

Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos  
Naturales



Título del proyecto: Evaluación del sistema de abastecimiento a partir de un balance de oferta y demanda en un acueducto veredal la cabaña del municipio de zipacon Cundinamarca.

Francisco Cruz Hernandez

Ingeniero Ambiental

[pachocruz@gmail.com](mailto:pachocruz@gmail.com)

Tutor Erika Johana Ruiz Suárez, M.Sc.

Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de Ingeniería, Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integral  
de los Recursos Naturales

Bogotá D.C 2017

**Evaluación del sistema de abastecimiento a partir de un balance de oferta y demanda en un acueducto veredal la cabaña del municipio de zipacon Cundinamarca.**

**Evaluation of catering the system based on a balance of supply and demand in an aqueduct veredal the cabin of the municipality of zipacon Cundinamarca.**

Francisco Cruz Hernández  
Ingeniero Ambiental  
Universidad Militar Nueva Granada  
Bogotá, Colombia,  
u2700725@unimilitar.edu.co

**RESUMEN**

El presente artículo se realizó identificando las necesidades de una comunidad, en pro de la preservación y cambio de la mentalidad cultural que los recursos naturales son infinitos y se autorregulan por sí mismos. Bajo esta consigna se realizó un estudio para la identificación de la oferta y la demanda en un acueducto veredal de la cabaña municipio de zipacon.

Se realizó la identificación de las condiciones climatológicas más representativas que era importantes para la realización del artículo; se utilizó en un estudio de la mesocuenca del río Apulo, donde se tiene en cuenta el registro histórico de 20 años entre 1986 y 2005 de la estación La Florida del IDEAM,

Según los datos tomados de la estación de La Florida acerca de la precipitación, en promedio precipitan 100.8 mm al año, teniendo los picos más altos en abril y octubre y los picos más bajos en junio, la temperatura promedio es de 16.8 °C anuales y tiene pequeñas variaciones a lo largo del año observando cambios significativos entre agosto y septiembre, estos cambios pueden afectar la humedad y la evaporación.

El acueducto no presenta sistemas primarios de tratamiento, la bocatoma es rudimentario, no presenta desarenador, micromedidores, macromedidores; el caudal captado es de 4,56 L/S para suplir la necesidad de consumo.

Se realiza la proyección de la población a 15 años con una tasa de crecimiento del 0,63%, de acuerdo a su nivel de complejidad, se realiza un promedio de los métodos identificados en el RAS para el cálculo de dotación de diseño, los cálculos aritmético, geométrico, exponencial arrojaron que para el año 2023 la población será de 1513 habitantes. La oferta y la demanda en el periodo de diseño, al año 2032, presenta una demanda de 63.574 m<sup>3</sup>/año y una oferta de 883.008 m<sup>3</sup>/año, con un

superávit de 819.433 m<sup>3</sup>/año, lo que indica que la quebrada hasta este periodo de proyección alcanza abastecer la demanda de la población sin ningún inconveniente.

## **PALABRAS CLAVES**

**CUENCA HIDROGRÁFICA:** superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.

**AGUA CRUDA:** Agua superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.

**AGUA POTABLE:** Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos es apta y aceptable para el consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.

**BOCATOMA:** estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

**FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA:** depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

**CAPTACIÓN:** conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

**DESARENADOR:** componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación mecánica.

**CAUDAL DE DISEÑO:** caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

**DOTACIÓN:** cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes.

**MACROMEDICIÓN:** sistema de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

**MICROMEDICIÓN:** sistema de medición de volumen de agua, destinado a conocer la cantidad de agua consumida en un determinado período de tiempo por cada suscriptor de un sistema de acueducto.

**PERÍODO DE DISEÑO:** tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.

**POBLACIÓN DE DISEÑO:** población que se espera atender por el proyecto, considerando el índice de cubrimiento, crecimiento y proyección de la demanda para el período de diseño.

## **ABSTRAC**

The present article was identified the needs of a community, for the preservation and change of the cultural mentality that natural resources are infinite and self-regulate by themselves. Under this slogan was carried out a study for the identification of supply and demand in a veredal aqueduct of the village of zipacon.

The identification of the most representative climatic conditions that were important for the accomplishment of the article was realized; Was used in a study of the Apulus river basin, where the historical record of 20 years between 1986 and 2005 of the La Florida station of IDEAM is taken into account,

According to data from the La Florida station on precipitation, on average precipitate 100.8 mm per year, with the highest peaks in April and October and the lowest peaks in June, the average temperature is 16.8 ° C per year and has Small variations throughout the year observing significant changes between August and September, these changes can affect the humidity and the evaporation.

The aqueduct does not present primary systems of treatment, the bocatoma is rudimentary, does not present desander, micromedidores, macromedidores; The collected flow is 4.56 L / S to meet the need for consumption.

We performed the projection of the population to 15 years with a growth rate of 0.63%, according to their level of complexity, we performed an average of the methods identified in the RAS for the design endowment calculation, calculations Arithmetic, geometric, exponential showed that by 2023 the population will be 1513 inhabitants. The supply and demand in the design period, to the year 2032, presents a demand of 63,574 m<sup>3</sup> / year and an offer of 883,008 m<sup>3</sup> / year, with a surplus of 819,433 m<sup>3</sup> / year, which indicates that the creek until this period Of projection reaches to supply the demand of the population without any inconvenience.

## **INTRODUCCION**

El agua es uno de los recursos más importantes del planeta, utilizado para diferentes necesidades y para toda clase de seres vivos; en especial el hombre se beneficia de este recurso por salud, alimentación, bienestar y recreación. Para que se pueda acceder al agua en la mayoría de regiones hay personas encargadas de administrar el recurso, buscando abastecer a la población durante el mayor tiempo y con la mejor calidad posible. Por lo tanto, es muy importante mejorar el sistema de abastecimiento para mejorar el servicio y la calidad de vida de la población. Para esto se debe tener la información necesaria con el fin de hacer una evaluación y plantear soluciones aptas y viables para la región.

