARA AGUA</u> “Sector Compañía Norte”				
<u>Acuíferos Principales</u>				
	Mts. DESDE		Mts. HASTA	Mts. LONGITUD
1.	51	@	60	09
2.	64	@	75	11
3.	78	@	101	23
4.	113	@	120	07

Anexo K. Litología del pozo profundo de referencia.

<u>POZO PARA AGUA</u> “Sector Compañía Norte”				
<u>Litología del Pozo:</u>				
(Mts) DESDE		(Mts) HASTA	DESCRIPCIÓN	
0	@	3	Arcilla	
3	@	14	Canto rodado	
14	@	18	Arcilla	
18	@	22	Arena media	
22	@	30	Arcilla amarilla	
30	@	42	Arena media	
42	@	46	Arcilla	
46	@	49	Arena media	
49	@	51	Arcilla	
51	@	60	Arena media	
60	@	64	Arcilla	
64	@	99	Arena media	
99	@	114	Arcilla	
114	@	120	Arena media	
120	@	124	Arcilla	

Anexo L. Diseño de la tubería de encamisado del pozo profundo.



	UNIVERSIDAD DE CARABOBO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	
PLANO: REPRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL DIQUE TOMA.		Vigirima, Sector Brisas del Mayei, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
DIRECCIÓN:		
 CORTE B-B  CORTE A-A  PLANTA		
ELABORADO POR: ADRIANA JIMÉNEZ		
TUTOR: ING. ADRIANA MÁRQUEZ		
ESCALA: S/E		

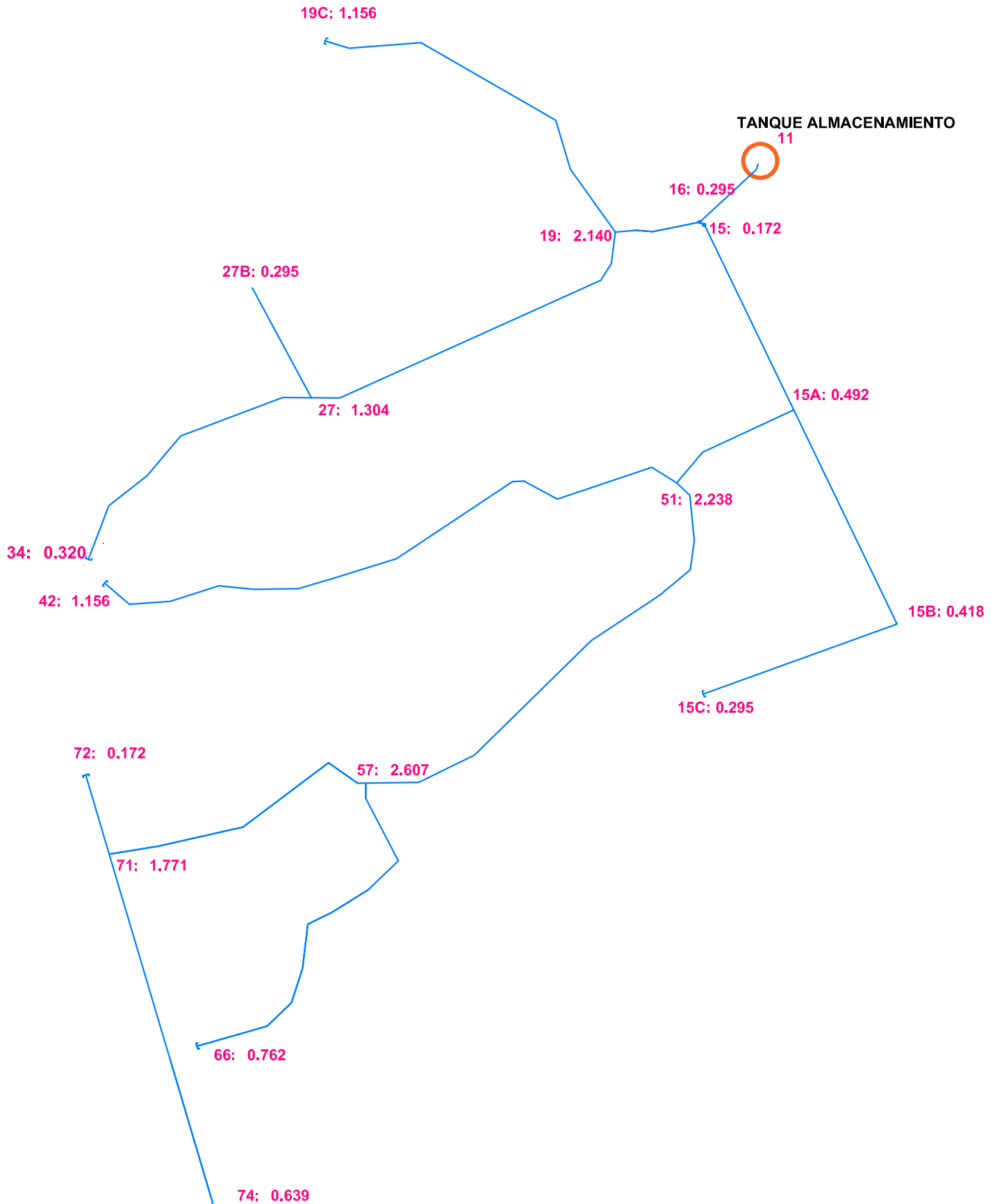


UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA



DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3



PLANO: Gasto en nodos por demanda máxima horaria

FECHA: 19/10/2016

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Gasto expresado en litros por segundo

