

**ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE PARA LA  
LOTIZACIÓN FINCA MUNICIPAL, EN EL CANTÓN EL  
CHACO, PROVINCIA DE NAPO”**

**TOMO I**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN TÍTULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR:**

**CELI SUÁREZ BYRON ALCÍVAR  
PESANTEZ IZQUIERDO FABIÁN ESTEBAN**

**SANGOLQUI, Junio de 2012**

## **EXTRACTO / ABSTRACT**

**El presente documento contiene una descripción detallada y pormenorizada de los estudios y diseños que se realizaron para dotar a la lotización "FINCA MUNICIPAL - MARCIAL OÑA", ubicada en el cantón El Chaco Provincia de Napo, con los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial de manera que cuenten con sistemas eficientes, técnicamente diseñados, confiables y que cumplan los parámetros ambientales necesarios. Además del diseño de las redes de distribución de agua potable y recolección de excretas y pluviales el presente proyecto amplía su alcance tomando en cuenta los complementos necesarios para que los sistemas funcionen adecuadamente como son tanques de reserva, plantas de tratamiento de aguas residuales y estructuras de descarga.**

**This document contains a detailed description of the studies and designs that were made to provide the "FINCA MUNICIPAL - MARTIAL OÑA" urbanization located on El Chaco city of Napo province, with potable water and sewerage supply, on this way the population will have efficient systems, technically designed and meet the required environmental parameters. The design of the water distribution piping and sewerage on this project besides expands its scope taking into account the additions required for guarantee the properly functionality, that´s like storage tanks, treatment plants and discharge structures.**

## **CERTIFICACION**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Srs. PESANTEZ IZQUIERDO FABIÁN ESTEBAN y CELI SUÁREZ BYRON ALCÍVAR como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO CIVIL.

Sangolquí, Junio 2012

---

Ing. Eduardo Carrión E.  
**DIRECTOR**

---

Ing. José Luis Carrera.  
**CODIRECTOR**

REVISADO POR

---

Ing. Jorge Zúñiga.  
**RESPONSABLE ACADEMICO**

## **AUTORIZACIÓN**

Nosotros, FABIÁN ESTEBAN PESANTEZ IZQUIERDO y BYRON ALCÍVAR CELI SUÁREZ, autorizamos la publicación de la presente tesis de grado en la biblioteca virtual de la ESPE.

Sangolquí, Junio 2012

---

Sr. Fabián Pesantez I.  
**EGRESADO**

---

Sr. Byron Celi S.  
**EGRESADO**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a mi familia, a mis padres, Manuel y Catalina, gracias por haberme dado la familia que tuve y los hermanos que tengo; gracias también a ustedes Santy y Pao por haberme apoyado durante toda su vida, por jamás darme la espalda y ser los amigos en los que siempre puedo confiar.

A mi novia Diana Alejandra, gracias a ti hoy estoy logrando esto, tu apoyo ha sido muy importante, tu amor es único y jamás dejaste que claudicara.

A mis abuelos, a don Maño por ser un trabajador imparable, un hombre que con lo poco que le dio la vida a construido un legado que vivirá en nosotros hasta siempre, a doña Leonor que siempre ora por nosotros.

A mis tíos y tías, María, Laura, Narcisa, Ligia, Lucas, Jaime, Jorge, Carlos y Julio, porque fueron como mis segundos padres.

A los Primos Memo, Paul, Mateo, Amaro, Pancho, Camila, Tamara, Antonieta, los quiero como hermanos.

A nuestro estimado profesor y director de tesis Ing. Eduardo Carrión por su paciencia y ayuda a lo largo de este proyecto.

Por ultimo a mis amigos en especial Alejandro y a todos junto a los que forjamos esta meta últimos siete años de nuestras vidas: Fuji, Diana, Flaco, Scrich, Comando, Rivas, Mechas, Osito, y muchos más de quienes no me olvidaré nunca.

**Fabián Pesantez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Dedico este nuevo logro en mi vida, en primer lugar a Dios quien me a bendice día a día, a mis padres, Ofelia y Milton, quienes son pilares fundamentales de mi vida, por haber creído y apoyado en este sueño de ser Ingeniero, dándome la mejor educación, sus consejos diarios y su amor incondicional.

A mis hermanos Johana, Fernando, Jimmy, Madeleine y Katty, que son mi motivación para seguir adelante, especialmente el ejemplo que mi hermano Fernando que me enseña a ser mejor todos los días.

A mis abuelos Lolita y Fermín ejemplos en vida de su lucha y esfuerzo diario por dar lo mejor a sus hijos, a mis tíos, tías, primos y toda mi familia gracias especialmente Iván, Wilma, Franco que con sus consejos me hacen mejor persona día tras día.

A mis profesores que han sabido brindar sus conocimientos y su amistad.

A Fabián mi compañero y amigo de batallas quien me apoyado en las buenas y las malas y como olvidarme de mis amigos de la universidad que formamos una segunda familia y una amistad eterna, Iván, Dianita, Freddy, Marco, Cristian Ocampo, Cristian Orellana, a mi padrino Darwin comando y muchos más que siempre sabrán contar conmigo.

Finalmente, para terminar a mis amigos de toda la vida, Darwin, Walter, Diego, Andy, Lau y Mar gracias totales.

**Byron Celi**

# INDICE GENERAL

## CAPITULO I

|   |   |
|---|---|
| 1. Antecedentes y generalidades                   |   |
| 1.1. Introducción.....                            | 2 |
| 1.2. Objetivos y alcance.....                     | 2 |
| 1.3. Antecedentes.....                            | 3 |
| 1.4. Aspectos físicos.....                        | 4 |
| 1.4.1. Ubicación geográfica.....                  | 4 |
| 1.4.2. Área a urbanizar.....                      | 5 |
| 1.4.3. Distribución general de uso del suelo..... | 5 |
| 1.4.4. Tipo de suelo.....                         | 5 |
| 1.4.5. Topografía y relieve.....                  | 6 |
| 1.4.6. Infraestructura y servicios.....           | 6 |
| 1.4.7. Vialidad.....                              | 6 |
| 1.5. Aspectos naturales.....                      | 7 |
| 1.5.1. Características climáticas.....            | 7 |
| 1.5.2. Recursos hídricos.....                     | 8 |

## CAPITULO II

|   |    |
|---|----|
| 2. Bases de diseño                                |    |
| 2.1. Sistema de distribución de agua potable..... | 9  |
| 2.1.1. Sistema a aportarse y justificación.....   | 9  |
| 2.1.2. Parámetros de diseño.....                  | 10 |
| 2.1.2.1. Periodo de diseño.....                   | 10 |
| 2.1.2.2. Análisis poblacional.....                | 12 |
| 2.1.2.3. Cifras de consumo.....                   | 19 |
| 2.1.2.4. Presiones en la red.....                 | 25 |
| 2.2. Sistemas de alcantarillado.....              | 26 |
| 2.2.1. Sistema a aportarse y justificación.....   | 26 |
| 2.2.2. Parámetros de diseño.....                  | 27 |
| 2.2.2.1. Caudal sanitario de diseño.....          | 28 |
| 2.2.2.2. Caudal pluvial de diseño.....            | 32 |

## CAPITULO III

|  |    |
|--|----|
| 3. Cálculos y diseño   |    |
| 3.1. Sistema de distribución de agua potable.....                            | 41 |
| 3.1.1. Descripción de la red.....  | 41 |
| 3.1.2. Consideraciones de la red.....  | 44 |
| 3.1.3. Distribución de gastos en los nodos.....                              | 46 |
| 3.1.4. Determinación de diámetros y cálculo de presiones.....                | 51 |
| 3.1.5. Determinación de las pérdidas de carga.....                           | 53 |
| 3.1.6. Cálculo de la red programa EPANET.....                                | 57 |
| 3.2. Sistema de alcantarillado sanitario.....                                | 65 |
| 3.2.1. Descripción de la red.....  | 65 |
| 3.2.2. Consideraciones de diseño.....  | 66 |
| 3.2.3. Diseño hidráulico.....  | 67 |
| 3.2.3.1. Flujo en tuberías a sección llena.....                              | 67 |
| 3.2.3.2. Flujo en tuberías a sección parcialmente llena.....                 | 68 |
| 3.2.4. Dimensionamiento de la sección y profundidad de los<br>conductos..... | 71 |
| 3.2.5. Descripción de la hoja de cálculo.....                                | 73 |
| 3.2.6. Cálculos hidráulicos alcantarillado sanitario.....                    | 83 |
| 3.3. Sistema de alcantarillado pluvial.....                                  | 84 |
| 3.3.1. Descripción de la red.....  | 84 |
| 3.3.2. Consideraciones de diseño.....  | 84 |
| 3.3.3. Diseño hidráulico.....  | 86 |
| 3.3.4. Dimensionamiento de la sección y profundidad de los<br>conductos..... | 87 |
| 3.3.5. Descripción de la hoja de cálculo.....                                | 88 |
| 3.3.6. Cálculos hidráulicos alcantarillado pluvial.....                      | 95 |

## CAPITULO IV

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 4. Tratamiento de aguas residuales |    |
| 4.1. Generalidades.....            | 96 |
| 4.1.1. Remoción de DBO y SST.....  | 98 |
| 4.1.2. Tiempo de retención.....    | 99 |



|   |     |
|---|-----|
| 4.1.3. Cargas de superficie.....              | 100 |
| 4.1.4. Velocidad de arrastre.....             | 101 |
| 4.1.5. Tipos de tanques de sedimentación..... | 102 |
| 4.2. Diseño del sedimentador.....             | 105 |
| 4.3. Cálculo del filtro anaerobio.....        | 109 |
| 4.4. Operación y mantenimiento.....           | 111 |

## **CAPITULO V**

|   |     |
|---|-----|
| 5. Impacto ambiental                              |     |
| 5.1. Antecedentes.....                            | 113 |
| 5.2. Objetivos alcance de los estudios.....       | 114 |
| 5.2.1. Objetivos generales.....                   | 114 |
| 5.2.2. Objetivos específicos.....                 | 114 |
| 5.3. Descripción general del área en estudio..... | 115 |
| 5.3.1. Localización del proyecto.....             | 115 |
| 5.3.2. Zonificación y usos del suelo.....         | 118 |
| 5.3.3. Estructura política administrativa.....    | 119 |
| 5.4. Área de influencia.....                      | 120 |
| 5.4.1. Área de influencia directa (AID).....      | 121 |
| 5.4.2. Área de influencia indirecta (AII).....    | 122 |
| 5.5. Población.....                               | 122 |
| 5.6. Descripción biofísica.....                   | 123 |
| 5.6.1. Clima.....                                 | 123 |
| 5.6.2. Suelos.....                                | 124 |
| 5.6.3. Vegetación.....                            | 124 |
| 5.6.4. Fisiografía.....                           | 125 |
| 5.6.5. Hidrografía.....                           | 125 |
| 5.7. Aspectos socioeconómicos.....                | 129 |
| 5.7.1. Acceso a infraestructura básica.....       | 130 |
| 5.7.2. Acceso a servicios básicos.....            | 131 |
| 5.7.3. Principales sectores productivos.....      | 132 |
| 5.7.4. Vialidad y transporte.....                 | 134 |
| 5.8. Aspectos legales.....                        | 134 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 5.9.    | Unidades que conforman el proyecto.....                  | 136 |
| 5.10.   | Identificación y evaluación de impactos ambientales..... | 139 |
| 5.10.1. | Identificación de impactos ambientales.....              | 139 |
| 5.10.2. | Calificación y valoración de impactos.....               | 141 |
| 5.10.3. | Jerarquización de impactos.....                          | 143 |
| 5.10.4. | Matrices de Leopold.....                                 | 145 |
| 5.10.5. | Descripción de impactos.....                             | 157 |
| 5.10.6. | Resultados de la evaluación de impactos.....             | 158 |
| 5.10.7. | Análisis de los resultados.....                          | 161 |

## **CAPITULO VI**

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 6.     | Presupuesto y cronogramas                 |     |
| 6.1.   | Presupuestos.....                         | 162 |
| 6.1.1. | Presupuesto agua potable.....             | 162 |
| 6.1.2. | Presupuesto alcantarillado sanitario..... | 164 |
| 6.1.3. | Presupuesto planta de tratamiento.....    | 165 |
| 6.1.4. | Presupuesto alcantarillado pluvial.....   | 166 |
| 6.2.   | Cronogramas.....                          | 167 |
| 6.2.1. | Cronograma agua potable.....              | 167 |
| 6.2.2. | Cronograma alcantarillado sanitario.....  | 169 |
| 6.2.3. | Cronograma planta de tratamiento.....     | 170 |
| 6.2.4. | Cronograma alcantarillado pluvial.....    | 171 |

## **CAPITULO VII**

|      |                               |     |
|------|-------------------------------|-----|
| 7.   | Análisis económico financiero |     |
| 7.1. | Introducción.....             | 172 |
| 7.2. | Alternativa A.....            | 174 |
| 7.3. | Alternativa B.....            | 174 |
| 7.4. | Viabilidad económica.....     | 174 |
| 7.5. | Viabilidad financiera.....    | 176 |

## **CAPITULO VIII**

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 8. Conclusiones y recomendaciones |     |
| 8.1. Conclusiones.....            | 178 |
| 8.2. Recomendaciones.....         | 182 |
| 8.3. Bibliografía.....            | 184 |

# LISTADO DE TABLAS

## CAPITULO I

|  |   |
|--|---|
| 1.1. Distribución de los usos del Suelo urbanización “Marcial Oña” ..... | 5 |
|--|---|

## CAPITULO II

|   |    |
|---|----|
| 2.1. Vida útil en años de un los elementos constitutivos de un sistema de agua potable..... | 11 |
| 2.2. Normativa de zonificación y uso de suelo Urb. Santa Rosa....                           | 13 |
| 2.3. Datos poblacionales cantón El Chaco (INEC Censo 2001).....                             | 13 |
| 2.4. Datos de vivienda cantón El Chaco (INEC Censo 2001).....                               | 15 |
| 2.5. Distribución poblacional de la Urb. Marcial Oña.....                                   | 16 |
| 2.6. Comportamiento poblacional esperado Urb. Marcial Oña.....                              | 18 |
| 2.7. Consumos de agua de la red pública.....  | 19 |
| 2.8. Fuentes de abastecimiento de agua El Chaco.....  | 20 |
| 2.9. Comportamiento poblacional del Cantón El Chaco.....                                    | 21 |
| 2.10. Dotaciones Recomendadas C.E.C. según el clima.....                                    | 22 |
| 2.11. Dotaciones recomendadas por otros autores.....  | 23 |
| 2.12. Valores de infiltración en tuberías.....  | 30 |
| 2.13. Periodos de retorno para diseño de estructuras menores.....                           | 36 |
| 2.14. Frecuencia de diseño en función del tipo de zona.....                                 | 36 |
| 2.15. Tiempo de recorrido superficial.....  | 37 |

## CAPITULO III

|   |    |
|---|----|
| 3.1. Distribución de Caudal en los nodos.....                   | 49 |
| 3.2. Especificaciones presiones de trabajo tuberías de PVC..... | 52 |
| 3.3. Ecuación de perdida de carga de Hazen y Williams.....      | 54 |
| 3.4. Coeficiente de rugosidad.....                              | 55 |
| 3.5. Tabla de valores de k para pérdidas menores.....           | 56 |
| 3.6. Resultados red de distribución en tuberías para QMD+I..... | 61 |
| 3.7. Resultados red de distribución en nodos para QMD+I.....    | 62 |
| 3.8. Resultados red de distribución en tuberías para QMH.....   | 63 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.9.  | Resultados red de distribución en nodos para QMH.....  | 64 |
| 3.10. | Relaciones calado velocidad y caudales para coeficiente de rugosidad constante y variable..... | 71 |
| 3.11. | Ejemplo de cálculo hidráulico alcantarillado sanitario.....                                    | 75 |
| 3.12. | Cálculos hidráulicos de la red de alcantarillado sanitario.....                                | 83 |
| 3.13. | Ejemplo de cálculo hidráulico alcantarillado pluvial.....                                      | 89 |
| 3.14. | Cálculos hidráulicos de la red de alcantarillado pluvial.....                                  | 95 |

#### **CAPITULO IV**

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 4.1. | Valores de las constantes empíricas a y b.....                                 | 99  |
| 4.2. | Información típica para el diseño de tanques de sedimentación primaria.....    | 101 |
| 4.3. | Información típica para el diseño de un sedimentador primario rectangular..... | 104 |
| 4.4. | Parámetros de diseño urbanización Marcial Oña.....                             | 105 |

#### **CAPITULO V**

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 5.1.  | Microcuencas del Río Napo del Cantón El Chaco.....                                       | 127 |
| 5.2.  | Indicadores socioeconómicos por parroquias.....  | 129 |
| 5.3.  | Infraestructura básica, tipo de vivienda.....  | 130 |
| 5.4.  | Tabla 5.4: Infraestructura básica, Establecimientos Educativos, de Salud y Públicos..... | 131 |
| 5.5.  | Categorización de factores ambientales.....  | 141 |
| 5.6.  | Valoración de la magnitud del impacto.....   | 142 |
| 5.7.  | Valoración de la importancia del impacto.....  | 142 |
| 5.8.  | Acciones ordenadas por su impacto negativo (Etapa Construcción).....                     | 157 |
| 5.9.  | Acciones ordenadas por su impacto negativo (Etapa Operación).....                        | 157 |
| 5.10. | Acciones ordenadas por su impacto negativo (Etapa Abandono).....                         | 158 |
| 5.11. | Numero de impactos (Etapa Construcción).....   | 158 |
| 5.12. | Numero de impactos (Etapa Operación).....  | 158 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.13. Numero de impactos (Etapa Abandono).....                                | 159 |
| 5.14. Significancia de los factores ambientales (Etapa<br>Construcción).....  | 159 |
| 5.15. Significancia factores ambientales (Etapa Operación).....               | 159 |
| 5.16. Significancia factores ambientales (Etapa Abandono).....                | 160 |
| 5.17. Factores ambientales más afectados negativamente<br>(Construcción)..... | 160 |

## **CAPITULO VII**

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 7.1. Flujos económicos.....   | 175 |
| 7.2. Flujos financieros. .... | 177 |

# LISTADO DE CUADROS Y FIGURAS

## CAPITULO II

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 2.1: Población por aéreas cantón El Chaco.....                | 14 |
| Cuadro 2.2: Proyección de crecimiento poblacional.....               | 18 |
| Figura 2.1: Zonificación de intensidades de precipitación.....       | 34 |
| Figura 2.2: Isolineas intensidad máxima diaria de precipitación..... | 38 |
| Figura 2.3: Distribución de áreas de aportación.....                 | 40 |

## CAPITULO III

|   |    |
|---|----|
| Figura 3.1: Identificación de los nodos en la red de distribución.....              | 42 |
| Figura 3.2: Identificación de las tuberías en la red de distribución.....           | 43 |
| Figura 3.3: Distribución de áreas para cada nodo dela red de<br>distribución.....   | 50 |
| Figura 3.4: Interfaz del programa EPANET.....                                       | 57 |
| Figura 3.5: Opciones hidráulicas programa EPANET.....                               | 58 |
| Figura 3.6: Modelamiento de la red en EPANET.....                                   | 59 |
| Figura 3.7: Ingreso de datos hidráulicos de nodo EPANET.....                        | 59 |
| Figura 3.8: Ingreso de datos hidráulicos de tramo EPANET.....                       | 60 |
| Figura 3.9: Ingreso de datos hidráulicos del tanque EPANET.....                     | 60 |
| Figura 3.10: Esquema de flujo a tubería parcialmente llena.....                     | 69 |
| Figura 3.11: Esquema de drenaje de predios bajo el nivel de la vía.....             | 85 |
| Figura 3.12: Registro fotográfico posición de las casas respecto a las<br>vías..... | 85 |
| Figura 3.13: Esquema de drenaje de predios sobre el nivel de la vía...              | 86 |

## CAPITULO IV

|  |     |
|--|-----|
| Figura 4.1: Remoción de DBO y SST en tanques de sedimentación<br>primaria..... | 99  |
| Figura 4.2 Tanque de sedimentación primaria circular.....                      | 103 |
| Figura 4.3 Tanque de sedimentación primaria rectangular.....                   | 104 |

## **CAPITULO V**

|  |     |
|--|-----|
| Figura 5.1: Distribución política del Cantón El Chaco..... | 116 |
| Figura 5.2: Plano Urb. Marcial Oña.....                    | 117 |
| Figura 5.3: Zonificación y usos del suelo.....             | 119 |



# CAPÍTULO I

## Antecedentes y Generalidades

---

### 1.1. Introducción.

El Cantón EL CHACO no cuenta con los recursos necesarios que cuentan otros municipios, es un cantón en vías de desarrollo, en el poco tiempo de fundado se ha podido apreciar que los servicios básicos de este sector son deficientes y no abastecen las necesidades de sus habitantes, con la finalidad de potenciar el desarrollo la Ilustre Municipalidad de “El Chaco” ha elaborado un plan estratégico para el desarrollo de su ciudad para los próximos 20 años en el cual incluye vivienda, salud, áreas recreativas etc. Pero en el área urbana necesitan estudios de servicios básicos en este caso de alcantarillado y agua potable por tanto se ha decidido crear varios focos residenciales que puedan subsanar la creciente necesidad de expansión. El presente documento contiene una descripción detallada de los estudios y diseños que se realizan para dotar a la lotización “MARCIAL OÑA”, con los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial.