En Colombia se han realizado varios estudios para diferentes regiones, con el propósito de estimar la disponibilidad del recurso hídrico; estos estudios se utilizarán como base para la elaboración del presente artículo, que evalúa el sistema de abastecimiento de la vereda la Cabaña, municipio Zipacón Cundinamarca, teniendo en cuenta el consumo por habitante y la oferta, la demanda de la quebrada que

abastece el sistema de acueducto. Además, es importante conocer, identificar la cueca de la cual se surte el acueducto, su estado ecológico actual. La población de la vereda La Cabaña del municipio de Zipacón cundinamarca es abastecida por el acueducto Ascuabaña que surte parte de la vereda La Capilla. Este acueducto capta el agua de la quebrada El Zurrón, la cual también abastece el acueducto Acuezur que surte un sector de la vereda San Cayetano. Años atrás, el agua de esta quebrada era totalmente apta para el consumo sin realizarle ningún tratamiento químico; en la actualidad, la calidad ha disminuido debido a la implantación de cultivos ubicados cerca a los nacederos que surten el acueducto. El sistema de abastecimiento cuenta con una red de distribución y dos tanques de almacenamiento; no cuenta con planta de tratamiento, micromedidores, ni macromedidores; por lo tanto, se cobra una tarifa básica a todos los usuarios independientemente de lo que consuman y del uso que hagan, corriendo el riesgo de que disminuya la oferta ya sea por calidad o por cantidad y no cubra lo que demanda la población.

## **MATERIALES Y METODOS.**

Para la realización de este documento se hará una identificación de las necesidades actuales del acueducto veredal, mediante aforos insitu para conocer el caudal de la quebrada donde es captada el agua, cálculos para identificar la oferta y la demanda. Además, mediante visitas se identificará el estado actual de la cuenca de la quebrada; esto con el fin de identificar el estado de intervención antrópica en el área. se realizará una revisión bibliográfica de acuerdo a la temática de investigación, mediante el análisis de los censos actualizados, precipitaciones máximas y mínimas del sector.

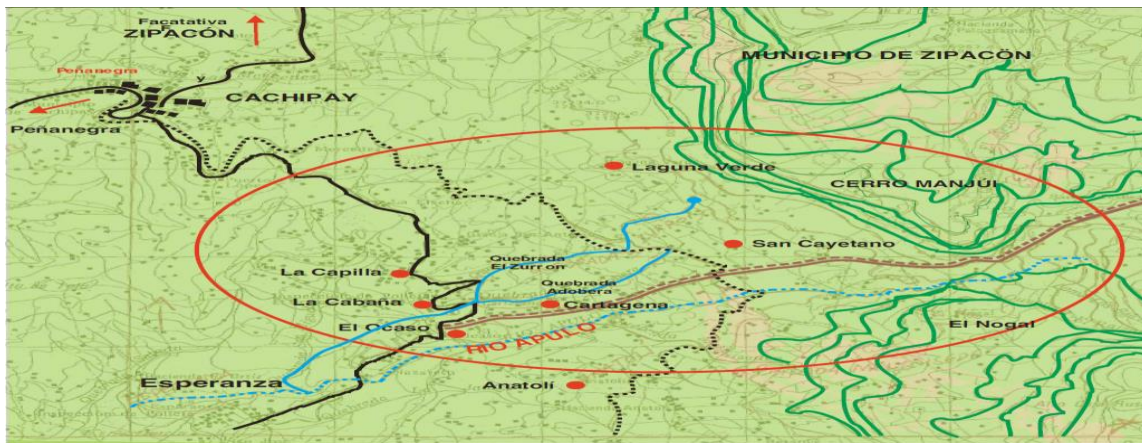
La necesidad de identificación de la importancia de este vital recurso en cada una de las actividades que realizamos como seres vivos en el planeta, ha conllevado a metodologías para el cálculo de oferta y demanda de nuestras fuentes hídricas.

Aunque existen alternativas de captación de agua para el consumo humano, actualmente en algunos lugares de nuestra geografía los métodos de suministro son un poco rudimentarios, donde la cultura del despilfarro sobresale; y surgen medidas para concientizar y generar cambios de culturales.

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO VEREDA LA CABAÑA MUNICIPIO ZIPACÓN CUNDINAMARCA**

El municipio de Zipacón se encuentra ubicado al suroeste de Bogotá, por la vía que de Bogotá conduce hacia Facatativá, en el kilómetro 32, adelante del casco urbano de Madrid, en donde se desvía por la margen izquierda de la carretera, a diez (10) kilómetros de esa vía central. El casco urbano se encuentra a una altura de 2550

m.s.n.m.; el municipio tiene una extensión de 5460 hectáreas (54,60 km<sup>2</sup>), que en su mayoría corresponden al sector rural. El sector urbano está comprendido por la cabecera municipal de Zipacón, el barrio La Estación ubicado cerca de la anterior y por donde pasa la vía férrea, la Inspección de Policía de El Ocaso, el caserío de La Capilla y el centro poblado de la Cabaña. El municipio de Zipacón se localiza en la hoya hidrográfica del río Bogotá, en la parte alta de la provincia del Tequendama, departamento de Cundinamarca. La cabecera está localizada a los 4° 45' 06" de latitud Norte y 74° 22' 45" longitud oeste. Su temperatura media es de 14 °C y una precipitación media anual de 590 mm. El centro poblado la Cabaña se encuentra ubicado a 40 minutos del casco urbano después del municipio de Cachipay antes de la Inspección de Policía de El Ocaso, vía municipio la Mesa, se encuentra en la zona baja del municipio.



FUENTE: PATRICIA RODRIGUEZ Gerente del acueducto.