ESC: S/E

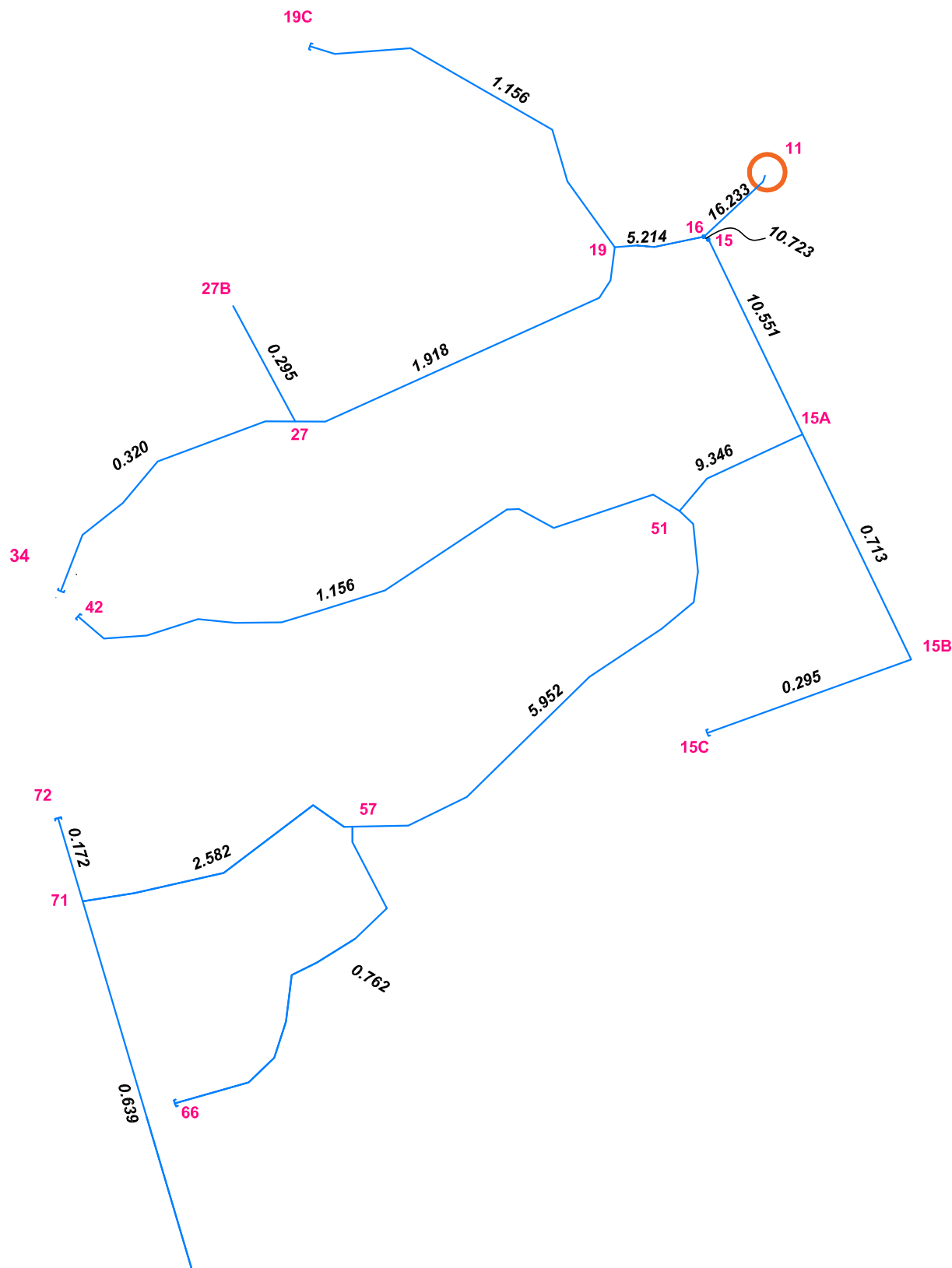
Adriana Jiménez



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECCIÓN: Sector Brisas del Mayei, Vigirima, Municipio Guacara, Estado Carabobo.
Perfil longitudinal N° 3



PLANO: Gasto en ramales por demanda máxima horaria

FECHA: 19/10/2016

ELABORADO POR:

OBSERVACIÓN: Gasto expresado en litros por segundo

ESC: S/E

Adriana Jiménez