### 1.2. Objetivos y alcance.

#### **OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO**

- Realizar el cálculo y diseño de la red de alcantarillado y agua potable del cantón EL Chaco para la lotización FINCA MUNICIPAL MARCIAL OÑA de esta forma aportaremos al desarrollo de esta pequeña ciudad.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Calcular y diseñar la red de alcantarillado y agua potable.

- Cálculo y diseño de todos los elementos estructurales
- Investigar sobre los tipos de sistema de alcantarillado.
- Investigar sobre los tipos de sistema de agua potable.
- Investigación sobre los tipos de materiales para tubería de alcantarillado y agua potable.
- Investigación sobre el Impacto ambiental en este sector.

### **1.3. Antecedentes.**

En sesión ordinaria del día 04 de Abril de 2009 la Ilustre Municipalidad del Cantón El Chaco, aprobó la propuesta para la creación de la urbanización de carácter social "MARCIAL OÑA". La mencionada urbanización se crea para cubrir en parte el déficit de vivienda para familias de escasos recursos económicos.

En base a esta resolución y una vez revisada y definida la propuesta de urbanización presentada por la dirección de planificación la misma que va acorde al desarrollo urbano de la ciudad de El Chaco y Santa Rosa, previo conocimiento y aprobación de la Comisión de Planificación, Urbanización y Obras Publicas la municipalidad expide la ordenanza que reglamenta a la urbanización Marcial Oña en la Ciudad de Santa Rosa, Cantón El Chaco y los parámetros para la selección y adjudicación de los lotes a personas de bajos recursos económicos.

En Julio de 2010, al ser requerido un proyecto de tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil, se asignó el tema "Cálculo y diseño del sistema de

alcantarillado y agua potable para la lotización FINCA MUNICIPAL en el Cantón El Chaco provincia de Napo.”, el cual estaría dando solución a la necesidad de saneamiento requeridos por ésta población.

Adicionalmente y debido a la inexistencia de un estudio previo sobre el trazado vial que brindará servicio a la urbanización se ha decidido realizar los diseños viales necesarios para determinar las cotas para la distribución de agua potable y de los pozos de recolección de aguas servidas y lluvias para los sistemas requeridos.

#### **1.4. Aspectos físicos.**

##### **1.4.1. Ubicación geográfica**

La Urbanización “Finca Municipal Marcial Oña” se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad de Santa Rosa; al lado izquierdo de la vía Quito-Lago Agrio.

Según escrituras, la urbanización tiene los siguientes linderos y mensuras:

**NORTE:** con la quebrada sin nombre en 259,81m y la propiedad del Sr. Klaus Amen en 271,81m.

**SUR:** con la vía de acceso a Cusumbe en 263,78m.

**ESTE:** con la vía Chaco-Lago Agrio en 650,42m.

**OESTE:** con la propiedad del Sr. Klaus Amen en 658,42m.

La superficie total del terreno según escrituras es de **20,00 hectáreas**.

#### 1.4.2. Área a Urbanizar

Superficie resultante de la diferencia entre el área total del terreno y las afectaciones determinadas por ley:

Área según escrituras: 20,00 hectáreas.

Área según levantamiento topográfico: 20,582 hectáreas

Área afectada por red eléctrica de alta tensión: 1,5306 hectáreas.

Área a urbanizar: 11.20 hectáreas.

#### 1.4.3. Distribución general de uso de suelo

La distribución de los usos del suelo para la urbanización “Marcial Oña”, son los que constan en el plano Urbanístico aprobado y que a continuación se detallan:

*Tabla 1.1: Distribución de los usos del Suelo urbanización “Marcial Oña”.*

| DESCRIPCION                       | AREA(Ha)     | % AREA TOTAL  |
|-----------------------------------|--------------|---------------|
| AREA UTIL RESIDENCIAL (310 LOTES) | 6,20         | 30,12         |
| AREA DE EQUIPAMIENTO              | 0,53         | 2,59          |
| AREA RECREACION ACTIVA Y PASIVA   | 0,41         | 2,01          |
| AREA VERDE                        | 7,49         | 36,39         |
| AREA EN VIAS Y ACERAS             | 5,95         | 28,89         |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>20,58</b> | <b>100,00</b> |

#### 1.4.4. Tipo de suelo

Se caracterizan por una alta capacidad de retención de la humedad y poca permeabilidad lo que facilita la formación de pantanos en las partes bajas. Por sus condiciones físicas de textura, estructura y porosidad se vuelve

susceptible de compactación, por lo que no se aconseja utilizar maquinaria pesada, las prácticas de labranza cero son las más adecuadas para la zona. Como todos los suelos de este sector, contiene bajo niveles de fósforo, altos niveles de nitrógeno y hierro, el pH es ligeramente ácido. La textura va de franco arcilloso a franco.

#### **1.4.5 Topografía y relieve**

La topografía del área a urbanizar es variable, posee un zona relativamente plana en la parte CENTRO-ESTE y SUR mientras que la parte NOR-OESTE tiene una pendiente muy pronunciada que ronda el 40% con ondulaciones que, como se observa en el plano topográfico, configuran un relieve irregular en dicho sector.

#### **1.4.6 Infraestructura y servicios**

Al tratarse de un proyecto urbanístico que comienza desde cero la Urbanización Santa Rosa no cuenta actualmente con ningún servicio básico como agua, energía eléctrica, alumbrado público, infraestructura sanitaria, agua potable, teléfono, etc.

El terreno a urbanizar esta deshabitado en su totalidad a excepción de una pequeña vivienda existente en condiciones precarias la cual no está siendo considerada como infraestructura alguna debido a su poca relevancia.

#### **1.4.7 Vialidad**

El chaco, se encuentra ubicado a 120km de la capital de la república Quito en la provincia de Napo. En la vía interoceánica quito lago agrio, a 45

minutos de la y de Baeza donde se divide la carretera para ir a Tena y Lago Agrio.

La urbanización está ubicada al costado izquierdo de la vía Quito – Lago Agrio, la cual la conecta a su vez con sus poblaciones vecinas más cercanas como son los centros poblados de Santa Rosa a 2 minutos, El Chaco a 5 minutos, Baeza a 20 minutos, a través de esta vía de primer orden circulan diversas cooperativas de transporte interprovincial e inter cantonal que brindan servicio a la población de la zona.

Para ingresar a la urbanización existen dos accesos, el primero que está ubicado al Sur es un pequeño tramo de la vía a Cosumbe que es un camino lastrado de segundo orden el cual se une a la Av. Padre Guillermo Orquera y al Norte un acceso directo desde la vía Quito - Lago Agrio a la misma avenida principal.

En lo que se refiere a la red vial interna del barrio solo existe abierta la vía de acceso principal Av. Padre Guillermo Orquera, esta vía principal está lastrada y no se encuentra bien definida, los caminos secundarios no están abiertos y se encuentran únicamente definidos en el plano urbanístico. Todo el trazado vial interno de la urbanización será rediseñado para poder definir las cotas reales de las rasantes necesarias para los correspondientes diseños hidro-sanitarios efecto de la presente tesis.

## **1.5 Aspectos naturales.**

### **1.5.1 Características climáticas.**

El Cantón El Chaco se encuentra entre los 600 y 3.600 msnm; la ciudad de El Chaco posee un clima muy húmedo con una temperatura promedio de

16°C. y una precipitación media anual de 2.477mm entre octubre y febrero existe una baja intensidad de lluvias mientras que entre marzo y septiembre las lluvias se acentúan, particularmente los meses de mayo, junio y julio son los más lluviosos. Las precipitaciones varían entre los 4.000 mm a 7.000 mm en la estación del Reventador localizado a 1.500 msnm, donde la nubosidad es particularmente fuerte.

La bondad de su clima permite una diversidad de cultivos propios de los diferentes microclimas, así tenemos sembríos de zonas cálidas como: caña, plátano, yuca y la parte fría: hortalizas, cebolla blanca, maíz, fréjol, habas entre otros.

### **1.5.2 Recursos hídricos.**

El cantón El Chaco tiene un gran sistemas hidrográfico gracias al cual se ha merecido el apelativo de fábrica de agua, compuesto por varios ríos y quebradas que nacen en las cimas de dos reservas, la de Cayambe Coca y la de Sumaco, ambas tienen un nivel de Intervención baja, este sistema se allá compuesto por cinco micro cuencas, que definidas por la divisoria de aguas, cada una de ellas se caracteriza por la presencia de los ríos de mayor caudal como el río Oyacachi, río Salado, río Malo, río Bombón, río Negro, río Anango, río Machacuyacu y río Payamino.

## **CAPÍTULO II**

### **Bases de Diseño**

---

#### **2.1. Sistema de distribución de agua potable.**

##### **2.1.1 Sistema a aportarse y justificación**

Dependiendo de la topografía, vialidad disposición de las viviendas y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento puede definirse dos tipos de redes de distribución: malladas y ramificadas.

Las redes ramificadas están constituidas por un ramal troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden formar pequeñas mallas o ramales ciegos, este tipo de sistema es utilizado cuando la topografía es tal que dificulta, o no permite la interconexión entre ramales. También son útiles en casos donde la población a servir se ha desarrollado linealmente a lo largo de una vía principal, en este caso el diseño más conveniente es el de una arteria central con una serie de ramificaciones para dar servicio a calles que convergen a ella.

Las redes de tipo mallado son constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y tratará siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente.

En nuestro caso particular utilizamos un modelo tipo mallado debido a la configuración y disposición de los lotes y manzanas en el plano urbanístico aprobado, sin embargo ciertos tramos han sido considerados como ramales abiertos por ahorro de tubería innecesaria.



### **2.1.2 Parámetros de diseño.**

Un sistema de abastecimiento de agua potable contempla un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua potable, el presente estudio se enfoca en el diseño de una red de distribución de agua potable.

El estudio de un sistema de abastecimiento de agua está sujeto a la utilización de distintos coeficientes de diseño en razón de las funciones que cumple cada elemento dentro del sistema, es así que es necesario conocer el comportamiento de los materiales y sistemas a utilizar para obtener de ellos un máximo rendimiento y eficiencia ajustados a los criterios económicos.

Analizaremos entonces los parámetros de diseño que intervendrán en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

#### **2.1.2.1 Periodo de diseño.**

El periodo se define como el tiempo para el cual el sistema funcionará en forma eficiente, por su capacidad para captar, procesar y conducir el caudal de agua requerido por la comunidad, así como también por la resistencia física de las instalaciones y la calidad del servicio. En la definición del período de diseño intervienen varios factores como: la vida útil de las instalaciones, obras civiles, equipos, tuberías, facilidades de construcción, tendencia de crecimiento de la población y de la misma manera la capacidad económica de las entidades que financiarán la construcción.

Se debe tomar en cuenta que la proyección debe realizarse para satisfacer las necesidades de la comunidad durante un determinado periodo de tiempo, durante este tiempo el sistema debe ser 100% funcional sin necesidad de ampliaciones.

En ningún caso se deben proyectar obras definitivas con periodos menores a 15 años.

*Tabla 2.1: Vida útil en años de un los elementos constitutivos de un sistema de agua potable.*

| <b>VIDA ÚTIL EN AÑOS DE LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE</b> |                   |
|---|-------------------|
| Obras de captación  | De 25 a 50        |
| Diques grandes y túneles  | De 50 a 100       |
| Pozos profundos   | De 10 a 25        |
| Líneas de conducción en acero o hierro dúctil                           | De 40 a 50        |
| Líneas de conducción en asbesto cemento o PVC                           | De 20 a 30        |
| Plantas de tratamiento  | De 30 a 40        |
| Tanques de almacenamiento o distribución                                | De 30 a 40        |
| Redes de distribución de acero o hierro dúctil                          | De 40 a 50        |
| <b>Redes de distribución de asbesto cemento o PVC</b>                   | <b>De 20 a 25</b> |
| Otros materiales y equipos según especificaciones de fabricante         | Variable          |

De acuerdo a la experiencia nacional y latinoamericana el periodo de diseño óptimo para obras de esta naturaleza es de 20 a 25 años, en esta ocasión adoptamos *25 años*, esto por tratarse de tuberías de PVC cuya durabilidad es buena en las condiciones para las que se propone el proyecto.

## 2.1.2.2 Análisis poblacional.

### **Población de diseño**

La población de diseño es la población proyectada al final del periodo de diseño y debe estimarse integrando variables demográficas, socioeconómicas, urbanas y regionales, además de las normativas y regulaciones municipales previstas para su ocupación y crecimiento ordenados.

A continuación se analizan algunos de los factores tomados en cuenta para dicha estimación:

#### ✓ **Ordenanzas municipales:**

Para los fines pertinentes, el Consejo Municipal del Cantón El Chaco en sesión ordinaria con fecha 04 de Abril de 2.009 emitió la “ORDENANZA PARA LA URBANIZACIÓN SANTA ROSA” donde se reglamenta a la urbanización Santa Rosa y se dictan los parámetros para su ocupación, del mencionado documento hemos extraído los siguientes artículos los cuales nos servirán para el cálculo de la población:

- **ART.8.1.1.- NORMAS DE EDIFICACIÓN Y COMPATIBILIDAD DE USOS**

*De acuerdo a lo establecido en el presente Reglamento para la Urbanización “Santa Rosa”, las construcciones se registrarán por la siguiente Normativa de Ocupación, Edificabilidad, Densidad y Uso de Suelo.*

Tabla 2.2: Normativa de zonificación y uso de suelo Urb. Santa Rosa

| NORMATIVA DE ZONIFICACION Y USO DE SUELO DE LA URBANIZACIÓN SANTA ROSA |                    |          |               |              |       |         |      |      |
|--|--------------------|----------|---------------|--------------|-------|---------|------|------|
| AREA LOTE MINIMO   | FORMA DE OCUPACION | Nº PISOS | ALTURA MAXIMA | COEFICIENTES |       | RETIROS |      |      |
|  |                    |          |               | COS          | CUS   | F       | L    | P    |
| 200,00   | ADOSADA UN LADO    | 2,00     | 7,00          | 31,50        | 63,00 | 3,00    | 3,00 | 8,00 |

- 8.1.3.- **CONDICIONES DE USO**

En esta zona el uso principal será de VIVIENDA, permitiéndose comercios pequeños y servicios como oficinas, consultorios, gabinetes de belleza, etc.

- ART.10.- **DE LA SUBDIVISION DE LOTES.**

No se permitirá la subdivisión de lotes.

✓ **Estadísticas INEC:**

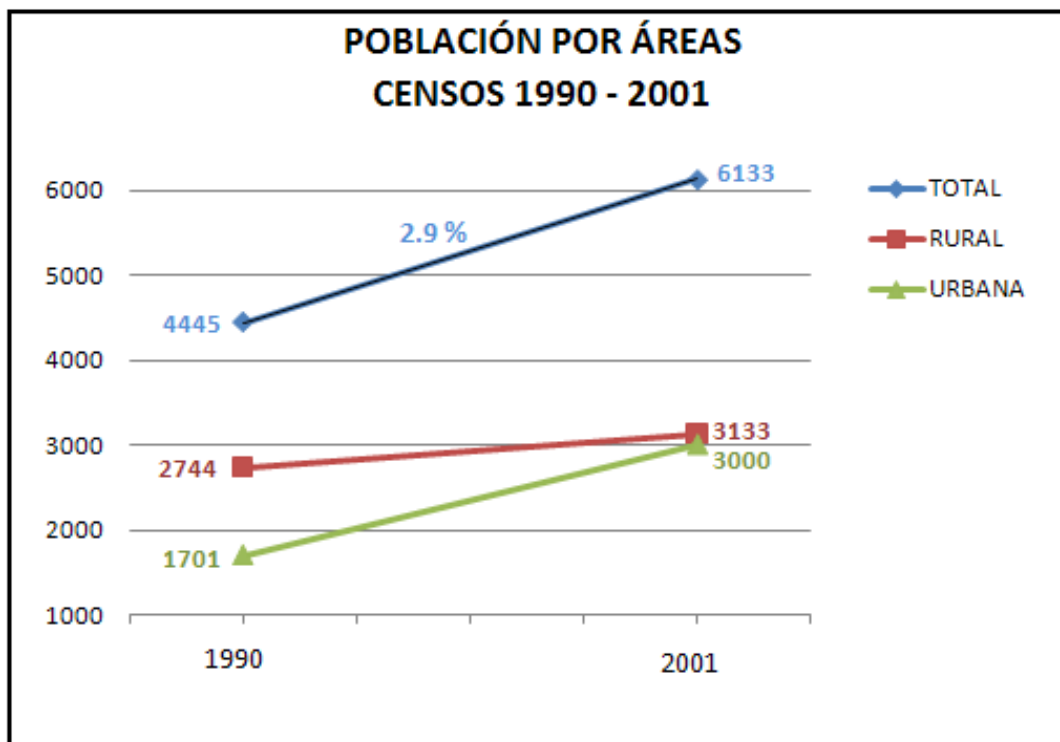
Según los resultados del VI Censo de Población y V de Vivienda realizado el 25 de noviembre del año 2.001 por el INEC conocemos los siguientes datos.

Tabla 2.3: Datos poblacionales cantón El Chaco (INEC Censo 2001).

| POBLACIÓN DEL CANTON EL CHACO |       |         |         |
|-------------------------------|-------|---------|---------|
| CENSO 2001                    |       |         |         |
| AREAS                         | TOTAL | HOMBRES | MUJERES |
| TOTAL                         | 6.133 | 3.230   | 2.903   |
| URBANA                        | 3.000 | 1.525   | 1.475   |
| RURAL                         | 3.133 | 1.705   | 1.428   |

La población del Cantón EL CHACO, según el Censo del 2.001, representa el 7,7% del total de la Provincia de Napo; ha crecido en el último período intercensal 1990-2001, a un ritmo .

Cuadro 2.1: Población por áreas cantón El Chaco  
Fuente (INEC Censo 2001).



El 51,1% de su población reside en el área rural y se caracteriza por ser una población joven, ya que el 48,7% son menores de 20 años.

En la *Tabla 2.4* se observa los datos de vivienda cuya tendencia nos muestra que existen en promedio 4,5 ocupantes por vivienda, 4,2 en la zona urbana y 4,8 en la zona rural, de acuerdo a esta estadística podemos adoptar un valor de **5 ocupantes por vivienda** que resulta de redondear el valor más crítico de 4,8 el cual se ajusta las características de la zona de diseño.

Tabla 2.4: Datos de vivienda cantón El Chaco (INEC Censo 2001)

| CANTÓN EL CHACO  |                    |   |           |          |                 |                           |  |
|--|--------------------|---|-----------|----------|-----------------|---------------------------|--|
| TOTAL DE VIVIENDA, OCUPADAS CON PERSONAS PRESENTES, PROMEDIO DE OCUPANTES Y DENSIDAD POBLACIONAL |                    |   |           |          |                 |                           |  |
| ÁREAS  | TOTAL DE VIVIENDAS | VIVIENDAS OCUPADAS CON PERSONAS PRESENTES |           |          | POBLACIÓN TOTAL | EXTENSIÓN Km <sup>2</sup> | DENSIDAD POBLACIONAL Hab/Km <sup>2</sup> |
|  |                    | NÚMERO                                    | OCUPANTES | PROMEDIO |                 |                           |  |
| TOTAL CANTÓN   | 2.198              | 1.337                                     | 5.957     | 4,5      | 6.133           | 3.472,7                   | 1,8                                      |
| ÁREA URBANA  | 643                | 698                                       | 2.914     | 4,2      | 3.000           |                           |  |
| ÁREA RURAL   | 1.255              | 639                                       | 3.043     | 4,8      | 3.133           |                           |  |

5 ocupantes por vivienda

✓ **Población de Saturación:**

Al tratarse de un sector que no ha sido poblado todavía no se tienen datos de la población actual ya que es nula, por esta razón se ha considerado como población al final del periodo de diseño la población de saturación, misma que representa la cantidad total de personas que se estima que habitarán en la urbanización cuando haya alcanzado su máximo desarrollo.

Según el Código Ecuatoriano de la Construcción se recomienda considerar como población flotante un 15% de la población estudiantil del sector, lo cual se refiere a la capacidad de los establecimientos educativos de la zona, en esta urbanización no está prevista la implementación de un centro educativo, por tanto no se aplicará dicha recomendación.