## RESULTADOS

### Fase 1. Determinar la oferta hídrica de la vereda La Cabaña.

El agua de la Quebrada el Zurrón es captada por una bocatoma de fondo, a una altura de 1720 msnm, sin condiciones de diseño estructural precisas. Se estima una capacidad de 4,56 L/S teniendo en cuenta que caudal es igual a velocidad por área ecuación que se describe al final del párrafo, se estima de esta manera debido a que el agua sale directamente a la tubería por lo tanto el agua captada es la pasa por la tubería; directamente de la bocatoma sale un tubo de tres pulgadas (3") a un pequeño tanque del cual se derivan varias ramificaciones a diferentes sectores de la población entre estos los habitantes de la vereda la cabaña y habitantes que están suscritos a este acueducto que pertenecen a otras veredas. Entre estas ramificaciones una se dirige al tanque de almacenamiento y de este sale otra tubería para otro sector de la población. La bocatoma tiene un diseño muy artesanal buscando retener material de gran tamaño, protegida con cerramiento en malla; el objeto que funciona como bocatoma es una canasta plástica de 40 por 70 cm;

después de la bocatoma el flujo sigue su corriente natural casi un 70% hasta la bocatoma del acueducto Acuezur.

## METODO DE ESTIMACIÓN

$Q = A * V$  Donde Q: caudal A: área V: velocidad =1m/s aprox.  $\phi = 3'' - 0,0762m$   
( se convierte pulgada a metros)

$$A = \frac{\phi^2 * \pi}{4} = \frac{0,0762^2 * \pi}{4} = 4,56 * 10^{-3} m^2 \quad Q = 4,56 * 10^{-3} m^2 * \frac{1m}{s} = 4,56 * 10^{-3} m^3$$

$$Q = 4,56 L/S$$

**Fase 2. Determinar la demanda hídrica de la vereda La Cabaña.**

## FOTO 1 BOCATOMA ACUEDUCTO LA CABAÑA



## CONDUCCIÓN

La conducción tiene una extensión de 1.569 m hasta el primer tanque de almacenamiento, a una altura de 1656 msnm, en su gran mayoría en PVC RD21 de 3" en buen estado. Tiene una sección de 190 m en hierro galvanizado, que presenta deterioro. La segunda etapa de la aducción tiene una extensión de 476 m al segundo tanque de almacenamiento, a una altura de 1534 msnm y no cuenta con macromedidores. La conducción es interferida por conexiones ilegales y al no tener macromedidores no hay datos precisos del caudal que está pasando por la tubería sin embargo se estima un caudal de 4,56 L/S.

## TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El acueducto cuenta con dos tanques construidos en ladrillo doble y concreto reforzado. Tienen unas dimensiones de 6.00 m por 6.00 m y una altura de dos m para una capacidad de 72 m<sup>3</sup> c/u para un total de 144 m<sup>3</sup> de almacenamiento, a la fecha del estudio solo está en funcionamiento un tanque. El tanque suministra agua a la red las 24 horas del día a cierto sector de la vereda La Cabaña, el otro sector

de la población no cuenta con tanque de almacenamiento, a pesar de esto la vereda La Cabaña no presenta racionamientos a lo largo del día, pero corre el riesgo de no alcanzar a abastecer a la población en épocas de verano a un futuro por lo que el agua está en constante circulación.

**FOTO 2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO**



**AUTOR: LAURA GALINDO 2017 VEREDA LA CABAÑA**

**FOTO 3 TANQUE DE ALMACENAMIENTO**



**AUTOR: LAURA GALINDO 2017 VEREDA LA CABAÑA**

### **RED DE DISTRIBUCION**

El sistema de distribución está compuesto por 18 ramales para cubrir los diferentes sectores en una longitud de 4.713 m en diámetro que van desde 2" hasta ¾". En el siguiente cuadro se muestra la distribución actual; en la última columna se muestra el caudal que pasa por metro de tubería, la presión no se pudo calcular porque no se tenía registro de la altura de cada ramal, sin embargo, la población asegura que a la fecha del estudio la tubería no había presentado ningún tipo de inconveniente.

**TABLA 1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN POR RAMALES CON SUS LONGITUDES**

| RAMAL | LONGITUD (M) | DIAMETRO (PULG) | Q/M   |
|-------|--------------|-----------------|-------|
| R1    | 273,724      | 2               | 0,013 |
| R2    | 697,680      | 3/4             | 0,005 |
| R3    | 442,859      | 3/4             | 0,008 |
| R4    | 279,905      | 1               | 0,012 |
| R5    | 266,040      | 3/4             | 0,013 |
| R6    | 83,200       | 3/4             | 0,041 |
| R7    | 214,534      | 1               | 0,016 |
| R8    | 372,430      | 2               | 0,009 |
| R9    | 662,670      | 1               | 0,005 |



|     |         |     |       |
|-----|---------|-----|-------|
| R10 | 123,486 | 3/4 | 0,028 |
| R11 | 447,463 | 1   | 0,008 |
| R12 | 78,132  | 3/4 | 0,044 |
| R13 | 241,111 | 1   | 0,014 |
| R14 | 100,350 | 3/4 | 0,034 |
| R15 | 111,277 | 3/4 | 0,031 |
| R16 | 55,131  | 3/4 | 0,062 |
| R17 | 63,269  | 3/4 | 0,054 |
| R18 | 200,685 | 2   | 0,017 |