Para determinar la población de saturación consideramos la estimación de 5 personas por cada lote como ya se explicó, adicionalmente se realizó un conteo del número de lotes en cada una de las manzanas las cuales se encuentran numeradas del 1 al 23 como se puede observar en el adjunto

**Plano N°20: Diseño Urbanístico.**

Si consideramos que en cada lote de 200 m<sup>2</sup>, según la regulación municipal, se permite la construcción de una sola vivienda de máximo dos plantas, y considerando además que cada una de las viviendas es unifamiliar, multiplicamos el número de lotes por el número de personas por vivienda obtenemos el dato requerido como se puede observar en la *tabla7*.

*Tabla 2.5: Distribución poblacional de la Urb. Marcial Oña*

| MANZANA              | # DE LOTES | PERSONAS C/LOTE   | PERSONAS C/MANZANA |
|----------------------|------------|-------------------|--------------------|
| 1                    | 11         | 5                 | 55                 |
| 2,3,4,5,8,9,10,11    | 20         | 5                 | 800                |
| 6                    | 18         | 5                 | 90                 |
| 7                    | 5          | 5                 | 25                 |
| 12                   | 6          | 5                 | 30                 |
| 13,14,15,16,17,18,19 | 12         | 5                 | 420                |
| 20                   | 11         | 5                 | 55                 |
| 21,23                | 4          | 5                 | 40                 |
| 22                   | 8          | 5                 | 40                 |
| <b>Viviendas:</b>    | <b>310</b> | <b>Ocupantes:</b> | <b>1.550</b>       |

Población Total:

$$\text{Pt} = 310 \text{ lotes} * 5 \text{ ocupantes}$$

$$\text{Pt} = 1.550 \text{ habitantes}$$

✓ ***Crecimiento de la Población:***

Como se explicó previamente la población de saturación es la que utilizaremos como dato para el diseño al final del periodo de diseño, sin embargo es de nuestro interés analizar la forma en la que crecerá la población hasta alcanzar el nivel de saturación antes mencionado.

El departamento de planificación del municipio planea la construcción de 165 viviendas en el primer año como arranque del proyecto, dando un dato inicial de 825 habitantes y mediante los métodos aritmético y geométrico se proyecta el crecimiento de la población hasta final del periodo de diseño, el comportamiento de la población se ha estimado tomando en cuenta un ritmo de crecimiento constante de 2.9% anual como se indica en las estadísticas del INEC, y se ve reflejado en el siguiente cuadro y el grafico respectivo.

- **Método Aritmético:** Se basa en la hipótesis de que el ritmo de crecimiento poblacional es constante, su ecuación determina una gráfica donde el crecimiento poblacional se comporta de manera lineal.

$$P = P_1(1 + r * n)$$

**P** = Población al final del periodo de diseño

**n** = Periodo comprendido entre el último censo y el último año del periodo de diseño.

**r** = Tasa de crecimiento

- **Método Geométrico:** Al igual que en el método aritmético el índice de crecimiento poblacional se considera constante, pero su ecuación determina un crecimiento poblacional exponencial.

$$P = P_1(1 + r)^n$$

**P** = Población al final del periodo de diseño



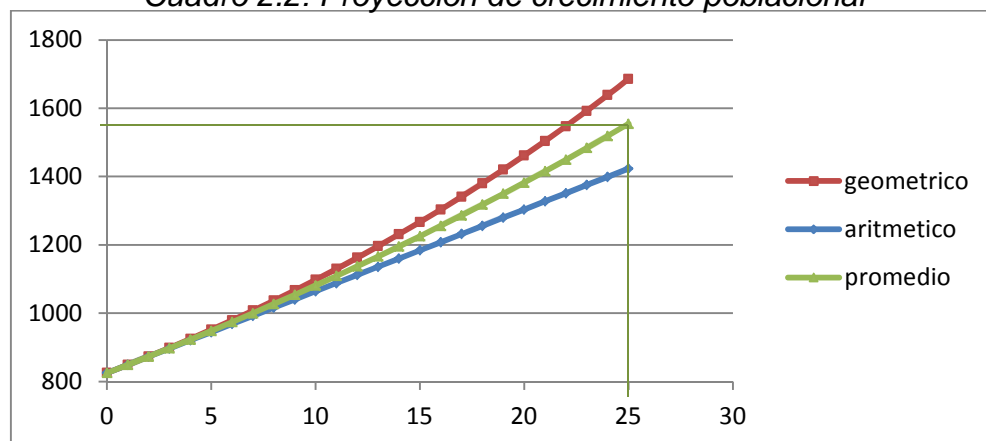
$n$  = Periodo comprendido entre el último censo y el último año del periodo de diseño.

$r$  = Tasa de crecimiento

Tabla 2.6: Comportamiento poblacional esperado Urb. Marcial Oña

| Año   | n  | Población  |            |          |                                |
|-------|----|------------|------------|----------|--------------------------------|
|       |    | Aritmético | Geométrico | Promedio |                                |
| 2.012 | 0  | 825        | 825        | 825      | → Inicio del periodo de diseño |
| 2.013 | 1  | 849        | 849        | 849      |                                |
| 2.014 | 2  | 873        | 874        | 873      |                                |
| 2.015 | 3  | 897        | 899        | 898      |                                |
| 2.016 | 4  | 921        | 925        | 923      |                                |
| 2.017 | 5  | 945        | 952        | 948      |                                |
| 2.018 | 6  | 969        | 979        | 974      |                                |
| 2.019 | 7  | 992        | 1.008      | 1.000    |                                |
| 2.020 | 8  | 1.016      | 1.037      | 1.027    |                                |
| 2.021 | 9  | 1.040      | 1.067      | 1.054    |                                |
| 2.022 | 10 | 1.064      | 1.098      | 1.081    |                                |
| 2.023 | 11 | 1.088      | 1.130      | 1.109    |                                |
| 2.024 | 12 | 1.112      | 1.163      | 1.137    |                                |
| 2.025 | 13 | 1.136      | 1.196      | 1.166    |                                |
| 2.026 | 14 | 1.160      | 1.231      | 1.195    |                                |
| 2.027 | 15 | 1.184      | 1.267      | 1.225    |                                |
| 2.028 | 16 | 1.208      | 1.303      | 1.256    |                                |
| 2.029 | 17 | 1.232      | 1.341      | 1.286    |                                |
| 2.030 | 18 | 1.256      | 1.380      | 1.318    |                                |
| 2.031 | 19 | 1.280      | 1.420      | 1.350    |                                |
| 2.032 | 20 | 1.304      | 1.461      | 1.382    |                                |
| 2.033 | 21 | 1.327      | 1.504      | 1.416    |                                |
| 2.034 | 22 | 1.351      | 1.547      | 1.449    |                                |
| 2.035 | 23 | 1.375      | 1.592      | 1.484    |                                |
| 2.036 | 24 | 1.399      | 1.638      | 1.519    |                                |
| 2.037 | 25 | 1.423      | 1.686      | 1.550    | → Final del periodo de diseño  |

Cuadro 2.2: Proyección de crecimiento poblacional



### 2.1.2.3 Cifras de consumo.

Gracias a varias investigaciones realizadas se ha llegado a aproximaciones cada vez más precisas de las estimaciones sobre consumo de agua tomando en cuenta diversos factores tales como el uso del suelo, la zonificación, características de la población, consumo público, etc.

#### ✓ **Dotación promedio de la zona:**

Para obtener una aproximación lo más exacta posible de los consumos promedio de la zona partimos analizando los datos de consumo de agua registrados en la dirección de agua potable de la municipalidad de El Chaco desde el mes de Mayo del 2.009 hasta el mes de septiembre del 2.010 los cuales se encuentran detallados en el **//Anexo CII**, a continuación se presenta un cuadro que resumen los valores mensuales de dichos consumos para su análisis.

*Tabla 2.7: Consumos de agua de la red pública.*

*Fuente (Municipio El Chaco)*

| <b>CONSUMOS MENSUALES DE AGUA</b>  |                 |                           |           |                       |                           |
|------------------------------------|-----------------|---------------------------|-----------|-----------------------|---------------------------|
| <b>Mayo 2009 - Septiembre 2010</b> |                 |                           |           |                       |                           |
| <b>Nº</b>                          | <b>Mes</b>      | <b>Cons m<sup>3</sup></b> | <b>Nº</b> | <b>Mes</b>            | <b>Cons m<sup>3</sup></b> |
| 1                                  | Mayo 2009       | 26.718                    | 10        | Febrero 2010          | 25.019                    |
| 2                                  | Junio 2009      | 34.914                    | 11        | Marzo 2010            | 22.722                    |
| 3                                  | Julio 2009      | 77.623                    | 12        | Abril 2010            | 22.501                    |
| 4                                  | Agosto 2009     | 26.692                    | 13        | Mayo 2010             | 30.884                    |
| 5                                  | Septiembre 2009 | 30.500                    | 14        | Junio 2010            | 19.185                    |
| 6                                  | Octubre 2009    | 24.197                    | 15        | Julio 2010            | 13.519                    |
| 7                                  | Noviembre 2009  | 20.923                    | 16        | Agosto 2010           | 28.372                    |
| 8                                  | Diciembre 2009  | 20.179                    | 17        | Septiembre 2010       | 22.879                    |
| 9                                  | Enero 2010      | 39.834                    |           | <b>Consumo Total:</b> | <b>486.661</b>            |

Si dividimos este gasto total para el número de meses de los que se ha obtenido las lecturas obtenemos un caudal medio mensual:

$$Q_{\text{mes}} = \frac{486.661\text{m}^3}{17 \text{ meses}} = 28.627\text{m}^3/\text{mes}$$

$$Q_{\text{mes}} = 28.627\text{m}^3/\text{mes} * \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ días}} * \frac{1.000 \text{ litros}}{\text{m}^3}$$

$$Q_{\text{mes}} = 954.233 \text{ litros/día}$$

Del censo del INEC del año 2001 se conoce que el 66.30% del total de la población del chaco se abastece mediante la red pública de agua como se muestra en la *Tabla 2.8*.

*Tabla 2.8: Fuentes de abastecimiento de agua El Chaco*

| ABASTECIMIENTO DE AGUA |               |
|------------------------|---------------|
|                        |               |
| <b>RED PÚBLICA</b>     | <b>66.30%</b> |
| POZO                   | 1.10%         |
| RIO O VERTIENTE        | 30.90%        |
| CARRO REPARTIDOR       | 0.20%         |
| OTRO                   | 1.50%         |
| TOTAL:                 | 100%          |

Tabla 2.9: Comportamiento poblacional del Cantón El Chaco.

| POBLACIÓN CANTON EL CHACO |           |                            |                            |                       |
|---------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|
| AÑO                       | n         | Población<br>M. Aritmético | Población<br>M. Geométrico | Población<br>Promedio |
| 2.001                     | 0         | 6.133                      | 6.133                      | 6.133                 |
| 2.002                     | 1         | 6.311                      | 6.311                      | 6.311                 |
| 2.003                     | 2         | 6.489                      | 6.494                      | 6.491                 |
| 2.004                     | 3         | 6.667                      | 6.682                      | 6.674                 |
| 2.005                     | 4         | 6.844                      | 6.876                      | 6.860                 |
| 2.006                     | 5         | 7.022                      | 7.075                      | 7.049                 |
| 2.007                     | 6         | 7.200                      | 7.281                      | 7.240                 |
| 2.008                     | 7         | 7.378                      | 7.492                      | 7.435                 |
| 2.009                     | 8         | 7.556                      | 7.709                      | 7.632                 |
| 2.010                     | 9         | 7.734                      | 7.933                      | 7.833                 |
| <b>2.011</b>              | <b>10</b> | <b>7.912</b>               | <b>8.163</b>               | <b>8.037</b>          |

Si consideramos que la proyección de población del cantón El Chaco al inicio del periodo de diseño es 8037 habitantes como se ilustra en la *tabla 11* y el 66.30% de esta está dotada de agua de la red pública obtenemos que:

$$\text{Abonados} = 8.037 * 66,30\% = 5.328 \text{ hab}$$

Adicionamos un 15% de población flotante

$$\text{Población Flotante} = 8.037 * 10\% = 803 \text{ hab}$$

$$\text{Total Usuarios} = 5.328 + 803 = 6.131 \text{ hab}$$

$$\text{Dotación promedio del canton} = \frac{Q_{\text{mes}}}{\text{Abonados}} = \frac{954.233 \text{ litros/día}}{6.131 \text{ hab}}$$

$$\text{Dotación promedio del canton} = 155,66 \text{ lt/hab. día}$$

✓ **Dotaciones recomendadas Código Ecuatoriano de la Construcción:**

En el Ecuador se han clasificado los sistemas de agua potable en dos grupos que son: para poblaciones de menos de 1.000 habitantes, y para poblaciones de más de 1.000 habitantes, para estos dos casos se han definido las normas y criterios de diseño.

Al tratarse de una población de más de 1.000 habitantes el Código Ecuatoriano de la Construcción CPE INEN 5 Parte 9.1:1.992 recomienda que el consumo de agua se estime en base a estudios de ciertas condiciones particulares de la población y de poblaciones de características similares, en este caso realizamos un análisis comparativo de los valores recomendados y la dotación característica que determinamos de los consumos registrados.

*Tabla 2.10: Dotaciones Recomendadas C.E.C. según el clima.*

| <b>Población Futura</b> | <b>Clima</b>    | <b>Dotación Media Futura L/hab-día</b> |
|-------------------------|-----------------|--|
| <u>Hasta 5.000</u>      | Frio            | De 120 a 150                           |
|                         | <u>Templado</u> | <u>De 130 a 160</u>                    |
|                         | Cálido          | De 170 a 200                           |
| De 5.000 a 50.000       | Frio            | De 180 a 200                           |
|                         | Templado        | De 190 a 220                           |
|                         | Cálido          | De 200 a 230                           |
| Más de 50.000           | Frio            | Más de 200                             |
|                         | Templado        | Más de 220                             |
|                         | Cálido          | Más de 230                             |

Según otros autores en función de los factores socioeconómicos en poblaciones menores a 5.000 habitantes, para el diseño y la construcción de redes se asigna los consumos per cápita de la siguiente manera:

Tabla 2.11: Dotaciones recomendadas por otros autores.

|                                      |                            |
|--------------------------------------|----------------------------|
| <u>Barrios residenciales obrero</u>  | <b>150 - 200 L/hab-día</b> |
| Barrios residenciales de clase media | 200 - 280 L/hab-día        |
| Barrios residenciales de clase alta  | 280 - 350 L/hab-día        |

Resultado del análisis realizado adoptamos una dotación de 150 lts/hab/día está dentro de los rangos recomendados para poblaciones de condiciones similares a las del proyecto en cuestión.

También debemos considerar para el diseño de las redes de distribución de agua potable, una dotación adicional para combatir incendios, el Código Ecuatoriano de la Construcción recomienda para poblaciones con menos de 10.000 habitantes se utilice en lugar de los hidrantes bocas de fuego con capacidad de 5 l/s. Para poblaciones de hasta 3.000 habitantes futuros en la costa y 5.000 en la sierra, no se considera almacenamiento para incendios.

En función de la dotación adoptada determinaremos el **consumo medio diario (Qm)** que es el promedio de los consumos diarios durante un año de registros y se expresa en l/s.

$$Q_m = P * \frac{Dot}{86.400}$$

$$Q_m = 1.550 \text{ hab} * \frac{150 \text{ L/hab. día}}{86.400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_m = 2,70 \text{ L/seg}$$

Una vez calculado el caudal medio diario procedemos a la determinación de los factores de mayoración correspondientes para la estimación del **consumo máximo diario (QMD)** y del **consumo máximo horario (QMH)**.

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año, se puede obtener también correlacionando el  $Q_m$  con un factor de mayoración  $K_1$  que puede variar de 130% a 150% en nuestro caso un valor medio de 140% sería el apropiado:

Variables:

$K_1 =$  *Factor de mayoración.*

$Q_m =$  *Consumo medio diario = 2,70 L/seg*

$$QMD = K_1 * Q_m$$

$$QMD = 1,40 * 2,70 \text{ L/seg}$$

$$\mathbf{QMD = 3,78 \text{ L/seg}}$$

El consumo máximo horario se define como el consumo correspondiente a la horade máximo consumo del día de máximo consumo, para su cálculo se multiplica el  $Q_m$  por un factor de mayoración  $K_2$  y según el C.E.C tenemos que:

Variables:

$K2 =$  Factor de mayoración entre 2 y 2,3

$Qm =$  Consumo medio diario = 2,70 L/seg

$$QMH = K2 * Qm$$

$$K2 = 2,1$$

$$QMH = 2,1 * 2,70 \text{ L/seg}$$

$$QMH = 5,67 \text{ L/seg}$$

#### ✓ **Caudales de diseño**

Los caudales de diseño para redes de distribución serán: el máximo diario al final del período de diseño más incendio y se comprobarán las presiones de la red, para el caudal máximo horario al final de dicho período.

**Diseño red de distribución → QMD + incendios**

**Chequeo de presiones en la red → QMH**

#### **2.1.2.4 Presiones en la red**

Las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que pueden ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean



capaces de llevar agua al interior de la vivienda, nuestras normas establecen en el medio urbano un mínimo de 10 mca, en los puntos más desfavorables de la red. También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas, tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes, se ha normado que para áreas urbanas la presión estática máxima es 70 mca y la presión máxima dinámica de 50 mca y en las áreas rurales se limitan estas presiones máximas a 40 mca sin embargo estos parámetros pueden tener cierta flexibilidad de acuerdo a las características particulares de cada proyecto siempre que se justifique los motivos para estas variaciones.

## **2.2. Sistemas de alcantarillado.**

### **2.2.1 Sistema a aportarse y justificación.**

Para la elaboración de un proyecto de recolección y evacuación de aguas residuales o lluvias es aconsejable disponer de toda la información previa acerca de la localidad que nos permitirá caracterizar la región desde el punto de vista físico y socioeconómico, se debe además conocer los sistemas existentes de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico y considerar los planes de desarrollo urbano y ordenamiento territorial. Esto debe contribuir a seleccionar la alternativa más adecuada, factible, técnica, económica, financiera y de menor impacto ambiental.

Un sistema de alcantarillado puede ser de tres tipos: combinado, separado y mixto:

- **Sistema Combinado.-** Un sistema combinado transporta tanto las aguas servidas como las aguas lluvias por la misma red de tuberías. Cuando se dan fuertes precipitaciones y el caudal de aguas lluvias combinado con el de aguas servidas excede cierto valor las aguas negras diluidas se descargan directamente en aguas superficiales por medio de aliviaderos, la principal ventaja de este tipo de sistemas es que su implementación es más económica, y su desventaja radica en que una lluvia fuerte producirá un inadecuado tratamiento que puede provocar en el efluente cierto nivel de contaminación peligroso, esto provoca que el tratamiento para este tipo de sistemas sea más costoso.
- **Sistema Separado.-** Un sistema de alcantarillado separado consiste en la construcción de dos redes de tuberías independientes, uno para residuos servidos domésticos (alcantarillado sanitario) y otro para transportar las aguas lluvias, aguas de lavado de calles, y otras aguas superficiales hasta los putos de descarga (Alcantarillado pluvial).
- **Sistema Mixto.-** Los sistemas de alcantarillado mixtos son una combinación de los dos anteriores dentro de una misma área urbana; esto es, una zona tiene alcantarillado separado y otra, combinado.

De las circunstancias particulares del proyecto hemos escogido para la localidad en estudio un **Sistema Separado**.

### **2.2.2 Parámetros de diseño.**

La urbanización a diseñar es un proyecto nuevo el cual no puede ser diagnosticado sino que debe ser bien diseñado y proyectado tomando en cuenta ciertos parámetros que se analizan para cada caso a continuación:

### **2.2.2.1 Caudal sanitario de diseño.**

El caudal a utilizarse para el diseño de los colectores de aguas residuales será el que resulte de la suma de los caudales de aguas residuales domésticas e industriales afectados de sus respectivos coeficientes de retorno y mayoración, más los caudales de infiltración y conexiones ilícitas. Las poblaciones y dotaciones serán las correspondientes al final del período de diseño.

✓ *Caudal medio diario sanitario:*

$$Qm_{RESIDUALES} = Qm * 70\%$$

$$Qm_{RESIDUALES} = \frac{P * Dot}{86.400} * 70\%$$

$$Qm_{RESIDUALES} = 2,70 * 70\%$$

$$Qm_{RESIDUALES} = 1,90L / s$$

✓ *Coefficiente de mayoración M:*

En toda red existe una hora en un día al año en que la aportación es máxima, valor que obtenemos afectando el caudal medio con un coeficiente "M" que depende en general del número de habitantes servidos (P) y existen varias fórmulas empíricas para determinarlo como las siguientes:

- **Babbitt:**  $\left\{ \begin{array}{l} M = \frac{5}{Pm^{\frac{1}{5}}} \Rightarrow \text{no\_aplica} \end{array} \right.$  Se restringe la aplicación de esta fórmula a un valor máximo de 1000 habitantes y un valor mínimo 1 habitante.
- **Harmon:**  $\left\{ \begin{array}{l} M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{Pm}} = 3,67 \end{array} \right.$  Su alcance está recomendado a poblaciones de 1000 a 100000 habitantes, sin embargo no se señala ninguna limitación.
- **Giffit:**  $\left\{ \begin{array}{l} M = \frac{5}{Pm^{\frac{1}{6}}} = 4,64 \end{array} \right.$  Para Giffit la fórmula no tiene límites poblacionales.
- **Popel:**  $\left\{ \begin{array}{l} M = \frac{2,228}{Qm_{sanit}^{0,073325}} \Leftrightarrow Qm_{sanit} \geq 4L/s \\ M = 4 \Leftrightarrow Qm_{sanit} < 4L/s \end{array} \right.$  Coeficiente de mayoración en función del gasto medio sanitario.

Donde:

$Pm$  = Población en miles de habitantes.

$Qm_{sanit}$  = Caudal medio diario de aguas servidas [l/s]

Siendo la fórmula de Popel la que aplicamos para nuestro calculo debido a que se utiliza con mayor frecuencia en nuestro medio, sin embargo se han representado los valores resultantes por Giffit y Harmon como dato informativo o parámetro de comparación.

✓ *Caudal de aguas de infiltración*

Las aguas de infiltración siempre están presentes en los sistemas de alcantarillado y dependen de varios factores como: cuidado en la construcción del sistema, tipo de suelo, altura del nivel freático, parte de los conductos pueden quedar sumergidos en el agua.

El caudal por infiltración será determinado considerando básicamente la variación del nivel freático sobre la solera de la tubería de alcantarillado, a esto debe añadirse el tipo de tubería y el sistema de unión, que para el caso local, se utiliza tubería de PVC con unión de campana con anillo elastomérico o espiga, esta nos ofrece tanto hermeticidad y flexibilidad en las uniones, asegurando con esto que no existieran en el sistema infiltraciones o exfiltraciones, las cuales repercuten en la contaminación de los mantos acuíferos.

En el cuadro siguiente se recomiendan tasas de infiltración en base al tipo de tubería, al tipo de unión y la situación de la tubería respecto al nivel freático.

*Tabla 2.12: Valores de infiltración en tuberías*

| Unión               | Caudales de Infiltración (l/s/km) |      |                 |      |                             |      |               |      |
|---------------------|-----------------------------------|------|-----------------|------|-----------------------------|------|---------------|------|
|                     | Tubo de cemento                   |      | Tubo de arcilla |      | Tubo de arcilla vitrificada |      | Tubo de P.V.C |      |
|                     | Cemento                           | Goma | Cemento         | Goma | Cemento                     | Goma | Cemento       | Goma |
| Nivel Freático bajo | 0,5                               | 0,2  | 0,5             | 0,1  | 0,2                         | 0,1  | 0,1           | 0,05 |
| Nivel Freático alto | 0,8                               | 0,2  | 0,7             | 0,1  | 0,3                         | 0,1  | 0,15          | 0,5  |

Además de la infiltración en las tuberías también debemos considerar un porcentaje de infiltración por las tapas de los pozos de revisión, por esta razón se ha duplicado el valor seleccionado de la tabla anterior.

$$Q_{inf} = 1[l / seg / km] * L[km]$$

Donde:

$Q_{inf}$  = Caudal de aguas de infiltración [l/s]

L = Longitud del tramo de tubería [Km]

✓ *Caudal de aguas ilícitas.*

Se consideran aguas ilícitas aquellas contribuciones de aguas lluvias en el alcantarillado sanitario de carácter ilegal a través de conexiones clandestinas; el código ecuatoriano de la construcción recomienda que se considere siempre un aporte de aguas de este tipo.

Se recomienda trabajar con un dato exacto acorde a la zona en estudio, mas en ausencia del mismo adoptaremos 80 L/hab/día, parámetro recomendado por las normas del MIDUVI y comúnmente utilizado.

$$Q_{ilicitas} = 80[l / hab / día] * P[hab]$$

El caudal a utilizarse para el diseño de los colectores de aguas residuales será el que resulte de la suma de los caudales de aguas residuales domésticas afectados por sus respectivos coeficientes de retorno y mayoración, más los caudales de infiltración y conexiones ilícitas

$$Q_{sanitario} = M * Q_{m_{res}} + Q_{inf} + Q_{ilicitas}$$

### **2.2.2.2 Caudal pluvial de diseño.**

Citando al Código Ecuatoriano de la Construcción, “Para el cálculo de los caudales del escurrimiento superficial directo, se podrán utilizar tres enfoques básicos: el método racional; el método del hidrograma unitario sintético y el análisis estadístico, basado en datos observados de escurrimiento superficial”.

El mismo código ha normado el método racional para la estimación del escurrimiento superficial en cuencas tributarias con una superficie inferior a 100Ha, de manera que:

$$Q_p = \frac{C * I * A}{0,36}$$

Donde:

Q = caudal en l/seg.

C = coeficiente de escurrimiento

A = Área de drenaje en hectáreas.

I = intensidad de lluvia en mm/h.

A continuación se analizan todos los parámetros necesarios para obtener el caudal de aguas lluvias:

#### *✓ Coeficiente de escurrimiento*

Se entiende por coeficiente de escurrimiento a la relación entre la lámina de agua precipitada sobre una superficie y la lámina de agua que escurre

superficialmente, (ambas expresadas en mm), y que generalmente se lo expresa con la letra C.

0,70 → Para centros urbanos con densidad de población cercana a la de saturación y con calles asfaltadas.

0,60 → Para zonas residenciales de densidad,  $D \geq 200$  hab/Ha.

0,55 → Para zonas con viviendas unifamiliares,  $150 < D < 200$

0,50 → Para zonas con viviendas unifamiliares,  $100 < D < 150$ .

0,40 → Para zonas con viviendas unifamiliares,  $D < 100$ .

0,40 → Para zonas Rurales con población dispersa.

Para el proyecto se adopta un valor de  $C=0,50$ , es una zona residencial con densidad de población de 140 hab/Ha de acuerdo a las características conocidas del sector.

#### ✓ *Intensidad de precipitación*

El INAMHI en su publicación "ESTUDIO DE LLUVIAS INTENSAS" con la finalidad de evitar que se usen curvas y ecuaciones de intensidad inadecuadas para un determinado lugar, considera conveniente efectuar una zonificación de intensidades considerando áreas con características hidrometeorológicas y morfológicas semejantes.



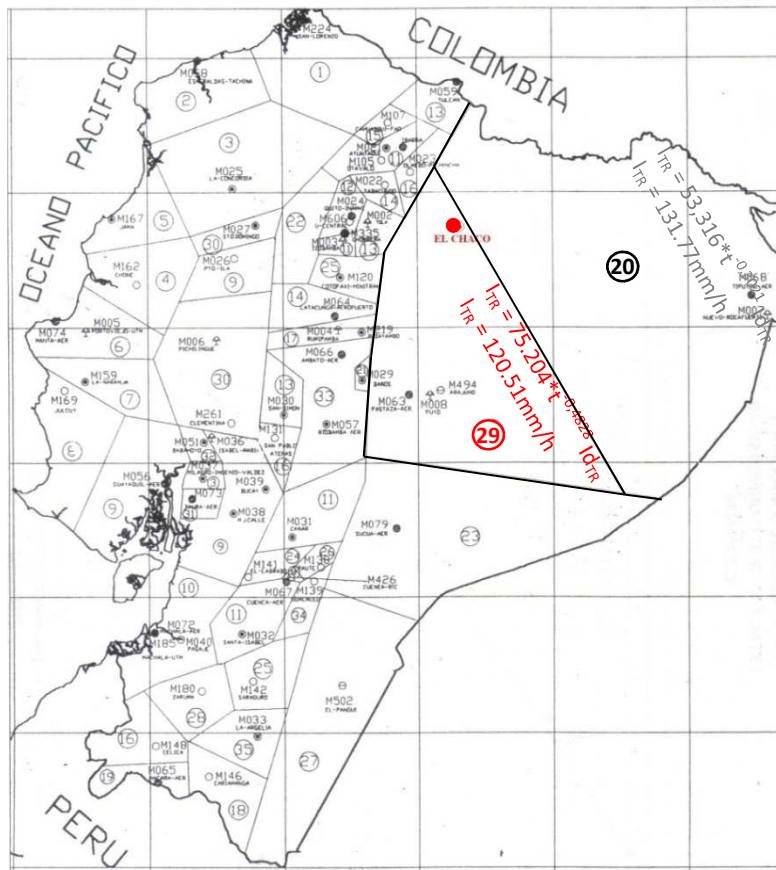


Figura 2.1: Zonificación de intensidades de precipitación.

Considerando esta zonificación como se ve en la Figura la población de El Chaco se encuentra ubicada al Nor-Oriente en la Zona 29, adoptamos entonces la curva y ecuaciones correspondientes para el cálculo de la intensidad para esta zona:

De 5min a 120min

$$I_{TR} = 75,204 * Id_{TR} * t^{-0,4828}$$

$$R^2 = 0,9709$$

De 120min a 1440min

$$I_{TR} = 371,89 * Id_{TR} * t^{-0,8152}$$

$$R^2 = 0,9997$$

Donde:

$I_{TR}$  = Intensidad de precipitación cualquier periodo de retorno [mm/h].

$I_{dTR}$  = Intensidad diaria para un periodo de retorno dado [mm/h].

$t$  = Tiempo de concentración es igual al tiempo de escurrimiento más el tiempo de llegada [min].

TR = Periodo de retorno.

✓ *Periodo de retorno*

El periodo de retorno es el tiempo en el que se espera que una cierta intensidad de lluvia se repita o se supere, cuando se diseña para periodos de retorno grandes (mayores de 10 años), las obras resultantes son demasiado costosas y, además, las obras estarían funcionando la mayor parte del tiempo muy por debajo de su capacidad.

Por razones de economía, se propone usar periodos de retorno pequeños (de 2 a 10 años) ya que se logra un funcionamiento adecuado del sistema durante las lluvias ordinarias aunque existan ligeros daños y encharcamientos que provoquen pequeñas molestias durante lluvias extraordinarias.

Cuando existe riesgo de pérdida de vidas humanas el periodo de retorno debe ser tal que la probabilidad de exceder el evento sea muy pequeña

En las tablas 13 y 14 vemos los periodos de retorno recomendables en el diseño de alcantarillado pluvial para estructuras menores, diferentes tipos de uso del suelo y tipos de vialidad.

*Tabla 2.13: Periodos de retorno para diseño de estructuras menores.*

| TIPO DE ESTRUCTURA   | TR (años)     |
|--|---------------|
| <u>Alcantarillas en caminos secundarios, drenaje de lluvia o contra cunetas</u>                                  | <u>5 a 10</u> |
| Drenaje lateral de los pavimentos, donde pueden tolerarse encharcamientos causados por lluvias de corta duración | 1 a 2         |
| Drenaje de aeropuertos   | 5             |
| Drenaje urbano   | 2 a 10        |

*Tabla 2.14: Frecuencia de diseño en función del tipo de zona.*

| DESCRIPCIÓN DE LA ZONA                   | TR (años)     |
|--|---------------|
| <u>Zona residencial</u>                  | <u>3 – 10</u> |
| Zona de actividad comercial e industrial | 10 – 5        |
| Colectores principales                   | 10 – 100      |

Para nuestro diseño adoptamos un periodo de retorno TR de 10 años lo cual está dentro de los parámetros anteriores y considerando que la urbanización cuenta con una quebrada aledaña que reduce el riesgo de una inundación ya que haría las veces de un elemento de drenaje natural brindando cierta seguridad a la población.

✓ *Tiempo de concentración:*

El tiempo de escorrentía o concentración es el tiempo que requiere una gota de lluvia desde el sitio más lejano del área de drenaje hasta la entrada del primer sumidero del sistema de alcantarillado ( $t_1$ ), más el tiempo de recorrido dentro de la tubería ( $t_2$ ), dando como resultado el tiempo que tarda una gota desde el punto más lejano del área de drenaje hasta el punto de recepción considerado ( $t = t_1 + t_2$ )

Tabla 2.15: Tiempo de recorrido superficial.

| DESCRIPCIÓN DEL AREA DE DRENAJE   | T1(min) |
|---|---------|
| Áreas densamente pobladas, alto porcentaje de zonas impermeables y sumideros cercanos | 5       |
| Áreas medianamente pobladas y pendientes más o menos planas                           | 10 - 15 |
| Zonas residenciales, superficies planas y sumideros lejanos                           | 20 - 30 |

En nuestro caso adoptamos  $t_1 = 5$  minutos por las características del proyecto, las calles tienen además una pendiente pronunciada que facilita el recorrido superficial por la calzada hasta los sumideros.

Para el cálculo del  $t_2$  se procede con la siguiente fórmula:

$$t_2 = \frac{l}{v}$$

Donde,

L = longitud del tramo de alcantarillado.

v = velocidad de circulación del agua en el tramo respectivo.

Para esto suponemos que el agua circula una velocidad mínima de 0,30 m/s y que la tubería más larga tiene 100m de largo:

$$t_2 = \frac{100m}{0,30m/s}$$

$$t_2 = 333,333seg$$

$$t_2 = 5,56min$$

$$t_2 \approx 6min$$

El tiempo de concentración será entonces igual a  $t = t_1 + t_2 = 11 \text{ min}$ .

✓ *Intensidad máxima diaria  $I_{dTR}$ :*

La intensidad de precipitación para el periodo de retorno escogido en función de la máxima en 24 horas se determina mediante los mapas proporcionados por el I.N.A.M.H.I donde se proyectan las isoclinas para el periodo de retorno escogido.

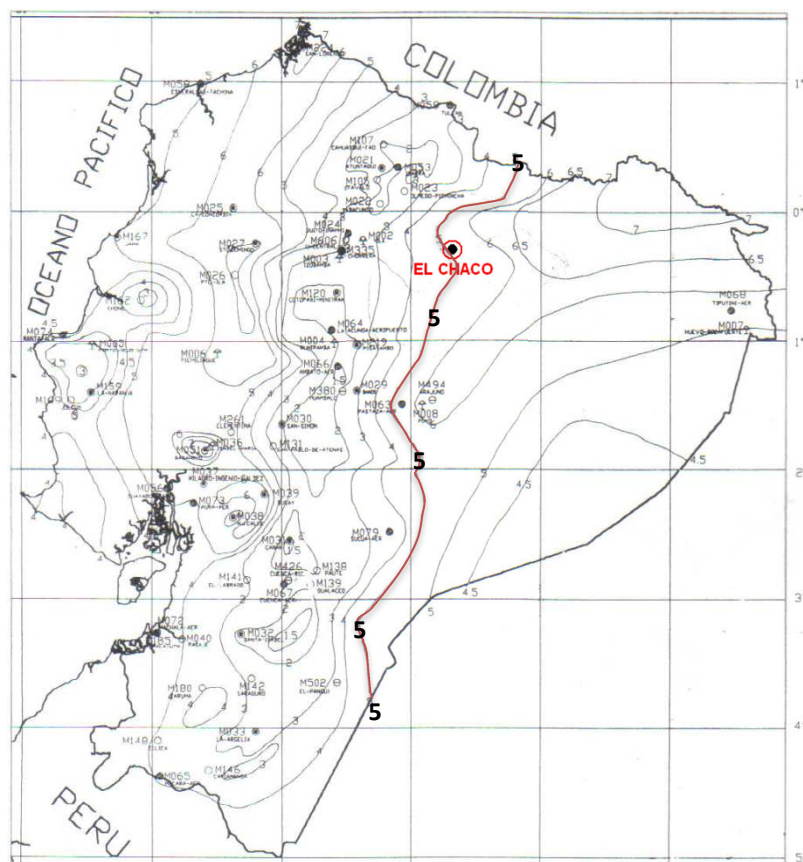


Figura 2.2: Isoclinas intensidad máxima diaria de precipitación  $TR = 10$  años.

De donde se obtiene que:

$$I_{dTR} = 5,1 \text{ mm/h}$$

Una vez que se han determinado todas las variables necesarias calculamos la intensidad de precipitación:

$$I_{TR} = 75,204 * Id_{TR} * t^{-0,4828}$$

$$I_{TR} = 75,204 * 5,1 * 11^{-0,4828}$$

$$I_{TR} = 120,51mm/h$$

De igual manera reemplazamos valores en la ecuación racional del caudal pluvial y obtenemos el caudal pluvial de diseño.

$$Qp = \frac{C * I * A}{0,36}$$

$$Qp = \frac{0,50 * 120,51mm/h * A}{0,36}$$

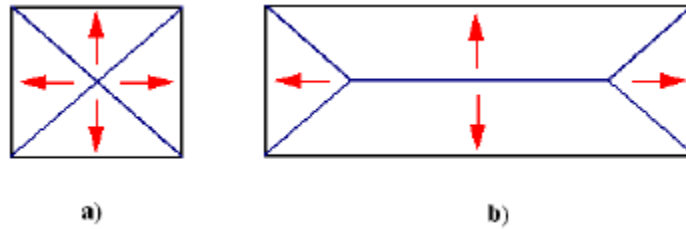
$$Qp = 167,38 * 11,05Ha$$

$$Qp = 1850,16Lts/seg$$

#### ✓ Áreas de aportación

Las áreas de aportación se obtienen al subdividir el área original del terreno con el objetivo de distribuir los caudales pluviales de manera equivalente a cada tramo de tubería. Para el trazo de las áreas de aporte se deben tomaren cuenta los siguientes lineamientos:

Cuando el terreno es relativamente plano se deben trazar bisectrices con vértice en los pozos, de manera que si la manzana es cuadrada se obtienen áreas de aporte de forma triangular (a), y si la manzana es rectangular se obtienen áreas de aportes triangulares y trapezoidales (b), ver Figura:



*Figura 2.3: Distribución de áreas de aportación.*

Si la topografía es irregular se vuelve necesario realizar un análisis detallado de las zonas en las cuales el procedimiento de división indicado no es aplicable, debiendo recurrirse a las curvas de nivel para determinar las áreas óptimas de drenaje.

Tomando en cuenta estos lineamientos se ha realizado la distribución de áreas aportantes trazadas en el PLANO N° 7: AREAS DE APORTACION PLUVIALES.

## CAPÍTULO III Cálculos y Diseño

---

### 3.1 Sistema de distribución de agua potable

#### 3.1.1 Descripción de la red.

La urbanización Marcial Oña necesita de una red de distribución, actualmente la urbanización está ubicado cerca de un tanque de distribución que abastece a la población de Santa Rosa, debido a la topografía y la distribución de la urbanización Marcial Oña el sistema de distribución de agua potable para este proyecto se ha optado por realizar un diseño a gravedad y se realizará una red cerrada en su mayoría para poder mantener las presiones equilibradas y poder hacer posteriormente reparaciones y mantenimiento a lo largo de todo el sistema además se utilizará un tanque con capacidad de 70 m<sup>3</sup> para mantener abastecido el sistema en la urbanización que abastece a la población de Santa Rosa debido a que recientemente se realizó una nueva línea de conducción que abastece dicho tanque y que favorece a este proyecto por su cercanía y capacidad de almacenamiento.

La red se encuentra conformado por 34 nodos que se muestra en la Figura 3.1 y 51 tramos de tubería que se muestra en la Figura 3.2, además el tanque de abastecimiento debe dotar a la población un caudal de 7,224 lt/s, para evitar el golpe de ariete se proveerá de válvulas de aire y de presión debidamente repartidas a lo largo de la red además de los respectivos hidrantes para el caso de incendio.