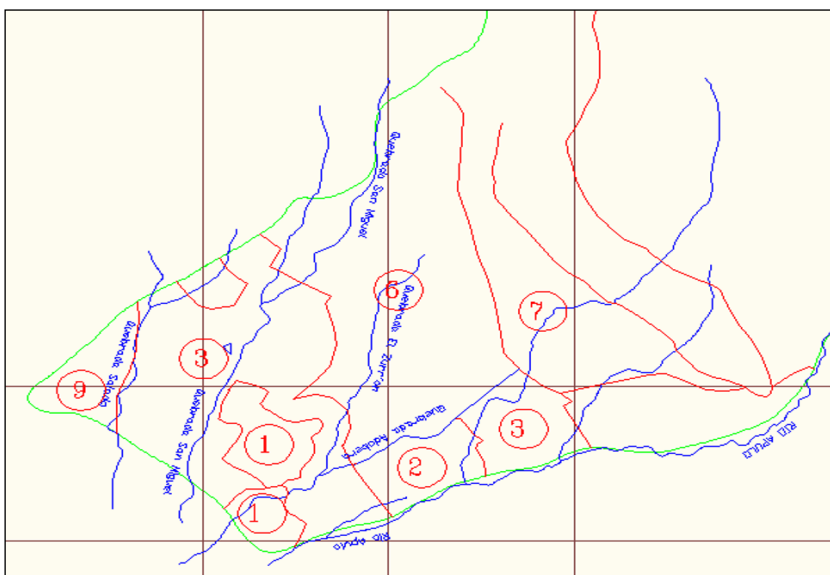
El sistema no cuenta con micromedición en ninguno de los puntos, aunque algunos usuarios los tienen instalados, pero no se encuentran en funcionamiento y es necesario el cambio. Eximieron

### Fase 3. Identificar el área del acueducto y la cuenca del que se surte.

De acuerdo a visitas realizadas a la zona de estudio para la identificación del área de cobertura del acueducto y zonas circundantes se realizó una ubicación geográfica de la zona de captación, tanques del almacenamiento y redes de conexión. Se pudo evidenciar el creciente auge en la protección de las zonas aledañas al nacedero y aguas abajo de la quebrada de la cual es captada el agua para el acueducto veredal; se han realizado adquisición de predios aguas arriba todo con el fin de la protección de la cuenca hidrográfica de las fuentes hídricas.

Se realiza una identificación de la cuenca hidrográfica para conocer las vertientes hídricas.

### HIDROGRAFIA Y ZONAS HOMOGENEAS EN DETALLE LA ZONA DE ESTUDIO



#### **FUENTE: ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPIO DEL ZIPACÓN**

Zipacón pertenece a la hoya hidrográfica del río Bogotá y a la cuenca del río Apulo.

La jurisdicción municipal la recorren entre otras las siguientes quebradas y ríos, siguiendo una dirección Norte – sur:

Quebrada Manjui, que nace en el cerro del mismo nombre y atraviesa la parte urbana del barrio la Estación, dando nacimiento al río Apulo, que en su parte alta se conoce como quebrada el Molino.

Quebrada Monte Verde, nace en la parte Norte del cerro Tablanca y drena hacia el municipio de Cachipay, desembocando en la quebrada el Salitre.

Quebrada el Salitre, nace en el cerro Tablanca jurisdicción del municipio de Zipacón, sector Goteras, siendo su recorrido oriente – occidente, hacia el municipio de Cachipay, desembocando en el río Bahamón.

Quebrada Agua Regada: es el límite municipal entre Zipacón y Cachipay y nace cerca al sector denominado Paloquemao, recorriendo el municipio en sentido suroeste. En el sector de la Cabaña, recibe el nombre de quebrada San Miguel, la cual drena directamente al río Apulo.

Quebrada arzobispo, que nace en el sector denominado Paloquemao, en la hacienda el Trébol, realizando su recorrido en sentido Norte – sur, vertiendo sus aguas al río Apulo.

Quebrada Agua Fría, nace en cercanías de la hacienda Nebraska, vereda Rincón Santo, realizando un recorrido en sentido Norte – sur, pasando por la granja Sebastopol y la hacienda Arabia.

Quebrada la Salada: nace en el sector Puerto López, localizado en el municipio de Cachipay, y pasa por la parte baja del sector la Capilla, desembocando directamente al río Apulo.

Finalmente, el río Apulo, como el drenaje principal, que sirve como límite entre los municipios de Bojacá, La Mesa y Zipacón.

El río Apulo nace en el cerro Manjui, a una altura sobre el nivel del mar de 3000 m; en su recorrido pasa por jurisdicción de los municipios de Anolaima, Zipacón, Bojacá, Cachipay, Tena, La Mesa, Anapoima y Apulo.

El río Apulo desemboca en la margen derecha del río Bogotá, enseguida del casco urbano del municipio de Apulo, sobre la cota 500 m.s.n.m. Su cuenca vertiente tiene un área de 480 Km.2, siendo su longitud de 45 Km., de los cuales los primeros 25 Km. son en áreas de altas pendientes.

#### **NACEDEROS**

En el esquema de ordenamiento territorial del municipio de Zipacón cuenta con inventario de nacederos que corresponden a diferentes propietarios, realizado por

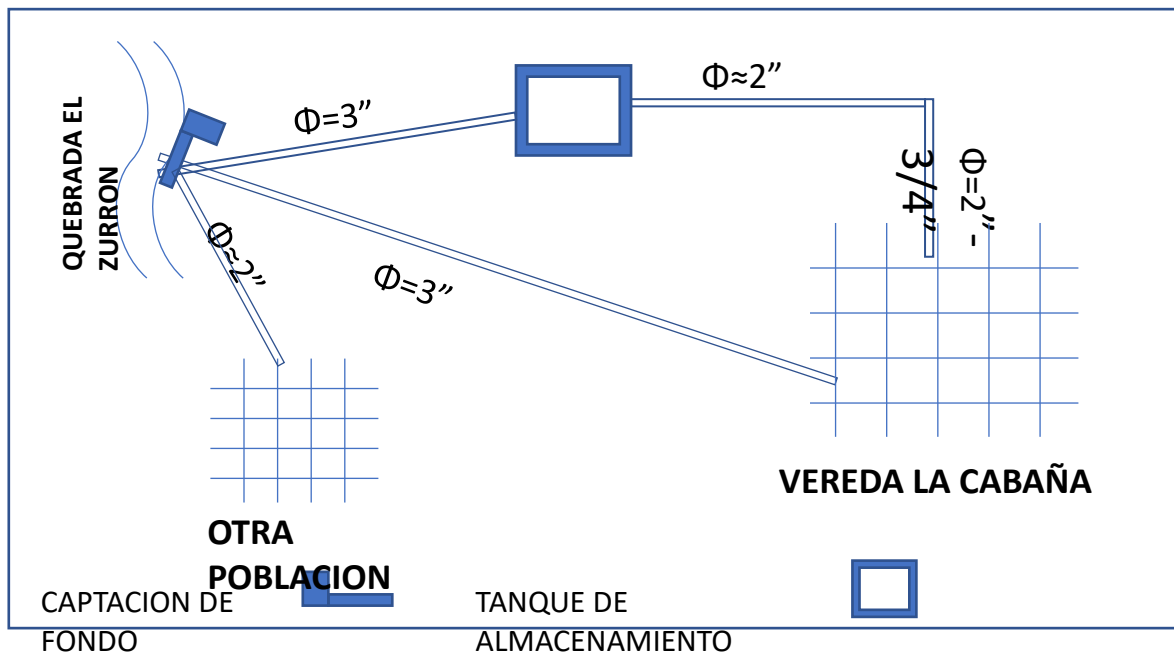
el concejo municipal con el propósito de garantizar su protección; entre esos nacederos se encuentran:

Nacimiento quebrada el Zurrón, en predios de la junta del Acueducto de ASCUABAÑA, ubicada en la vereda San Cayetano. Surte al sector de la Cabaña y la Capilla.

### ACUEDUCTO ASCUABAÑA.

El sistema de acueducto está compuesto por una fuente superficial (quebrada El Zurrón), captación, conducción, almacenamiento y distribución.

La fuente superficial se encuentra a una altura de 1731 m.s.n.m. La captación se realiza mediante una bocatoma de fondo. Posee una línea de aducción la que llega al tanque de almacenamiento a una altura de 1656 msnm. La segunda etapa de la aducción llega al segundo tanque de almacenamiento, la distribución está compuesta por 18 ramales para cubrir los diferentes sectores en una longitud de 4.713 m. La red de distribución tiene 275 conexiones domiciliarias en ½" con tubería PVC. El sistema de almacenamiento está compuesto por dos tanques. El sistema de acueducto no cuenta con desarenador, planta de tratamiento de agua potable, macromedición, ni micromedición.



### CALIDAD DE AGUA

Los acueductos ASCUABAÑA y ACUEZUR actualmente toman el agua de la fuente superficial Quebrada el Zurrón: ASCUABAÑA la toma de la parte alta y ACUEZUR

aguas abajo; se han elaborado diferentes estudios para evaluar la calidad del agua en diferentes puntos; entre estos, grifos de cocina de diferentes usuarios, bocatomas de los dos acueductos, antes y después de la bocATOMA, red de distribución institución educativa departamental Cartagena vereda Cartagena y red de distribución Club Ecológico La Calleja. Como resultado se obtuvo que el agua cumple con los parám establecidos en la resolución 2115-07, y el decreto 1594-84 los cuales se tomaron de referencia; por lo tanto, es apta para el consumo humano.

De acuerdo con la información brindada por el acueducto en cuanto a análisis de calidad del agua de la quebrada el Zurrón, se tomó el estudio de la CAR con fecha de 10 de junio de 2015 que arrojó los siguientes parámetros:

**TABLA 2 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA EL ZURRÓN abril de 2017.**

En el concepto técnico elaborado por la CAR se informa que todos los parám analizados se encuentran por debajo de los límites admisibles dados por el **Decreto Nacional 3930 de 2010** en los puntos muestreados relacionados en la tabla anterior. Sin embargo, es importante realizar un proceso de desinfección. La desinfección es la destrucción de los microorganismos patógenos. En el proceso, las bacterias coliformes y otras especies indicadoras también serán destruidas, reduciendo sustancialmente el conteo total bacteriano, siendo el desinfectante más común el cloro.

| PARAMETRO           | UNIDADES                | LIMITE PERMISIVO | MUESTRA 2219    |     | MUESTRA 2220    |     |
|---------------------|-------------------------|------------------|-----------------|-----|-----------------|-----|
| aceites y grasas    | mg A y G/L              | 0                |                 |     |                 |     |
| enterococos fecales | NMP/100mL               |                  |                 |     |                 |     |
| cloro residual      | mg/L                    |                  |                 |     |                 |     |
| Mesofilos           | UFC/ML                  |                  |                 |     |                 |     |
| alcalinidad total   | mg CaCO <sub>3</sub> /L |                  |                 |     |                 |     |
| Cloruros            | mg Cl/L                 | 250              | 2,7             | 0,1 | 3,2             | 0,1 |
| coliformes totales  | NMP/100mL               | 20000            | 2,0E+00<br>0,02 | +/- | 3,3E+01<br>0,04 | +/- |
| E. coli             | NMP/100MI               | 2000             | 0,0E+00<br>0,00 | +/- | <1<br>0,04      | +/- |
| Color               | unidades Co/Pt          | 75               | <VMD            |     | <VMD            |     |
| Conductividad       | µS/cm                   |                  | 110             | 1,9 | 111             | 1,9 |
| DBO                 | mg O <sub>2</sub> /L    |                  | <VMD            |     | <VMD            |     |

|                       |                         |         |             |                     |
|-----------------------|-------------------------|---------|-------------|---------------------|
| DQO                   | mg O <sub>2</sub> /L    |         |             |                     |
| DQO soluble           | mg O <sub>2</sub> /L    |         |             |                     |
| dureza cálcica        | mg Ca/L                 |         |             |                     |
| dureza magnésica      | mg Mg/L                 |         |             |                     |
| dureza total          | mg CaCO <sub>3</sub> /L |         |             |                     |
| Fenoles               | mg fenol/L              | 0,002   | <VMD        | <VMD                |
| fosforo orto          | mg P/L                  |         |             |                     |
| fosforo total         | mg P/L                  |         |             |                     |
| N. Amoniacal          | mg NH <sub>3</sub> /L   | 1       | <VMD        | <VMD                |
| N. total              | mg Norg/L               |         |             |                     |
| N. orgánico           | mg Norg/L               |         |             |                     |
| N. nitrato            | mg NO <sub>3</sub> /L   | 10      | 0,7         | 0,7                 |
| N. nitrito            | mg NO <sub>2</sub> /L   | 1       | < VMD       | < VMD               |
| oxígeno disuelto      | mg O <sub>2</sub> /L    |         | 5,9<br>0,10 | +/- 5,1<br>+/- 0,10 |
| Ph                    | unidades                | 5,0-9,0 | 6,5<br>0,50 | +/- 6,6<br>+/- 0,50 |
| Sólidos Disuelto      | mg SD/L                 |         |             |                     |
| Sólidos sedimentables | mL/L/h                  |         |             |                     |
| Sólidos suspendidos   | mg SST/L                |         | <VMD        | <VMD                |
| Sólidos volátiles     | mg SV/L                 |         |             |                     |
| sólidos totales       | mg ST/L                 |         |             |                     |
| Cianuros              | mg CN/L                 |         |             |                     |
| Sulfatos              | mg SO <sub>4</sub> /L   | 400     | 9,4<br>0,40 | +/- 9,2<br>+/- 0,40 |
| Sulfuros              | mg S/L                  |         |             |                     |
| Surfactantes          | mg LAS/L                | 0,5     | 0,01        | 0,01                |
| Turbidez              | UNT                     |         |             |                     |
| Aluminio              | µg Al/L (PPB)           |         |             |                     |
| Antimonio             | µg Sb/L (PPB)           |         |             |                     |
| Arsénico              | µg As/L (PPB)           | 50      | < VMD       | < VMD               |
| Bario                 | µg Ba/L (PPB)           | 1000    | 31,05       | 50,08               |
| Berilio               | mg Be/L                 |         |             |                     |
| Bismuto               | mg Bi/L                 |         |             |                     |

|                         |  |        |             |             |
|-------------------------|--|--------|-------------|-------------|
| Boro                    | mg B/L   |        |             |             |
| Cadmio                  | µg Cd/L (PPB)  | 10     | < VMD       | < VMD       |
| Calcio                  | mg Ca/L  |        |             |             |
| Cobalto                 | µg Co/L (PPB)  |        |             |             |
| Cobre                   | µg Cu/L (PPB)  | 1000   | < VMD       | < VMD       |
| Cromo <sup>+6</sup>     | mg Cr <sup>+6</sup> /L                               | 0,05   | < VMD       | < VMD       |
| Cromo total             | µg Cr total/L (PPB)                                  |        |             |             |
| Estaño                  | mg Sn/L  |        |             |             |
| Hierro                  | mg Fe/L  |        |             |             |
| Litio                   | mg Li/L  |        |             |             |
| Magnesio                | mg Mg/L  |        |             |             |
| Manganeso               | µg Mn/L (PPB)  |        |             |             |
| Mercurio                | µg Hg/L (PPB)  | 2      |             |             |
| Molibdeno               | µg Mo/L (PPB)  |        |             |             |
| Níquel                  | µg Ni/L (PPB)  |        | <VMD        | <VMD        |
| Plata                   | µg Ag/L (PPB)  | 50     | <VMD        | <VMD        |
| Plomo                   | µg Pb/L (PPB)  | 50     | <VMD        | <VMD        |
| Potasio                 | mg k/L   |        |             |             |
| Silicio                 | mg Si/L  |        |             |             |
| Sodio                   | mg Na/L  |        |             |             |
| Zinc                    | µg Zn/L (PPB)  | 15000  | < VMD       | < VMD       |
| Organoclorados          | µg Agente Activo/L                                   | ND     |             |             |
| Organofosforados        | µg Agente Activo/L                                   |        |             |             |
| RAS                     |  |        |             |             |
| Caudal                  | Lps  |        |             |             |
| temperatura agua        | °C   |        | 18          | 18          |
| temperatura aire        | °C   |        | 19          | 19          |
| tipo de agua            |  |        | SUPERFICIAL | SUPERFICIAL |
| tipo de muestreo        |  |        | PUNTUAL     | PUNTUAL     |
| <b>Muestra No. 2219</b> | <b>QUEBRADA EL ZURRÓN ANTES BOCATOMA LA CABAÑA</b>   |        |             |             |
| <b>Muestra No. 2220</b> | <b>QUEBRADA EL ZURRÓN DESPUES BOCATOMA LA CABAÑA</b> |        |             |             |
| VMD DQO                 | 10 mg/L  | VDM Mn | 0,01 mg/L   |             |

#### **Fase 4 Evaluar el sistema de acueducto veredal a partir de la oferta y demanda.**

#### **ANÁLISIS DE LA DEMANDA**

Para determinar la demanda de agua de la población es necesario inicialmente tener un estudio de la cantidad de habitantes que viven en la zona, basándose en los censos poblacionales, para poder determinar el consumo de la misma.

#### **ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE POBLACION**

Para determinar el crecimiento de la población hay diferentes métodos de cálculo los más comunes son el método de comparación GRÁFICA, crecimiento lineal, crecimiento geométrico, crecimiento logarítmico, método de wappus, análisis de sensibilidad y métodos estadísticos, para este proyecto se usó el crecimiento lineal, geométrico y logarítmico, usando la tasa de crecimiento del casco urbano calculada según los censos de población obtenidos del DANE.

| <b>CENSOS ZIPACÓN</b> |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| <b>AÑO</b>            | <b>POBLACION RURAL TOTAL</b> |
| 1938                  | 3209                         |
| 1951                  | 3376                         |
| 1964                  | 3932                         |
| 1973                  | 3767                         |
| 1993                  | 4012                         |
| 2005                  | 4916                         |
| 2017                  | 5916                         |

Fuente Dane.