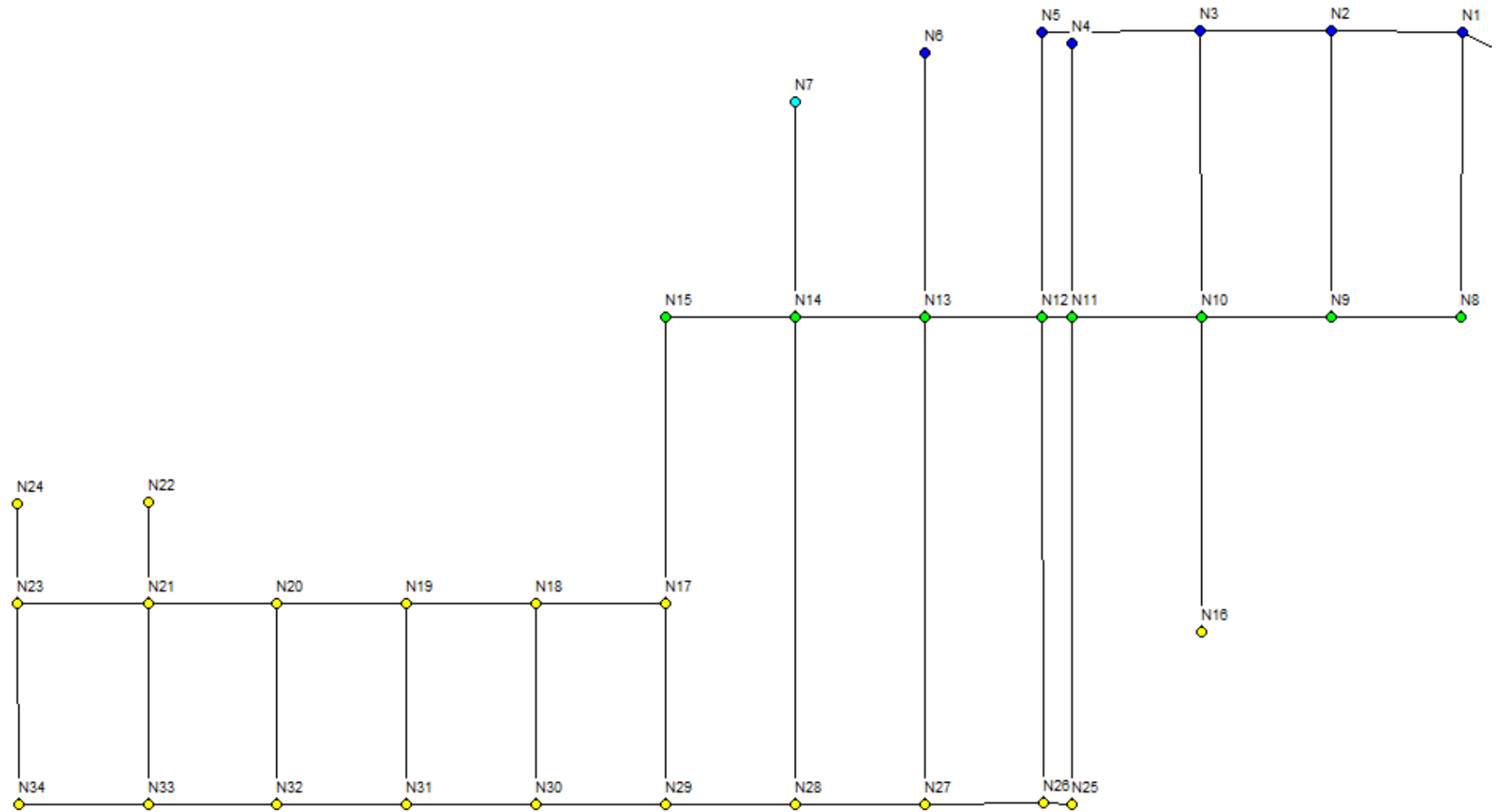


Figura 3.1: Identificación de los nodos en la red de distribución.

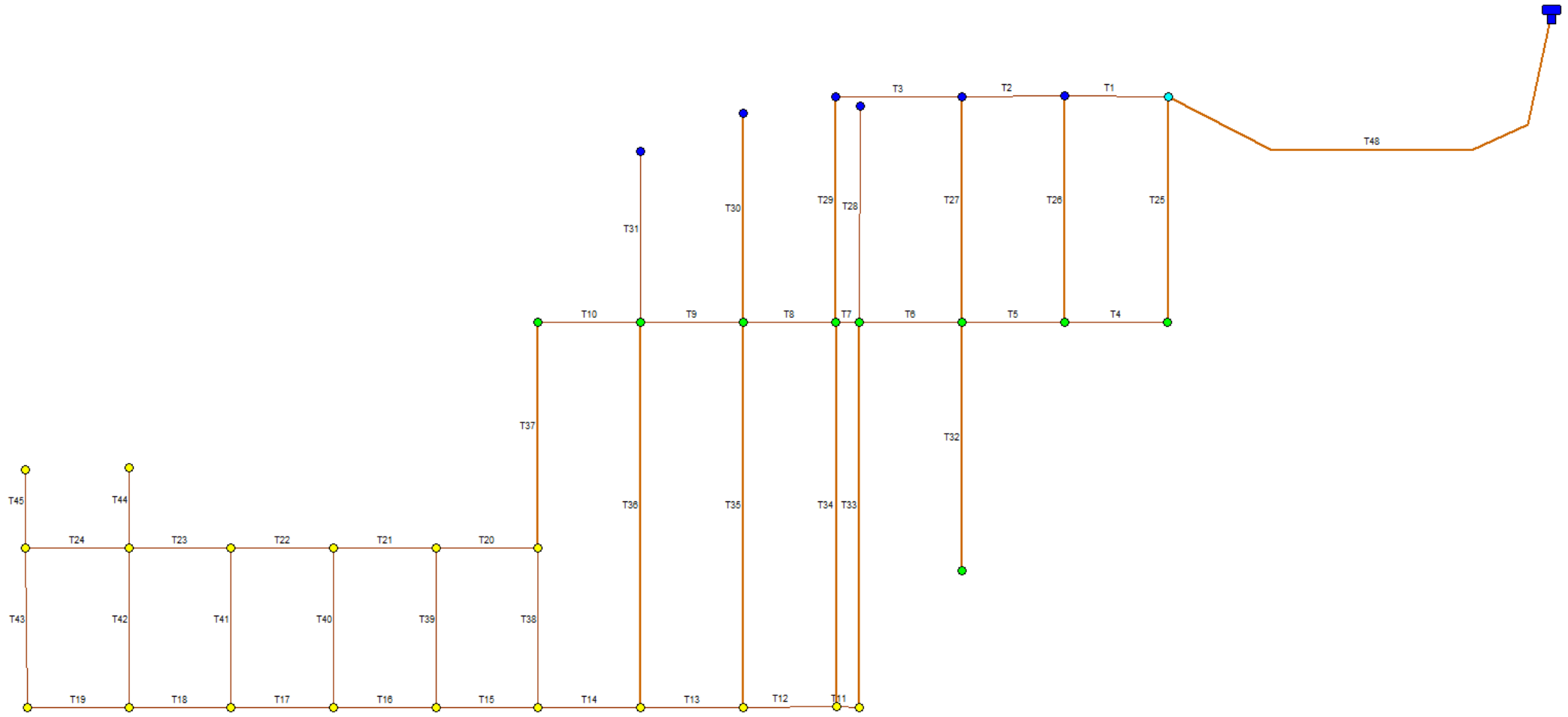


Figura 3.2 Identificación de las tuberías en la red de distribución

### 3.1.2 Consideraciones de la red.

#### ✓ Topografía.

Para el diseño óptimo de la red se realizó previamente el levantamiento topográfico de toda la urbanización y la ubicación de los tanques de almacenamiento de agua, además se realizó los perfiles longitudinales para poder obtener las rasantes finales del proyecto.

#### ✓ Consideraciones de diseño:

Para el diseño óptimo de la red de distribución de agua potable se consideró trabajar con las normas *CPE INEN parte 5*, con las cuales se adoptaron las siguientes consideraciones de las que también se hicieron referencia en el capítulo 2.1.1.3 cifras de consumo:

- El sistema de agua potable trabajará a gravedad.
- Para el chequeo de presiones el código establece un mínimo de 10 metros de columna de agua en los puntos y condiciones más desfavorables de la red.
- La presión estática máxima, no deberá, en lo posible, ser mayor a 70 metros de columna de agua y presión máxima dinámica, 50 metros de columna de agua.
- Para el cálculo de pérdidas de carga se utilizó la fórmula de Hazen-Williams.
- Los caudales de diseño para redes de distribución serán: **(QMD)** el máximo diario al final del periodo de diseño más incendio (I) y se

comprobarán las presiones de la red, para (QMH) el caudal máximo horario al final de dicho periodo.

- Para combatir los incendios que se puedan producir por varios motivos en la urbanización se proveerán de hidrantes, la recomendación del código aconseja para poblaciones menores a 10.000 habitantes considerar la colocación de bocas de fuego y calcular con un caudal de 5 lt/s. La velocidad dentro de las tuberías deberá, en lo posible, mantenerse alrededor de 1,5 m/s.
- Para proveer de caudal requerido y mantener la regulación para satisfacer las variaciones de consumo en toda la urbanización se diseñó un tanque de hormigón armado ubicado cerca del tanque que abastece a la población de Santa Rosa, de acuerdo a las normas del CPE INEN 5 recomienda para el cálculo del volumen de almacenamiento para poblaciones menores de 5.000 habitantes, se tomará para el volumen de regulación el 30% del volumen consumido en un día, considerando la demanda media diaria al final del periodo de diseño.

$$Volumen = 30\%Qm$$

$$Volumen = 30\% * 2,70 \text{ lt/s}$$

$$Volumen = 0,8 \frac{\text{lt}}{\text{s}} = \frac{1\text{m}^3}{1.000 \text{ lt}} * \frac{86.400\text{s}}{\text{dia}}$$

$$Volumen = 69,12 \text{ m}^3$$

Para las dimensiones del tanque y por motivos constructivos se calculará para un volumen de  $80 \text{ m}^3$ , los detalles se muestran en el PLANO N° 4: ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES TANQUE DE RESERVA.

### 3.1.3 Distribución de gastos en los nodos

Para la asignación de los gastos en los tramos que constituye la red se utiliza el método de las áreas el cual consiste en determinar el gasto medio para toda la urbanización y el área de influencia de cada nodo con su respectivo peso, con el fin de definir una demanda unitaria.

Para la distribución de gastos en los nodos se trabajó con el Caudal máximo horario, los datos de dotación, población y caudales se obtuvieron previamente en el CAPITULO 2, recapitulando:

#### **DATOS DE DISEÑO**

Población Futura = 1.550 Hab.

Dotación = 150 L/hab\*día

Caudal Medio  $Q_m = 2,70 \text{ L/s}$

Caudal Máximo Horario  $Q_{MH} = 5,67 \text{ L/s}$

Área Total (AT) = 12,00 hec.

A continuación se muestra una tabla que contiene la repartición de las áreas en cada nodo de la red (Tabla 3.1).

En la 1 COLUMNA se muestra la identificación de cada nodo.

En la 2 COLUMNA es el área de influencia para cada nodo dependiendo de la ubicación donde este se encuentre en la urbanización como se detalla en la Figura 3.3.

En la 3 COLUMNA se calcula la fracción de área que ocupa dentro de la urbanización ejemplo para el nodo 1 el área de influencia es  $A = 0,20$  hec, y el área total de la urbanización es  $AT = 12,00$  hec por lo tanto  $A/AT = 0,017$ .

En la 4 COLUMNA se muestra el peso en porcentaje que depende de la ocupabilidad del área de influencia destinada al porcentaje de ocupabilidad para este caso cuando el área de influencia está ocupado por lotes el peso en porcentaje será de 100% y cuando sean áreas en donde se encuentren áreas verdes, canchas, casas comunales será del 75% o el porcentaje que se estime ya que en estas zonas el consumo de agua no será regular.

Ejemplo para el nodo 1 se tiene una área de influencia de 0,20 hectáreas en la cual el área abastece a varios lotes lo que quiere decir es que es el 100% del área se va a consumir agua, por otro lado para el nodo 9 el área de influencia es de 0,40 en este caso una parte de esta área es ocupada por lotes y otra está asignada para una área verde el consumo de agua en este punto se consideró del 80% ya que la frecuencia de caudal para el área verde no será regular sino de vez en cuando por tal motivo se considera ese porcentaje.

En la 6 COLUMNA es el caudal para cada nodo que se obtiene de la multiplicación del valor de la columna 3 y 4 por un caudal unitario que se obtiene de la siguiente expresión:

$$Qu = \frac{QM_H}{\sum \frac{A}{T} * P}$$

$$Qu = \frac{5,67}{96,834}$$

$$Qu = 0,5855$$

Ejemplo: para el nodo 1 será  $0,5855 * 1,667 = 0,098$  LPS

## DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LOS NODOS QMH

Tabla 3.1: Distribución de Caudal en los nodos

| ID Nudo    | Área de influencia<br>hec | A/A <sub>T</sub> | (P) Peso<br>% | A/A <sub>T</sub> | Qu*A/AT*P<br>Caudal nodo<br>(Lts/s) |
|------------|---------------------------|------------------|---------------|------------------|-------------------------------------|
| Nudo N1    | 0,200                     | 0,017            | 100           | 1,667            | 0,098                               |
| Nudo N2    | 0,400                     | 0,033            | 100           | 3,333            | 0,195                               |
| Nudo N3    | 0,400                     | 0,033            | 100           | 3,333            | 0,195                               |
| Nudo N4    | 0,200                     | 0,017            | 100           | 1,667            | 0,098                               |
| Nudo N5    | 0,200                     | 0,017            | 100           | 1,667            | 0,098                               |
| Nudo N6    | 0,300                     | 0,025            | 100           | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N7    | 0,300                     | 0,025            | 100           | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N8    | 0,200                     | 0,017            | 100           | 1,667            | 0,098                               |
| Nudo N9    | 0,400                     | 0,033            | 80            | 2,667            | 0,156                               |
| Nudo N10   | 0,600                     | 0,050            | 100           | 5,000            | 0,293                               |
| Nudo N11   | 0,400                     | 0,033            | 100           | 3,333            | 0,195                               |
| Nudo N12   | 0,300                     | 0,025            | 100           | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N13   | 0,600                     | 0,050            | 100           | 5,000            | 0,293                               |
| Nudo N14   | 0,500                     | 0,042            | 100           | 4,167            | 0,244                               |
| Nudo N15   | 0,300                     | 0,025            | 100           | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N16   | 0,700                     | 0,058            | 100           | 5,833            | 0,342                               |
| Nudo N17   | 0,400                     | 0,033            | 100           | 3,333            | 0,195                               |
| Nudo N18   | 0,400                     | 0,033            | 100           | 3,333            | 0,195                               |
| Nudo N19   | 0,400                     | 0,033            | 75            | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N20   | 0,400                     | 0,033            | 75            | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N21   | 0,300                     | 0,025            | 75            | 1,875            | 0,110                               |
| Nudo N22   | 0,100                     | 0,008            | 75            | 0,625            | 0,037                               |
| Nudo N23   | 0,300                     | 0,025            | 100           | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N24   | 0,200                     | 0,017            | 100           | 1,667            | 0,098                               |
| Nudo N25   | 0,200                     | 0,017            | 100           | 1,667            | 0,098                               |
| Nudo N26   | 0,400                     | 0,033            | 100           | 3,333            | 0,195                               |
| Nudo N27   | 0,600                     | 0,050            | 100           | 5,000            | 0,293                               |
| Nudo N28   | 0,600                     | 0,050            | 100           | 5,000            | 0,293                               |
| Nudo N29   | 0,300                     | 0,025            | 100           | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N30   | 0,300                     | 0,025            | 100           | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N31   | 0,300                     | 0,025            | 100           | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N32   | 0,300                     | 0,025            | 100           | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N33   | 0,300                     | 0,025            | 100           | 2,500            | 0,146                               |
| Nudo N34   | 0,200                     | 0,017            | 100           | 1,667            | 0,098                               |
| <b>Σ =</b> | <b>12,000</b>             | <b>1,000</b>     |               | <b>96,834</b>    | <b>5,669</b>                        |



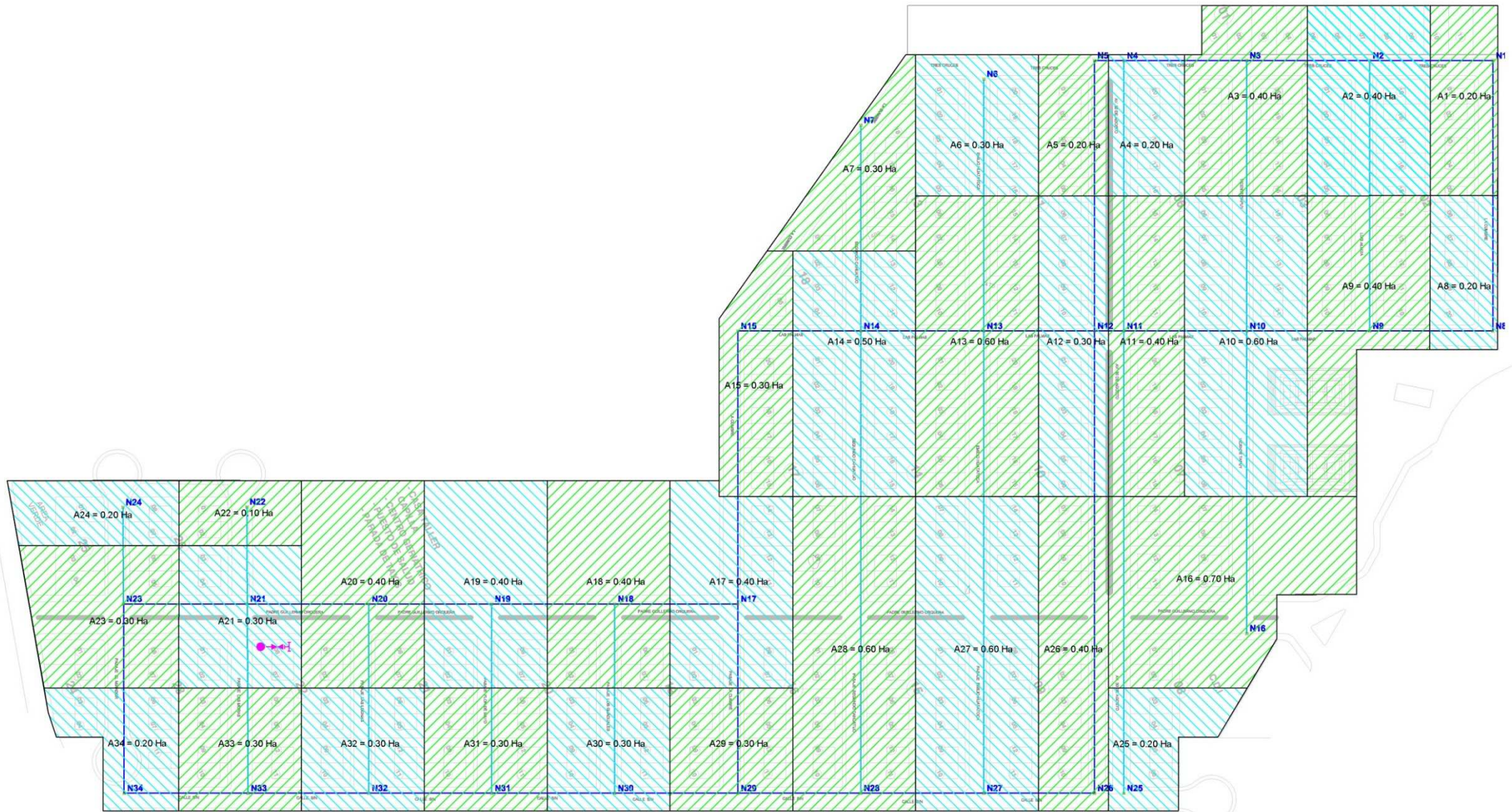


Figura 3.3: Distribución de áreas para cada nodo de la red de distribución

### **3.1.4 Determinación de diámetros y cálculo de presiones.**

Una vez armada el mallado de la red y determinado los gastos para cada nodo se proceden al cálculo de las presiones y diámetros en las tuberías.

Para la determinación de dichas presiones y diámetros se ha optado por utilizar un software que describiremos su funcionamiento posteriormente antes de esto hablaremos de los parámetros con los que trabaja el programa para el análisis de la red de distribución.

En virtud a que la red está constituida por un sistema cerrado y abierto de tuberías, es complejo determinar el método a emplear, el programa modela utilizando varios algoritmos en el cual en función al nivel mínimo y máximo del agua en el tanque determina la presión de cada nodo a lo largo de un tiempo.

La selección de diámetros para cada tramo de la red está condicionada por el caudal esto conlleva a realizar una distribución de los gastos de tránsito a lo largo de la red a criterio de la zona a servir.

En relación a las presiones, se ha establecido una presión mínima de 10 m.c.a. en el momento que se produce el máximo consumo diario, para la presión máxima a mantenerse en la red es de 50 m.c.a para poder mantener estas presiones se ha provisto la colocación de válvulas de aire para evitar el golpe de ariete y válvulas de desagüe para mantenimiento de la red, claramente ubicadas en los planos de la red de agua potable.

Es importante considerar las presiones de trabajo que cada diámetro de tubería trabaja en la tabla 3.2 se muestra las presiones de trabajo a las que las tuberías son diseñadas, para este caso luego de realizar el cálculo hidráulico las presiones de trabajo para cada tubería no deberá ser menor de **0,60 Mpa**.