Los censos de la vereda las cabañas se obtuvieron basándose en la tasa de crecimiento de la población rural de todo el municipio en general generando la población específica de la zona de estudio con una tasa de crecimiento de 0,63%.

**TABLA 3 CENSOS VEREDA LA CABAÑA**

| <b>CENSOS LA CABAÑA</b> |                        |
|-------------------------|------------------------|
| <b>AÑO</b>              | <b>POBLACION TOTAL</b> |
| 2008                    | 1375                   |
| 2011                    | 1402                   |
| 2014                    | 1429                   |
| 2017                    | 1456                   |
| 2020                    | 1484                   |
| 2023                    | 1513                   |

## PROYECCION DE LA POBLACION

Para poder realizar la proyección de la población primero se determina el nivel de complejidad del sistema en este caso vereda La Cabaña, para eso se tomó como guía la siguiente tabla:

**TABLA 4 NIVEL DE COMPLEJIDAD**

| <b>NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA</b> | <b>DE DEL POBLACION URBANA (HABITANTES)</b> | <b>ZONA</b> | <b>CAPACIDAD ECONOMICA DE LOS USUARIOS</b> |
|---|---|-------------|--|
| <u>BAJO</u>                             | <u>≤2500</u>                                |             | <u>BAJA</u>                                |
| MEDIO                                   | 2501 A 12500                                |             | BAJA                                       |
| MEDIO ALTO                              | 12501 A 6000                                |             | MEDIA                                      |
| ALTO                                    | >6000                                       |             | ALTA                                       |

FUENTE: RAS 2000

Teniendo en cuenta los datos censales obtenidos en el DANE para el municipio de Zipacón en el 2017 hay una población de 5916 habitantes y la zona de estudio que es la vereda La Cabaña tiene una población de 1456 habitantes en el 2017 por lo tanto su nivel de complejidad es bajo.

**TABLA 5 PROYECCION DE LA POBLACIÓN DE LA CABAÑA**

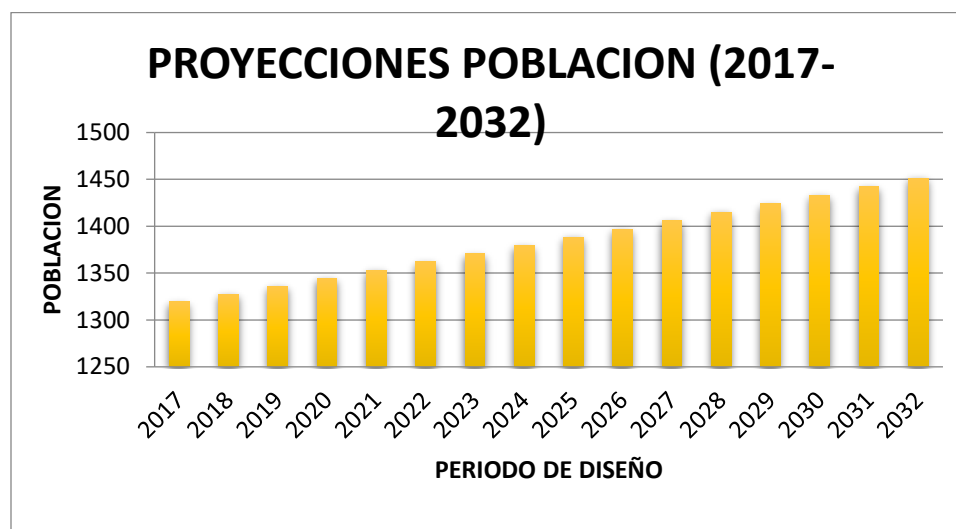
| <b>AÑO</b> | <b>POBLACION</b>  |                    |                 |
|------------|-------------------|--------------------|-----------------|
|            | <b>GEOMETRICO</b> | <b>EXPONENCIAL</b> | <b>PROMEDIO</b> |
| 2017       | 1315              | 1323               | 1319            |
| 2018       | 1323              | 1332               | 1328            |
| 2019       | 1332              | 1340               | 1336            |
| 2020       | 1340              | 1349               | 1345            |
| 2021       | 1349              | 1358               | 1353            |
| 2022       | 1358              | 1366               | 1362            |
| 2023       | 1366              | 1375               | 1371            |
| 2024       | 1375              | 1384               | 1379            |
| 2025       | 1384              | 1393               | 1388            |



|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 2026 | 1393 | 1402 | 1397 |
| 2027 | 1402 | 1410 | 1406 |
| 2028 | 1410 | 1419 | 1415 |
| 2029 | 1419 | 1429 | 1424 |
| 2030 | 1429 | 1438 | 1433 |
| 2031 | 1438 | 1447 | 1442 |
| 2032 | 1447 | 1456 | 1451 |

Para todos los métodos se utilizó una tasa de crecimiento 0,63%, para poder establecer la población final se promediaron los resultados de cada método obteniendo como resultado que en el 2032 habrá una población de 1451 hab.

### GRÁFICA 1 PROYECCION DE LA POBLACIÓN LA CABAÑA (2017- 2032)



### RELACION OFERTA Y DEMANDA

Teniendo en cuenta los conceptos manejados en este proyecto la oferta hídrica es la Disponibilidad del recurso hidrico que se encuentra en las fuentes hídricas, y la demanda es la cantidad de agua necesaria para desarrollar diferentes actividades especialmente domésticas, por tal motivo a continuación se mostrara la oferta hídrica de la quebrada El Zurrón, y lo que demanda la población para suplir sus necesidades, en el mismo periodo de diseño de 15 años utilizado para la proyección de la población determinando la demanda futura y la capacidad de la quebrada para suplirla. OFERTA DEL RIO<sup>1</sup>: 28 L/S

<sup>1</sup> Dato dado por el acueducto ASCUABAÑA calculado por la CAR en enero del 2010.

**TABLA 6 RELACION OFERTA Y DEMANDA**

| AÑO  | POBLACION | OFERTA<br>(m <sup>3</sup> /AÑO) | DEMANDA (m <sup>3</sup> /AÑO)<br>RAS | DEFICIT | SUPERAVIT  |
|------|-----------|---------------------------------|--------------------------------------|---------|------------|
|      | PROMEDIO  |                                 |                                      |         |            |
| 2017 | 1319      | 883.008                         | 57.784                               | 0       | 825.223,98 |
| 2018 | 1328      | 883.008                         | 58.153                               | 0       | 824.854,94 |
| 2019 | 1336      | 883.008                         | 58.524                               | 0       | 824.483,55 |
| 2020 | 1345      | 883.008                         | 58.898                               | 0       | 824.109,78 |
| 2021 | 1353      | 883.008                         | 59.274                               | 0       | 823.733,62 |
| 2022 | 1362      | 883.008                         | 59.653                               | 0       | 823.355,07 |
| 2023 | 1371      | 883.008                         | 60.034                               | 0       | 822.974,09 |
| 2024 | 1379      | 883.008                         | 60.417                               | 0       | 822.590,69 |
| 2025 | 1388      | 883.008                         | 60.803                               | 0       | 822.204,83 |
| 2026 | 1397      | 883.008                         | 61.191                               | 0       | 821.816,51 |
| 2027 | 1406      | 883.008                         | 61.582                               | 0       | 821.425,71 |
| 2028 | 1415      | 883.008                         | 61.976                               | 0       | 821.032,41 |
| 2029 | 1424      | 883.008                         | 62.371                               | 0       | 820.636,61 |
| 2030 | 1433      | 883.008                         | 62.770                               | 0       | 820.238,27 |
| 2031 | 1442      | 883.008                         | 63.171                               | 0       | 819.837,39 |
| 2032 | 1451      | 883.008                         | 63.574                               | 0       | 819.433,95 |

Observando la TABLA N° 7 la proyección de la oferta y la demanda en el periodo de diseño, al año 2032, presenta una demanda de 63.574 m<sup>3</sup>/año y una oferta de 883.008 m<sup>3</sup>/año, con un superávit de 819.433 m<sup>3</sup>/año, lo que indica que la quebrada hasta este periodo de proyección alcanza abastecer la demanda de la población sin ningún inconveniente.

#### **CONCLUSIONES**

- La población de la vereda La Cabaña presenta un crecimiento lineal, con un periodo de proyección de 15 años del 2017 al 2032 con una población de 1319 a 1451 habitantes respectivamente, generando una demanda de 63.574 /año al 2032, con una oferta hídrica correspondiente a la quebrada El Zurrón de 28 L/s.
- Teniendo en cuenta lo evaluado, el caudal captado de la quebrada el Zurrón que es la actual fuente de abastecimiento del acueducto Ascuabaña, es de 3,43 L/ (caudal Máximo diario), este caudal captado alcanza a cubrir la demanda total de la población a un periodo de 15 años.

- El sistema de acueducto actualmente surte satisfactoriamente a la población cumpliendo con la demanda actual, y con la calidad dentro de los parámetros permisibles, a pesar de no tener una estructura adecuada para el tratamiento y abastecimiento.
- De acuerdo a la evaluación del sistema de abastecimiento, se determinó que algunos componentes no cumplen con normas técnicas, como es el caso de la bocatoma, lo cual a largo plazo puede interferir en la calidad de la prestación del servicio. En cuanto al desarenador y la planta de tratamiento en la actualidad no son necesarios debido a que los parámetros de calidad se encuentran entre los límites permisibles, sin embargo, el desarenador se plantea como una alternativa para evitar problemas a corto plazo de deterioro de la calidad del agua.
- Actualmente la cuenca hidrográfica de la zona está siendo conservada, mediante la adquisición de predios tantas aguas arriba y agua abajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis agradecimientos a la coordinadora de la especialización Erika Johana Ruiz Suarez, por su orientación y guía durante la elaboración de este documento

A la alcaldía del municipio de Zipacón Cundinamarca, en especial a las personas vinculadas al acueducto Ascuabaña y demás acueductos que hacen parte de este municipio.

A la Ingeniera Laura Liliana Galindo Galindo por sus valiosos aportes, apoyo en la consecución de la información para el desarrollo de este artículo.

A mi familia por todo su apoyo, ya que han estado en cada uno de los momentos durante la consecución de mis logros.

A mi novia por ser parte vital de mi vida, y acompañarme con sus sabios consejos y presencia en cada momento que lo he necesitado.

## **REFERENCIAS**

- AYLLON, T. Elementos de meteorología y climatología, (2ª, ed.), México Trillas S.A de C.V. (2003).
- GUERRERO SOLANO Francisco José, PÉREZ ORJUELA Lina Fernanda, Caracterización Hidrológica Y Climatológica De La Parte Alta De La Cuenca RÍO Apulo Para La Estimación Espacial Y Temporal De La disponibilidad Hídrica Para Años En Condiciones Medias Y Secas, Bogotá, 2008, Trabajo de grado, universidad El Bosque.
- LÓPEZ CUALLA Ricardo Alfredo, Elementos De Diseño Para Acueductos Y Alcantarillados, Segunda Edición, Colombia, escuela colombiana de ingeniería, Julio De 2003.
- CORCHO ROMERO Freddy Hernán, DUQUE SERNA José Ignacio, Acueductos Teoría Y Diseño, Centro General De Investigaciones, Universidad De Medellín.

- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Guía Ambiental Sistemas De Acueducto,2002.
- DOMÍNGUEZ CALLE Efraín Antonio, RIVERA Hebert Gonzalo, VANEGAS SARMIENTO Raquel, MORENO Pedro, Relaciones Demanda-Oferta De Agua Y El Índice De Escasez De Agua Como Herramientas De Evaluación Del Recurso Hídrico Colombiano.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Oferta y demanda del recurso hídrico en Colombia,
- Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.
- Esquema de ordenamiento territorial municipio de Zipacón.