*Tabla 3.2: Especificaciones presiones de trabajo tuberías de PVC*

| Diámetro nominal(mm) | Diámetro interior(mm) | PRESIONDETRABAJO |        |      |        |
|----------------------|-----------------------|------------------|--------|------|--------|
|                      |                       | Lb/pulg2         | Kg/cm2 | MPa  | m.c.a  |
| 20                   | 17,0                  | 290,00           | 20,40  | 2,00 | 204,00 |
| 25                   | 22,0                  | 232,00           | 16,32  | 1,60 | 163,20 |
| 32                   | 29,0                  | 181,00           | 12,75  | 1,25 | 127,50 |
| 40                   | 37,0                  | 145,00           | 10,20  | 1,00 | 102,00 |
|                      | 36,2                  | 181,00           | 12,75  | 1,25 | 127,50 |
| 50                   | 47,0                  | 116,00           | 8,16   | 0,80 | 81,60  |
|                      | 46,2                  | 145,00           | 10,20  | 1,00 | 102,00 |
|                      | 45,2                  | 181,00           | 12,75  | 1,25 | 127,50 |
| 63                   | 59,0                  | 116,00           | 8,16   | 0,60 | 81,60  |
|                      | 58,2                  | 145,00           | 10,20  | 1,00 | 102,00 |
|                      | 57,0                  | 181,00           | 12,75  | 1,25 | 127,50 |
| 75                   | 71,4                  | 91,00            | 6,43   | 0,63 | 64,30  |
|                      | 70,4                  | 116,00           | 8,16   | 0,80 | 81,60  |
|                      | 69,2                  | 145,00           | 10,20  | 1,00 | 102,00 |
|                      | 67,8                  | 181,00           | 12,75  | 1,25 | 127,50 |
| 90                   | 85,6                  | 91,00            | 6,43   | 0,63 | 64,30  |
|                      | 84,4                  | 116,00           | 8,16   | 0,80 | 81,60  |
|                      | 83,0                  | 145,00           | 10,20  | 1,00 | 102,00 |
|                      | 81,4                  | 181,00           | 12,75  | 1,25 | 127,50 |
| 110                  | 104,6                 | 91,00            | 6,43   | 0,63 | 64,30  |
|                      | 103,2                 | 116,00           | 8,16   | 0,80 | 81,60  |
|                      | 101,6                 | 145,00           | 10,20  | 1,00 | 102,00 |
|                      | 99,6                  | 181,00           | 12,75  | 1,25 | 127,50 |
| 125                  | 118,8                 | 91,00            | 6,43   | 0,63 | 64,30  |
|                      | 117,2                 | 116,00           | 8,16   | 0,80 | 81,60  |
| 140                  | 133,2                 | 91,00            | 6,43   | 0,63 | 64,30  |
|                      | 131,4                 | 116,00           | 8,16   | 0,80 | 81,60  |
| 160                  | 152,2                 | 91,00            | 6,43   | 0,63 | 64,30  |
|                      | 150,0                 | 116,00           | 8,16   | 0,80 | 81,60  |
|                      | 147,6                 | 145,00           | 10,20  | 1,00 | 102,00 |
|                      | 144,8                 | 181,00           | 12,75  | 1,25 | 127,50 |
| 200                  | 190,2                 | 91,00            | 6,43   | 0,63 | 64,30  |
|                      | 187,6                 | 116,00           | 8,16   | 0,80 | 81,60  |
|                      | 184,6                 | 145,00           | 10,20  | 1,00 | 102,00 |
|                      | 181,0                 | 181,00           | 12,75  | 1,25 | 127,50 |

### 3.1.5 Determinación de las pérdidas de carga

La pérdida de carga (o de altura piezométrica) en una tubería es debida a la fricción por el paso del agua, puede calcularse utilizando tres fórmulas de pérdidas diferentes:

- La fórmula de Hazen-Williams.
- La fórmula de Darcy-Weisbach.
- La fórmula de Chezy-Manning.

La Fórmula de Hazen-Williams es la más utilizada en EEUU y fue desarrollada originalmente sólo para flujo turbulento, es válido solamente para el agua que fluye en las temperaturas ordinarias (5°C - 25°C). La fórmula es sencilla y su cálculo es simple debido a que el coeficiente de rugosidad "C" no es función de la velocidad ni del diámetro de la tubería. Es útil en el cálculo de pérdidas de carga en tuberías para redes de distribución de diversos materiales, especialmente de fundición y acero.

Todas las fórmulas para cálculo de perdidas como Darcy-Weisbach y Chezy-Manning emplean la misma ecuación básica para calcular la pérdida de carga entre el nudo de entrada y el de salida, su aplicación es recomendada para canales u otras obras de hidráulica.

Para este caso de análisis hemos optado por utilizar la fórmula de Hazen-Williams por su facilidad de cálculo y esta expresado por la siguiente expresión:

$$H_f = Aq^B$$

Dónde:

$H_f$  = pérdida de carga (en unid. longitud)

$q$  = caudal (en unid. volumen/tiempo)

$A$  = coeficiente de resistencia

$B$  = exponente del caudal.

En la Tabla 3.3 se lista la expresión del coeficiente de resistencia y el valor del exponente del caudal para la fórmula de Hazen y Williams.

LA fórmula de Hazen y Williams utiliza un coeficiente de rugosidad, el cual debe determinarse empíricamente. En la Tabla 3.4 se listan los rangos de variación de estos coeficientes, para tubería nueva de distintos materiales. En la práctica hay que ser conscientes de que el valor de estos coeficientes puede cambiar considerablemente con la edad de las tuberías.

*Tabla 3.3: Ecuación de pérdida de carga de Hazen y Williams.*

| <b>FÓRMULA</b>   | <b>COEFICIENTE DE RESISTENCIA (A)</b> | <b>EXPON. CAUDAL (B)</b> |
|------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Hazen y Williams | $10,674 * C^{-1,852} d^{-4,871} L$    | 1,852                    |

Dónde:

$C$  = Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

$d$  = diámetro de la tubería (m)

$L$  = longitud de la tubería (m)

$q$  = caudal (m<sup>3</sup>/s)

Tabla 3.4: Coeficiente de rugosidad.

| <b>Material</b>                     | <b>C Hazen-Williams<br/>(universal)</b> |
|-------------------------------------|---|
| Fundición                           | 130 – 140                               |
| Hormigón o<br>Revestido de Hormigón | 120 – 140                               |
| Hierro Galvanizado                  | 120                                     |
| <b>Plástico</b>                     | <b>140 – 150</b>                        |
| Acero                               | 140 – 150                               |
| Cerámica                            | 110                                     |

Para el cálculo de la velocidad en cada tramo de la tubería se determina con la siguiente expresión:

$$V = 0,355 * C * D^{0,63} * \left(\frac{hf}{L}\right)^{0,54}$$

Dónde:

V= velocidad

C= coeficiente de rugosidad

D= diámetro de la tubería

Hf=perdida unitaria

L=longitud de la tubería.

### **Pérdidas Menores**

Las pérdidas menores (también denominadas pérdidas localizadas) pueden interpretarse como debidas al incremento de la turbulencia que se produce en los cambios de dirección, codos, accesorios, etc. La importancia de incluir o no

tales pérdidas dependen del tipo de red modelada y de la precisión de los resultados deseada. El valor de la pérdida será el producto de dicho coeficiente por la altura dinámica en la tubería, esto es:

$$h_l = k \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

Dónde:

K = coeficiente de pérdidas menores,

v= velocidad del flujo (unid\*longitud/tiempo), y

g= aceleración de la gravedad (unid. longitud/tiempo<sup>2</sup>).

La Tabla 3.5 proporciona el valor del coeficiente de pérdidas menores para algunos de los accesorios más comunes. Estos valores son solo indicativos, ya que K depende de la geometría del accesorio, del número de Reynolds y en algunos casos también de las condiciones del flujo.

*Tabla 3.5: Tabla de valores de k para pérdidas menores*

| <i>ACCESORIO</i>                    | <i>COEF. PERDIDAS</i> |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Válvula de Globo, todo abierta      | 10,0                  |
| Válvula de Angulo, todo abierta     | 5,0                   |
| Válv. Retenc. Clapeta, todo abierta | 2,5                   |
| Válvula compuerta, todo abierta     | 0,2                   |
| Codo de radio pequeño               | 0,9                   |
| Codo de radio mediano               | 0,8                   |
| Codo de radio grande                | 0,6                   |
| Codo a 45 grados                    | 0,4                   |
| Codo de Retorno (180°)              | 2,2                   |
| Té Estándar – flujo recto           | 0,6                   |
| Té Estándar – flujo desviado        | 1,8                   |
| Entrada brusca                      | 0,5                   |
| Salida brusca                       | 1,0                   |

### 3.1.6 Cálculo de la red con la utilización del programa EPANET

Luego de analizar los parámetros útiles para el cálculo se procede a modelar la red en el software de cálculo, a continuación se describe el procedimiento a seguir para la alimentación de datos en el programa y su procesamiento.

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad de la distribución eficiente de agua en redes de suministro a presión. Basa su cálculo en el método iterativo de Hardy Cross y para el análisis de las pérdidas de carga se utiliza el Hazen – Williams.

El programa muestra una interfaz visual al usuario muy fácil de comprender, como se muestra a continuación:

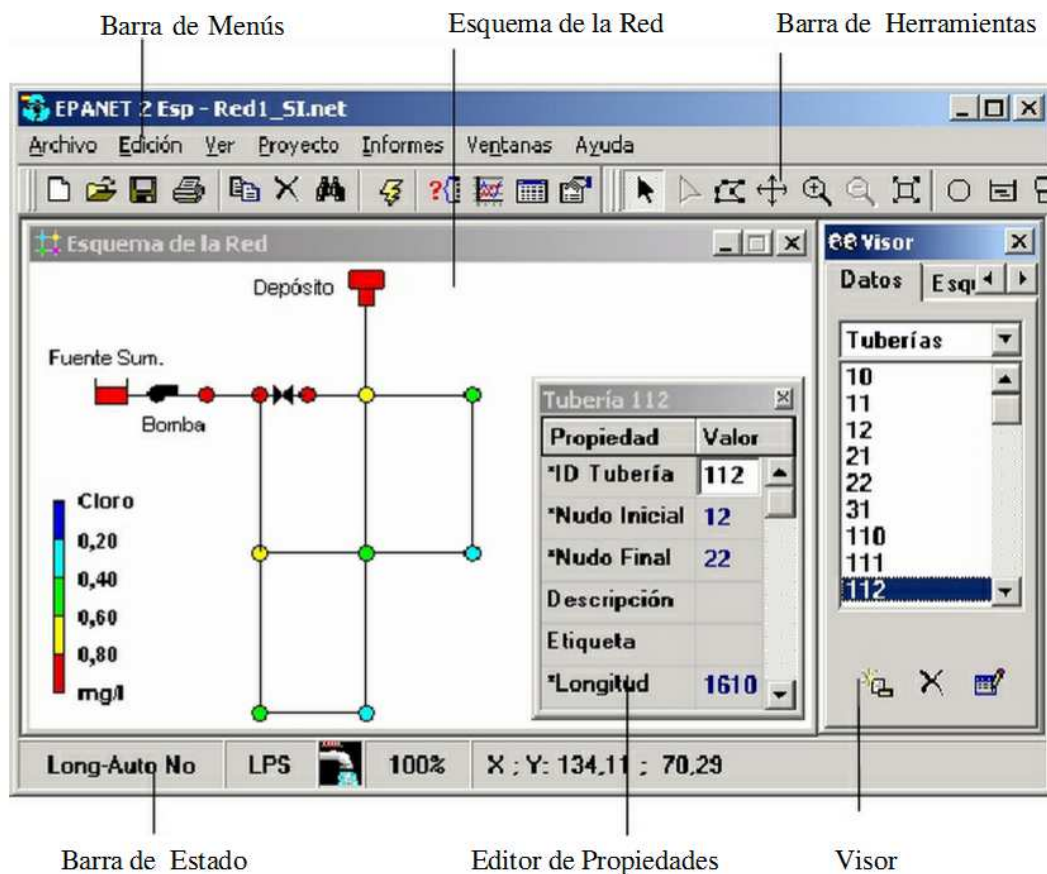


Figura 3.4: Interfaz del programa EPANET.



El proceso de ingreso de datos en el programa se procede de la siguiente manera:

1. Ingresamos al programa y escogemos los parámetros de diseño:

En este caso se adoptó las unidades de caudal Lt/s.

La Fórmula para el cálculo de pérdidas se adoptó la de Hazen y Williams.

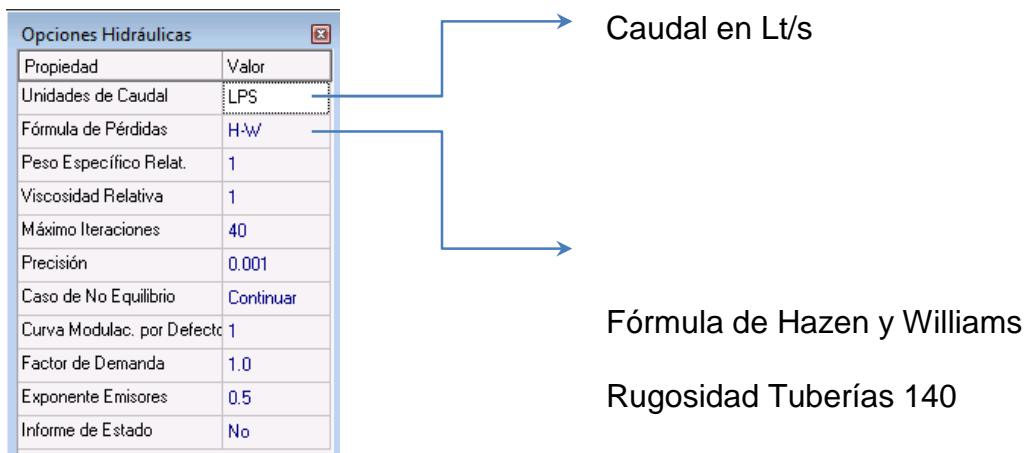


Figura 3.5: Opciones hidráulicas programa EPANET.

## 2. Dibujamos los elementos que conforma la red, nodos, tuberías y tanque

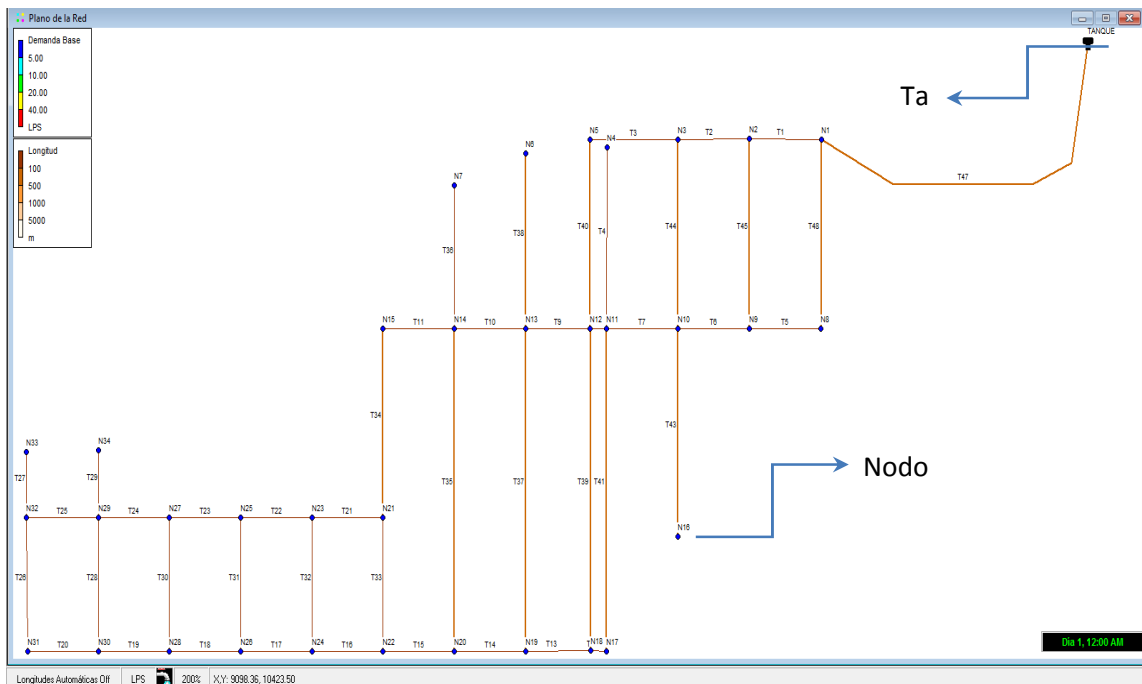


Figura 3.6: Modelamiento de la red en EPANET.

Ingresamos los datos de caudal que previamente hemos calculado y los diámetros, longitud y cotas para cada tubería y nodo que conforma la red.

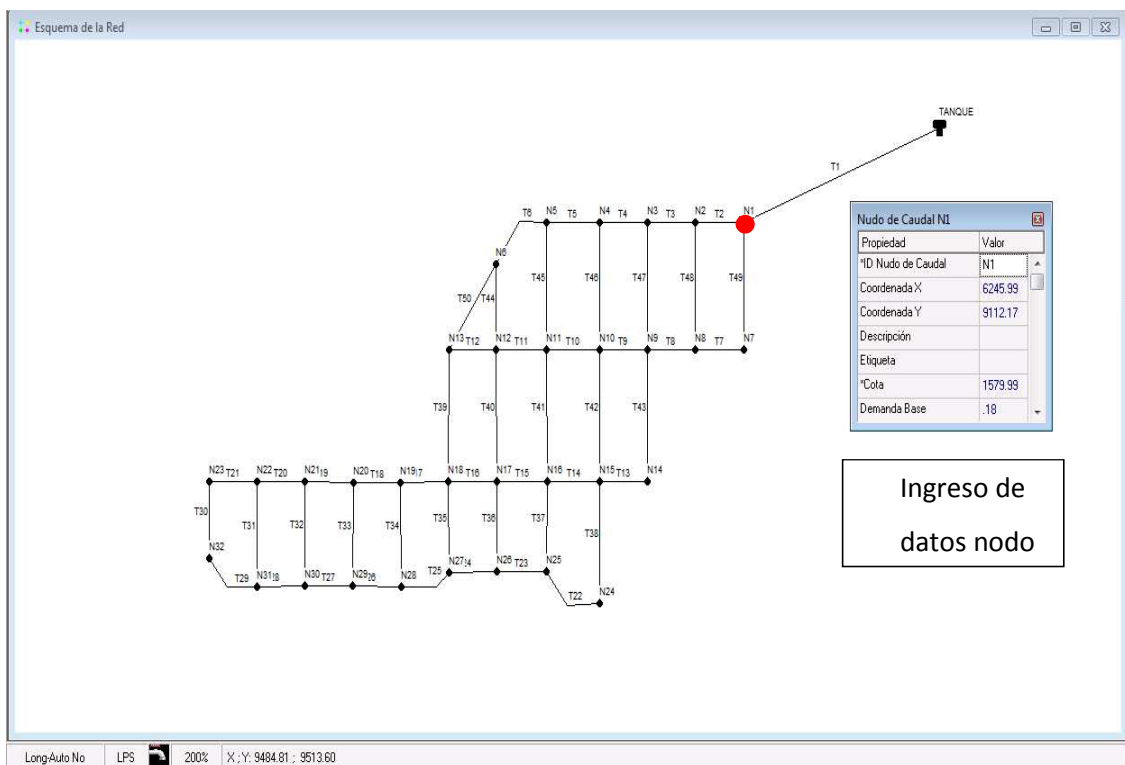


Figura 3.7: Ingreso de datos hidráulicos de nodo EPANET.

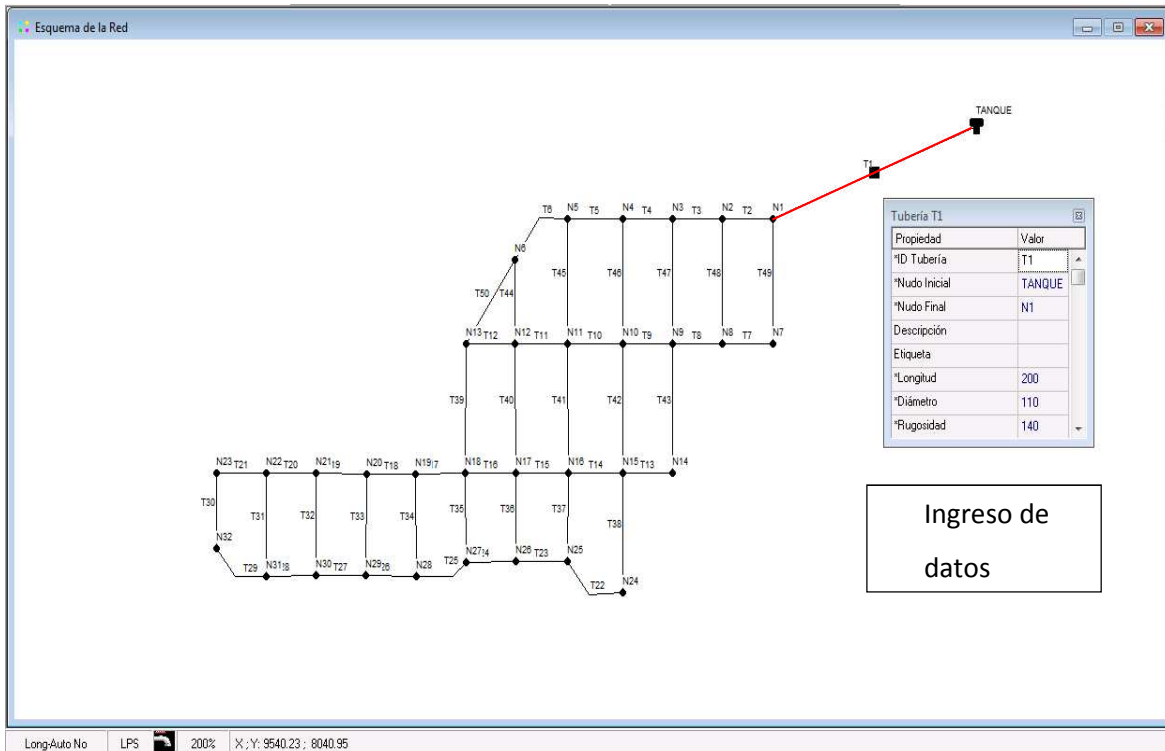


Figura 3.8: Ingreso de datos hidráulicos de tramo EPANET.

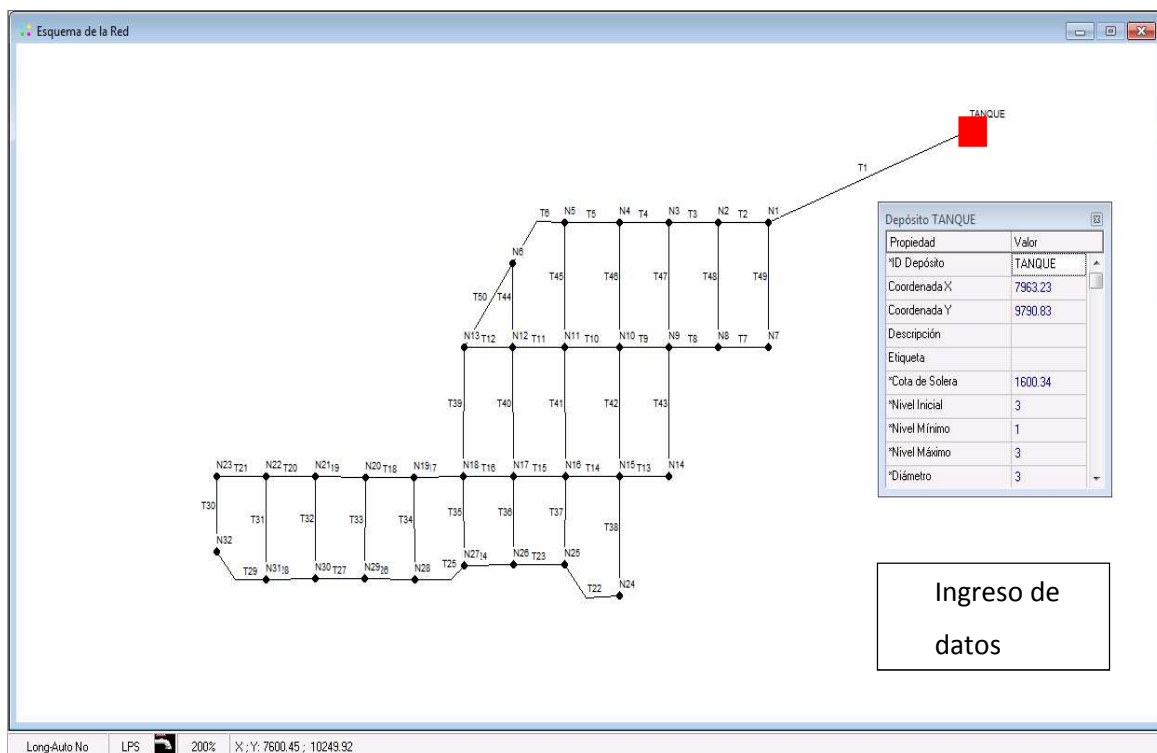


Figura 3.9: Ingreso de datos hidráulicos del tanque EPANET.

3. Una vez establecidos los parámetros y los valores para el cálculo hidráulico analizamos para el primer caso QMD+I, calculamos y el programa registra los resultados de presiones en la red que se muestran a continuación: (Tabla 3.5), es importante recalcar que verificar las velocidades y las presiones de la red para un correcto funcionamiento, una vez establecido los diámetros adecuados para mantener la presiones adecuadas, los resultados finales son:

Tabla 3.6: Resultados red de distribución en tuberías para QMD+I.

| Red de distribución - Tuberías QMD + I |       |      |     |       |       |         |     |       |      |     |        |       |         |
|--|-------|------|-----|-------|-------|---------|-----|-------|------|-----|--------|-------|---------|
| ID                                     | Long  | Diam | Rug | Q     | V     | Pérd.U. | ID  | Long  | Diam | Rug | Q      | V     | Pérd.U. |
|  | m     | mm   |     | L/s   | m/s   | m/km    |     | m     | mm   |     | L/s    | m/s   | m/km    |
| T1                                     | 50,00 | 63   | 140 | 5,91  | 1,890 | 59,47   | T24 | 50.0  | 50   | 140 | 0,661  | 0,337 | 3,170   |
| T2                                     | 50,00 | 63   | 140 | 4,73  | 1,516 | 39,33   | T25 | 50.0  | 50   | 140 | 0,330  | 0,168 | 0,880   |
| T3                                     | 62,00 | 63   | 140 | 2,89  | 0,926 | 15,19   | T26 | 77.0  | 50   | 140 | 0,124  | 0,063 | 0,140   |
| T4                                     | 98,50 | 50   | 140 | 0,15  | 0,077 | 0,21    | T27 | 39.5  | 32   | 140 | 0,227  | 0,282 | 3,860   |
| T5                                     | 50,00 | 50   | 140 | -2,57 | 1,310 | 36,33   | T28 | 77.0  | 32   | 140 | 0,047  | 0,059 | 0,210   |
| T6                                     | 50,00 | 50   | 140 | 3,21  | 1,635 | 59,28   | T29 | 39.5  | 32   | 140 | 0,151  | 0,188 | 1,820   |
| T7                                     | 50,00 | 50   | 140 | 3,37  | 1,917 | 79,60   | T30 | 77.0  | 32   | 140 | 0,009  | 0,011 | 0,010   |
| T8                                     | 12,00 | 50   | 140 | 2,00  | 1,018 | 24,66   | T31 | 77.0  | 32   | 140 | -0,039 | 0,049 | 0,150   |
| T9                                     | 45,00 | 50   | 140 | 3,27  | 1,664 | 61,25   | T32 | 77.0  | 32   | 140 | 0,068  | 0,085 | 0,420   |
| T10                                    | 50,00 | 50   | 140 | 2,21  | 1,124 | 29,21   | T33 | 77.0  | 50   | 140 | 0,482  | 0,245 | 1,770   |
| T11                                    | 50,00 | 50   | 140 | 1,37  | 0,697 | 12,23   | T34 | 111.0 | 50   | 140 | -1,142 | 0,582 | 8,740   |
| T12                                    | 12,00 | 50   | 140 | 1,01  | 0,515 | 6,96    | T35 | 188.0 | 50   | 140 | -0,233 | 0,119 | 0,460   |
| T13                                    | 45,00 | 50   | 140 | 1,95  | 0,992 | 23,50   | T36 | 83.7  | 50   | 140 | 0,227  | 0,116 | 0,440   |
| T14                                    | 50,00 | 50   | 140 | 2,10  | 1,040 | 27,05   | T37 | 188.0 | 50   | 140 | -0,381 | 0,194 | 1,140   |
| T15                                    | 50,00 | 50   | 140 | 2,11  | 1,070 | 27,19   | T38 | 102.5 | 50   | 140 | 0,227  | 0,116 | 0,440   |
| T16                                    | 50,00 | 50   | 140 | 1,57  | 0,799 | 15,74   | T39 | 188.0 | 50   | 140 | -1,240 | 0,631 | 10,180  |
| T17                                    | 50,00 | 50   | 140 | 1,35  | 0,687 | 11,91   | T40 | 110.0 | 50   | 140 | -2,736 | 1,39  | 44,070  |
| T18                                    | 50,00 | 50   | 140 | 1,09  | 0,554 | 7,98    | T41 | 188.0 | 50   | 140 | -1,312 | 0,668 | 11,310  |
| T19                                    | 50,00 | 50   | 140 | 0,63  | 0,318 | 2,86    | T43 | 123.0 | 32   | 140 | -0,529 | 0,658 | 18,480  |
| T20                                    | 50,00 | 50   | 140 | 0,35  | 0,179 | 0,98    | T44 | 102.5 | 50   | 140 | -1,536 | 0,782 | 15,130  |
| T21                                    | 50,00 | 50   | 140 | 1,45  | 0,740 | 13,67   | T45 | 102.5 | 50   | 140 | -0,880 | 0,448 | 5,390   |
| T22                                    | 50,00 | 50   | 140 | 1,26  | 0,660 | 11,04   | T47 | 210.0 | 110  | 140 | -8,710 | 0,924 | 8,210   |
| T23                                    | 50,00 | 50   | 140 | 1,11  | 0,563 | 8,22    | T48 | 110.0 | 63   | 140 | 2,724  | 0,874 | 14,180  |

Tabla 3.7: Resultados red de distribución en nodos para QMD+I

| Red de distribución - Nodos QMD+I |          |                 |         |      |       |
|-----------------------------------|----------|-----------------|---------|------|-------|
| Nudo                              | Cota     | Demanda<br>Base | Presión |      |       |
|                                   |          |                 | m.c.a   | MPA  | PSI   |
|                                   | m        | LPS             |         |      |       |
| N1                                | 1.535,17 | 0,151           | 21,26   | 0,21 | 30,23 |
| N2                                | 1.536,79 | 0,302           | 16,66   | 0,17 | 23,70 |
| N3                                | 1.536,70 | 0,302           | 14,79   | 0,15 | 21,03 |
| N4                                | 1.535,75 | 0,151           | 10,19   | 0,10 | 14,49 |
| N5                                | 1.534,40 | 0,151           | 16,11   | 0,16 | 22,91 |
| N6                                | 1.532,60 | 0,227           | 10,26   | 0,10 | 14,59 |
| N7                                | 1.528,25 | 0,227           | 13,14   | 0,13 | 18,68 |
| N8                                | 1.522,15 | 0,151           | 32,72   | 0,33 | 46,54 |
| N9                                | 1.519,00 | 0,242           | 33,90   | 0,34 | 48,22 |
| N10                               | 1.518,04 | 0,453           | 31,90   | 0,32 | 45,37 |
| N11                               | 1.515,00 | 0,302           | 30,96   | 0,31 | 44,03 |
| N12                               | 1.514,90 | 0,227           | 30,76   | 0,31 | 43,75 |
| N13                               | 1.513,12 | 0,453           | 29,78   | 0,30 | 42,36 |
| N14                               | 1.513,10 | 0,378           | 28,32   | 0,28 | 40,29 |
| N15                               | 1.509,58 | 0,227           | 31,23   | 0,31 | 44,42 |
| N16                               | 1.511,04 | 0,529           | 36,62   | 0,37 | 52,09 |
| N17                               | 1.505,90 | 0,302           | 37,93   | 0,38 | 53,95 |
| N18                               | 1.505,49 | 0,302           | 38,26   | 0,38 | 54,41 |
| N19                               | 1.504,24 | 0,227           | 38,45   | 0,38 | 54,69 |
| N20                               | 1.502,57 | 0,227           | 38,77   | 0,39 | 55,14 |
| N21                               | 1.506,11 | 0,17            | 33,73   | 0,34 | 47,98 |
| N22                               | 1.500,90 | 0,057           | 39,08   | 0,39 | 55,58 |
| N23                               | 1.505,49 | 0,227           | 33,67   | 0,34 | 47,89 |
| N24                               | 1.501,23 | 0,151           | 37,96   | 0,38 | 53,99 |
| N25                               | 1.504,87 | 0,151           | 33,74   | 0,34 | 47,98 |
| N26                               | 1.501,56 | 0,302           | 37,03   | 0,37 | 52,68 |
| N27                               | 1.504,24 | 0,453           | 33,95   | 0,34 | 48,29 |
| N28                               | 1.501,89 | 0,453           | 36,31   | 0,36 | 51,64 |
| N29                               | 1.503,62 | 0,227           | 34,42   | 0,34 | 48,95 |
| N30                               | 1.502,22 | 0,227           | 35,83   | 0,36 | 50,97 |
| N31                               | 1.502,55 | 0,227           | 35,45   | 0,36 | 50,43 |
| N32                               | 1.503,00 | 0,227           | 34,99   | 0,35 | 49,77 |
| N33                               | 1.503,29 | 0,227           | 34,55   | 0,35 | 49,14 |
| N34                               | 1.505,19 | 0,151           | 32,77   | 0,33 | 46,62 |
| TANQUE                            | 1.557,15 | 8,78            | 1,00    | 0,01 | 1,42  |

Presión máxima obtenida = 0.39 Mpa

Presión mínima obtenida = 0.10 Mpa

Finalmente han de comprobarse las presiones con el Caudal máximo horario, los resultados obtenidos son:

*Tabla 3.8: Resultados red de distribución en tuberías QMH.*

| Red de distribución - Tuberías QMH |       |      |     |       |      |         |     |        |      |     |        |       |         |
|------------------------------------|-------|------|-----|-------|------|---------|-----|--------|------|-----|--------|-------|---------|
| ID                                 | Long  | Diam | Rug | Q     | V    | Pérd.U. | ID  | Long   | Diam | Rug | Q      | V     | Pérd.U. |
|                                    | m     | mm   |     | L/s   | m/s  | m/km    |     | m      | mm   |     | L/s    | m/s   | m/km    |
| T1                                 | 50,00 | 63   | 140 | 3,81  | 1,22 | 26,44   | T24 | 50,00  | 50   | 140 | 0,426  | 0,22  | 1,400   |
| T2                                 | 50,00 | 63   | 140 | 3,05  | 0,98 | 17,48   | T25 | 50,00  | 50   | 140 | 0,212  | 0,11  | 0,390   |
| T3                                 | 62,00 | 63   | 140 | 1,86  | 0,60 | 7,02    | T26 | 77,00  | 50   | 140 | 0,080  | 0,04  | 0,060   |
| T4                                 | 98,50 | 50   | 140 | 0,10  | 0,05 | 0,09    | T27 | 39,50  | 32   | 140 | 0,146  | 0,18  | 1,700   |
| T5                                 | 50,00 | 50   | 140 | -1,66 | 0,85 | 17,48   | T28 | 77,00  | 32   | 140 | 0,031  | 0,04  | 0,090   |
| T6                                 | 50,00 | 50   | 140 | 2,07  | 1,06 | 26,35   | T29 | 39,50  | 32   | 140 | 0,098  | 0,12  | 0,810   |
| T7                                 | 50,00 | 50   | 140 | 2,43  | 1,24 | 35,36   | T30 | 77,00  | 32   | 140 | 0,006  | 0,01  | 0,000   |
| T8                                 | 12,00 | 50   | 140 | 1,29  | 0,66 | 10,94   | T31 | 77,00  | 32   | 140 | -0,025 | 0,03  | 0,070   |
| T9                                 | 45,00 | 50   | 140 | 2,11  | 1,07 | 27,21   | T32 | 77,00  | 32   | 140 | 0,044  | 0,05  | 0,180   |
| T10                                | 50,00 | 50   | 140 | 1,42  | 0,73 | 13,15   | T33 | 77,00  | 50   | 140 | 0,311  | 0,16  | 0,780   |
| T11                                | 50,00 | 50   | 140 | 0,88  | 0,45 | 5,43    | T34 | 111,00 | 50   | 140 | -0,737 | 0,38  | 3,890   |
| T12                                | 12,00 | 50   | 140 | 0,65  | 0,33 | 3,10    | T35 | 188,00 | 50   | 140 | -0,150 | 0,08  | 0,200   |
| T13                                | 45,00 | 50   | 140 | 1,26  | 0,64 | 10,43   | T36 | 83,70  | 50   | 140 | 0,146  | 0,07  | 0,190   |
| T14                                | 50,00 | 50   | 140 | 1,36  | 0,69 | 12,01   | T37 | 188,00 | 50   | 140 | -0,245 | 0,12  | 0,510   |
| T15                                | 50,00 | 50   | 140 | 1,37  | 0,69 | 12,09   | T38 | 102,50 | 50   | 140 | 0,146  | 0,07  | 0,190   |
| T16                                | 50,00 | 50   | 140 | 1,01  | 0,52 | 7,00    | T39 | 188,00 | 50   | 140 | -0,800 | 0,41  | 4,520   |
| T17                                | 50,00 | 50   | 140 | 0,87  | 0,44 | 5,29    | T40 | 110,00 | 50   | 140 | -1,765 | 0,9   | 19,580  |
| T18                                | 50,00 | 50   | 140 | 0,70  | 0,36 | 3,54    | T41 | 188,00 | 50   | 140 | -0,847 | 0,43  | 5,020   |
| T19                                | 50,00 | 50   | 140 | 0,40  | 0,20 | 1,27    | T43 | 123,00 | 32   | 140 | -0,342 | 0,43  | 8,240   |
| T20                                | 50,00 | 50   | 140 | 0,23  | 0,12 | 0,43    | T44 | 102,50 | 50   | 140 | -0,991 | 0,5   | 6,730   |
| T21                                | 50,00 | 50   | 140 | 0,94  | 0,48 | 6,07    | T45 | 102,50 | 50   | 140 | -0,568 | 0,29  | 2,400   |
| T22                                | 50,00 | 50   | 140 | 0,84  | 0,43 | 4,91    | T47 | 210,00 | 110  | 140 | -5,669 | 0,6   | 3,650   |
| T23                                | 50,00 | 50   | 140 | 0,71  | 0,36 | 3,65    | T48 | 110,00 | 63   | 140 | 2,724  | 0,874 | 14,180  |

Los resultados en los nodos son los siguientes:

Tabla 3.10: Resultados red de distribución en nodos para QMH.

| Red de distribución - Nodos QMH |           |                        |         |       |        |
|---------------------------------|-----------|------------------------|---------|-------|--------|
| Nudo                            | Cota<br>m | Demanda<br>Base<br>LPS | Presión |       |        |
|                                 |           |                        | m.c.a   | MPA   | PSI    |
| N1                              | 1.535,17  | 0,098                  | 22,21   | 0,222 | 31,583 |
| N2                              | 1.536,79  | 0,195                  | 19,27   | 0,193 | 27,402 |
| N3                              | 1.536,70  | 0,195                  | 18,49   | 0,185 | 26,293 |
| N4                              | 1.535,75  | 0,098                  | 16,97   | 0,170 | 24,131 |
| N5                              | 1.534,40  | 0,098                  | 20,35   | 0,204 | 28,938 |
| N6                              | 1.532,60  | 0,146                  | 18,75   | 0,188 | 26,663 |
| N7                              | 1.528,25  | 0,146                  | 22,45   | 0,225 | 31,924 |
| N8                              | 1.522,15  | 0,098                  | 34,54   | 0,345 | 49,116 |
| N9                              | 1.519,00  | 0,156                  | 36,82   | 0,368 | 52,358 |
| N10                             | 1.518,04  | 0,293                  | 36,46   | 0,365 | 51,846 |
| N11                             | 1.515,00  | 0,195                  | 37,73   | 0,377 | 53,652 |
| N12                             | 1.514,90  | 0,146                  | 37,70   | 0,377 | 53,609 |
| N13                             | 1.513,12  | 0,293                  | 38,25   | 0,383 | 54,392 |
| N14                             | 1.513,10  | 0,244                  | 37,62   | 0,376 | 53,496 |
| N15                             | 1.509,58  | 0,146                  | 40,87   | 0,409 | 58,117 |
| N16                             | 1.511,04  | 0,342                  | 42,44   | 0,424 | 60,350 |
| N17                             | 1.505,90  | 0,195                  | 45,89   | 0,459 | 65,256 |
| N18                             | 1.505,49  | 0,195                  | 46,26   | 0,463 | 65,782 |
| N19                             | 1.504,24  | 0,146                  | 47,04   | 0,470 | 66,891 |
| N20                             | 1.502,57  | 0,146                  | 48,11   | 0,481 | 68,412 |
| N21                             | 1.506,11  | 0,11                   | 43,90   | 0,439 | 62,426 |
| N22                             | 1.500,90  | 0,037                  | 49,17   | 0,492 | 69,920 |
| N23                             | 1.505,49  | 0,146                  | 44,22   | 0,442 | 62,881 |
| N24                             | 1.501,23  | 0,098                  | 48,49   | 0,485 | 68,953 |
| N25                             | 1.504,87  | 0,098                  | 44,59   | 0,446 | 63,407 |
| N26                             | 1.501,56  | 0,195                  | 47,90   | 0,479 | 68,114 |
| N27                             | 1.504,24  | 0,293                  | 45,04   | 0,450 | 64,047 |
| N28                             | 1.501,89  | 0,293                  | 47,39   | 0,474 | 67,389 |
| N29                             | 1.503,62  | 0,146                  | 45,59   | 0,456 | 64,829 |
| N30                             | 1.502,22  | 0,146                  | 47,00   | 0,470 | 66,834 |
| N31                             | 1.502,55  | 0,146                  | 46,65   | 0,467 | 66,336 |
| N32                             | 1.503,00  | 0,146                  | 46,19   | 0,462 | 65,682 |
| N33                             | 1.503,29  | 0,146                  | 45,84   | 0,458 | 65,184 |
| N34                             | 1.505,19  | 0,098                  | 43,99   | 0,440 | 62,554 |
| TANQUE                          | 1.557,15  | 5,67                   | 1,00    | 0,010 | 1,422  |

Presión máxima obtenida = 0,49 Mpa

Presión mínima obtenida = 0,17 Mpa

Los resultados obtenidos satisfacen las condiciones mínimas para un diseño óptimo y económico. Se tiene una presión máxima de 49,17 m.c.a. y una mínima de 16,97 m.c.a. en el nodo 4 ubicado en la parte alta de la urbanización. Finalmente para los dos casos analizados satisfacen las condiciones iniciales, y la red está técnicamente comprobada.

Con los resultados se obtienen las presiones en los nodos de la tubería con lo cual se determina la presión que está sometida la red en este caso se utilizara tubería no menor de PVC de 0,60 Mpa.

### **3.2 Sistema de alcantarillado sanitario.**

#### **3.2.1 Descripción de la red**

El sistema de alcantarillado sanitario de la Urb. Marcial Oña recolecta las aguas provenientes del uso doméstico exclusivamente, según las ordenanzas municipales en dicha urbanización no están permitidas zonas industriales o fábricas, de manera que su único objetivo será la de recolección de excretas y aguas negras domésticas.

La distribución de los lotes en función de la topografía de las calles nos permite configurar una red de alcantarillas a lo largo de las calles transversales que recogen las aguas residuales desde las acometidas domiciliarias, estas calles tienen buena pendiente lo que facilita la evacuación de desechos a través de las mismas, el sistema empalma con un colector longitudinal en la parte más baja, el mismo que recauda las aportaciones de cada manzana y las conduce hasta la planta de tratamiento.



Se utilizará una red de tuberías y colectores, correspondiente al nivel 3 de servicio como se describe en la sección 5.2 del Código Ecuatoriano de la Construcción.

### **3.2.2 Consideraciones de diseño.**

A pesar de que las aguas servidas contienen hasta un 0.20% de materias solidas su comportamiento obedece a las leyes de la dinámica de fluidos empleándose por consiguiente para su análisis las mismas fórmulas y principios. El análisis de caudales obedece a las condiciones de picos máximos (QMH), para el cálculo de las redes de recolección se considera que las tuberías trabajan a un 80% de la capacidad máxima de su sección (tubo parcialmente lleno) por tanto se sabe que el movimiento dentro de los conductos presenta tanto caudales, calados y velocidades variables; sin embargo hacemos una simplificación para el cálculo de alcantarillado considerando que estamos dentro del movimiento permanente uniforme.

La red de alcantarillado sanitario se diseñará de manera que todas las tuberías pasen por debajo de las de agua potable debiendo dejarse una altura libre proyectada de 0,3 m cuando ellas sean paralelas y de 0,2 m cuando se crucen. Siempre que sea posible, las tuberías de la red sanitaria se colocarán en el lado opuesto de la calzada a aquél en el que se ha instalado la tubería de agua potable, o sea, generalmente al sur y al oeste del cruce de los ejes; y, las tuberías de la red pluvial irán al centro de la calzada.

### 3.2.3 Diseño hidráulico

#### 3.2.3.1 Flujo en tuberías a sección llena.

En el diseño de conductos circulares, se utilizan tablas, nomogramas y programas de computadora los mismos que están basados en la fórmula de Manning y relacionan la pendiente, diámetro, caudal (capacidad hidráulica) y velocidad, para condiciones de flujo a sección llena.

El caudal se calcula con la fórmula:

$$Q = A * V$$

Dónde:

Q = Caudal a tubo lleno [m<sup>3</sup>/s]

A = Área transversal [m<sup>2</sup>]

V = velocidad del flujo [m/s]

Para el cálculo de la velocidad utilizamos la fórmula de Manning que por su sencillez y sus resultados satisfactorios es la más adecuada:

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * J^{1/2}$$

Dónde:

V = velocidad del flujo [m/s]

n = coeficiente de rugosidad [s/m<sup>1/3</sup>]

$R_h$  = Radio hidráulico [m]

$J$  = Pendiente del gradiente hidráulico [m/m]

El coeficiente de rugosidad depende del tipo de material que se está utilizando en el tramo en nuestro caso para tuberías de PVC consideramos 0.011 recomendado por la mayoría de fabricantes.

El radio hidráulico  $R_h$  para flujo a sección llena es:

$$R_h = \frac{D}{4}$$

### **3.2.3.2 Flujo en tuberías a sección parcialmente llena.**

El flujo a sección llena se presenta en condiciones especiales, en condiciones normales el flujo en conductos circulares de alcantarillado se da a secciones parcialmente llenas con una superficie de agua libre y en contacto con el aire; por ello, se vuelve necesario calcular también el caudal, velocidad, calado y radio hidráulico bajo estas condiciones. Para el cálculo se debe utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características de un flujo a sección llena y parcialmente llena.

Utilizando el grafico siguiente podemos establecer las relaciones hidráulicas para secciones parcialmente llenas:

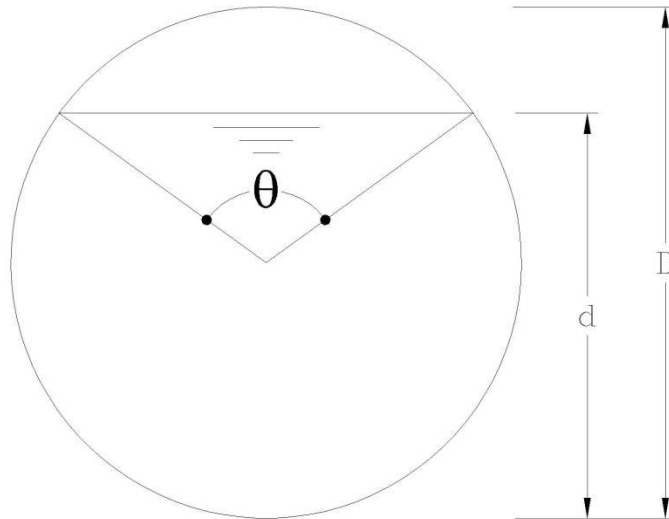


Figura 3.10: Esquema de flujo a tubería parcialmente llena.

El ángulo central  $\theta$  en grados sexagesimales:

$$\theta = 2 \cos^{-1} \left( 1 - \frac{2 * d}{D} \right)$$

Radio hidráulico:

$$rh = \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360 * \text{sen} \theta}{2 * \pi * \theta} \right)$$

La velocidad

$$v = \frac{0.397 * D^{2/3}}{n} \left( 1 - \frac{360 * \text{sen} \theta}{2 * \pi * \theta} \right)^{2/3} * J^{1/2}$$

El caudal:

$$q = \frac{D^{8/3}}{1257.15 * n (2 * \pi * \theta)^{2/3}} (2 * \pi * \theta - 360 * \text{sen} \theta)^{5/3} * J^{1/2}$$

Entonces las relaciones fundamentales quedan definidas como:

$$\frac{v}{V} = \left( 1 - \frac{360 * \text{sen} \theta}{2 * \pi * \theta} \right)^{2/3}$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{a}{A} * \frac{v}{V}$$

$$\frac{q}{Q} = \left( \frac{\theta}{360} - \frac{\text{sen} \theta}{2 * \pi * \theta} \right) * \left( 1 - \frac{360 * \text{sen} \theta}{2 * \pi * \theta} \right)^{2/3}$$

Estas expresiones nos permiten calcular las relaciones fundamentales  $v/V$ ;  $q/Q$  para los valores de coeficientes de rugosidad constantes, sin embargo el coeficiente de rugosidad sufre una pequeña variación en función directa del radio hidráulico y obtendremos este valor para contar con un diseño óptimo:

Tabla 3.10: Relaciones calado velocidad y caudales para coeficiente de rugosidad constante y variable.

| n (constante) |       |       | n (variable) |       |       | n (constante) |       |       | n (variable) |       |       | n (constante) |       |       | n (variable) |       |       |
|---------------|-------|-------|--------------|-------|-------|---------------|-------|-------|--------------|-------|-------|---------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
| d/D           | v/V   | q/Q   | N/n          | v/V   | q/Q   | d/D           | v/V   | q/Q   | N/n          | v/V   | q/Q   | d/D           | v/V   | q/Q   | N/n          | v/V   | q/Q   |
| 0,000         | 0,000 | 0,000 | 0,889        | 0,000 | 0,000 | 0,270         | 0,732 | 0,159 | 0,785        | 0,575 | 0,125 | 0,540         | 1,032 | 0,568 | 0,807        | 0,833 | 0,459 |
| 0,010         | 0,089 | 0,000 | 0,879        | 0,078 | 0,000 | 0,280         | 0,747 | 0,171 | 0,785        | 0,586 | 0,134 | 0,550         | 1,039 | 0,586 | 0,809        | 0,841 | 0,474 |
| 0,020         | 0,141 | 0,001 | 0,870        | 0,122 | 0,001 | 0,290         | 0,762 | 0,183 | 0,785        | 0,598 | 0,144 | 0,560         | 1,046 | 0,603 | 0,812        | 0,849 | 0,489 |
| 0,030         | 0,184 | 0,002 | 0,862        | 0,158 | 0,001 | 0,300         | 0,776 | 0,196 | 0,784        | 0,609 | 0,154 | 0,570         | 1,053 | 0,620 | 0,814        | 0,857 | 0,505 |
| 0,040         | 0,222 | 0,003 | 0,854        | 0,190 | 0,003 | 0,310         | 0,790 | 0,209 | 0,784        | 0,619 | 0,164 | 0,580         | 1,060 | 0,637 | 0,816        | 0,865 | 0,520 |
| 0,050         | 0,257 | 0,005 | 0,847        | 0,218 | 0,004 | 0,320         | 0,804 | 0,222 | 0,784        | 0,630 | 0,174 | 0,590         | 1,066 | 0,655 | 0,819        | 0,873 | 0,536 |
| 0,060         | 0,289 | 0,007 | 0,841        | 0,243 | 0,006 | 0,330         | 0,817 | 0,235 | 0,784        | 0,641 | 0,184 | 0,600         | 1,072 | 0,672 | 0,822        | 0,881 | 0,552 |
| 0,070         | 0,319 | 0,010 | 0,835        | 0,267 | 0,008 | 0,340         | 0,830 | 0,249 | 0,784        | 0,651 | 0,195 | 0,610         | 1,078 | 0,689 | 0,824        | 0,889 | 0,568 |
| 0,080         | 0,348 | 0,013 | 0,830        | 0,289 | 0,011 | 0,350         | 0,843 | 0,263 | 0,784        | 0,661 | 0,206 | 0,620         | 1,084 | 0,706 | 0,827        | 0,896 | 0,584 |
| 0,090         | 0,375 | 0,017 | 0,825        | 0,309 | 0,014 | 0,360         | 0,855 | 0,277 | 0,785        | 0,671 | 0,218 | 0,630         | 1,089 | 0,723 | 0,830        | 0,904 | 0,600 |
| 0,100         | 0,401 | 0,021 | 0,820        | 0,329 | 0,017 | 0,370         | 0,868 | 0,292 | 0,785        | 0,681 | 0,229 | 0,640         | 1,094 | 0,740 | 0,833        | 0,911 | 0,616 |
| 0,110         | 0,426 | 0,025 | 0,816        | 0,348 | 0,021 | 0,380         | 0,879 | 0,307 | 0,785        | 0,691 | 0,241 | 0,650         | 1,099 | 0,756 | 0,836        | 0,919 | 0,632 |
| 0,120         | 0,450 | 0,031 | 0,813        | 0,366 | 0,025 | 0,390         | 0,891 | 0,322 | 0,786        | 0,700 | 0,253 | 0,660         | 1,104 | 0,773 | 0,839        | 0,926 | 0,648 |
| 0,130         | 0,473 | 0,036 | 0,809        | 0,383 | 0,029 | 0,400         | 0,902 | 0,337 | 0,787        | 0,710 | 0,265 | 0,670         | 1,108 | 0,789 | 0,842        | 0,933 | 0,664 |
| 0,140         | 0,495 | 0,042 | 0,806        | 0,399 | 0,034 | 0,410         | 0,913 | 0,353 | 0,788        | 0,719 | 0,278 | 0,680         | 1,112 | 0,806 | 0,845        | 0,940 | 0,681 |
| 0,150         | 0,517 | 0,049 | 0,803        | 0,415 | 0,039 | 0,420         | 0,924 | 0,368 | 0,789        | 0,728 | 0,290 | 0,690         | 1,116 | 0,821 | 0,848        | 0,947 | 0,697 |
| 0,160         | 0,538 | 0,056 | 0,801        | 0,431 | 0,044 | 0,430         | 0,934 | 0,384 | 0,790        | 0,738 | 0,303 | 0,700         | 1,120 | 0,837 | 0,851        | 0,953 | 0,713 |
| 0,170         | 0,558 | 0,063 | 0,799        | 0,445 | 0,050 | 0,440         | 0,944 | 0,400 | 0,791        | 0,747 | 0,316 | 0,710         | 1,123 | 0,853 | 0,855        | 0,960 | 0,729 |
| 0,180         | 0,577 | 0,071 | 0,796        | 0,460 | 0,056 | 0,450         | 0,954 | 0,417 | 0,792        | 0,756 | 0,330 | 0,720         | 1,126 | 0,868 | 0,858        | 0,966 | 0,745 |
| 0,190         | 0,597 | 0,079 | 0,795        | 0,474 | 0,063 | 0,460         | 0,964 | 0,433 | 0,793        | 0,765 | 0,343 | 0,730         | 1,129 | 0,883 | 0,861        | 0,972 | 0,761 |
| 0,200         | 0,615 | 0,088 | 0,793        | 0,488 | 0,069 | 0,470         | 0,973 | 0,450 | 0,795        | 0,773 | 0,357 | 0,740         | 1,131 | 0,898 | 0,865        | 0,979 | 0,776 |
| 0,210         | 0,633 | 0,097 | 0,791        | 0,501 | 0,076 | 0,480         | 0,983 | 0,466 | 0,796        | 0,782 | 0,371 | 0,750         | 1,133 | 0,912 | 0,869        | 0,984 | 0,792 |
| 0,220         | 0,651 | 0,106 | 0,790        | 0,514 | 0,084 | 0,490         | 0,991 | 0,483 | 0,798        | 0,791 | 0,385 | 0,760         | 1,135 | 0,926 | 0,872        | 0,990 | 0,807 |
| 0,230         | 0,668 | 0,116 | 0,789        | 0,527 | 0,092 | 0,500         | 1,000 | 0,500 | 0,799        | 0,799 | 0,400 | 0,770         | 1,137 | 0,939 | 0,876        | 0,996 | 0,823 |
| 0,240         | 0,684 | 0,126 | 0,788        | 0,539 | 0,100 | 0,510         | 1,008 | 0,517 | 0,801        | 0,808 | 0,414 | 0,780         | 1,138 | 0,953 | 0,880        | 1,001 | 0,838 |
| 0,250         | 0,701 | 0,137 | 0,787        | 0,551 | 0,108 | 0,520         | 1,016 | 0,534 | 0,803        | 0,816 | 0,429 | 0,790         | 1,139 | 0,965 | 0,883        | 1,006 | 0,853 |
| 0,260         | 0,717 | 0,148 | 0,786        | 0,563 | 0,116 | 0,530         | 1,024 | 0,551 | 0,805        | 0,825 | 0,444 | 0,800         | 1,140 | 0,977 | 0,887        | 1,011 | 0,867 |

### 3.2.4 Dimensionamiento de la sección y profundidad de los conductos

El dimensionamiento de las secciones de los conductos se basa en la ecuación de Manning que relaciona la pendiente, el coeficiente de rugosidad, y el radio hidráulico.

El Código Ecuatoriano de la Construcción especifica que se debe utilizar para redes de alcantarillado sanitario, tuberías con diámetro no menor a 200mm y 250mm para alcantarillado pluvial.

Considerando estos aspectos se ha dimensionado el sistema siempre controlando que el cálculo hidráulico garantice velocidades dentro de los rangos permisibles tanto para tuberías llenas como parcialmente llenas. Las conexiones domiciliarias en alcantarillado tendrán un diámetro mínimo de 100mm para sistemas sanitarios.

La profundidad así como la pendiente de los conductos están definidas en función del diseño realizado, el C.E.C recomienda que la altura mínima de tierra sobre la clave del conducto sea de 1,20m y la profundidad mínima de los pozos de revisión 1,50m ubicados estratégicamente en todo cambio de pendiente, dirección, sección y para la unión de colectores, la máxima distancia entre pozos de revisión será de 100 m para diámetros menores de 350 mm; 150 m para diámetros comprendidos entre 400 mm y 800 mm; y, 200 m para diámetros mayores que 800 mm. Para todos los diámetros de colectores, los pozos podrán colocarse a distancias mayores, dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, considerando siempre que la longitud máxima de separación entre los pozos no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza.

En cuanto a la consideración de las velocidades mínimas se deben tomar en cuenta velocidades que eviten que se produzca sedimentación en el fondo de la tubería ya que esto provoca una reducción en la sección útil del conducto y como consecuencia la reducción de la vida útil de la red.

La experiencia de varios autores indica que la velocidad recomendada en

secciones llenas no debe ser menor a 0,45m/s y en secciones parcialmente llenas no menor a 0,30m/s para que exista una condición de auto limpieza. En caso de existir ciertos tramos iniciales de la red en los que, dado el pequeño caudal, no se puede cumplir con la velocidad mínima, deberá incluirse en las recomendaciones de operación y mantenimiento un plan específico para realizar la limpieza periódica de estos tramos de la red.

Por otro lado también se deben controlar las velocidades máximas pues velocidades mayores a las permisibles causarían un deterioro en las paredes de las tuberías de conducción como también en las estructuras de los pozos de revisión, la velocidad máxima recomendada está en función del coeficiente “n” de Manning que como mencionamos anteriormente depende del tipo de material a utilizar y para tuberías de plástico PVC no puede superar los 9m/s.

El apartado 3.1.5 se detalla paso a paso el proceso de cálculo de los parámetros hidráulicos verificando que cada una de las tuberías cumpla con las condiciones de diseño.

### **3.2.5 Descripción de la hoja de calculo**

Como se explicó anteriormente el cálculo se basa en la ecuación de Manning adoptando diámetros de tubería para cada tramo y chequeando que su comportamiento sea el óptimo en función de parámetros como las velocidades máximas y mínimas y la fuerza tractiva.



A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de los 10 primeros tramos de la red colectora principal de alcantarillado sanitario para la explicación de la hoja de cálculo.

Tabla 3.11: EJEMPLO DE CALCULO HIDRAULICO ALCANTARILLADO SANITARIO

Parámetros de diseño:

|   |   |       |               |
|---|---|-------|---------------|
| A | Dotación de agua potable =                      | 150   | [L/hab*día]   |
| B | Porcentaje de infiltración =                    | 1,0   | [L/seg*Km]    |
| C | Coefficiente de retorno del aguas residuales =  | 0,70  |               |
| D | Coefficiente de rugosidad de la tubería "n" =   | 0,011 |               |
| E | Coefficiente de pérdida de carga en los pozos = | 0,250 |               |
| F | Caudal por conexiones ilícitas =                | 80    | [lts/hab/día] |
| G | Número de habitantes por lote =                 | 5     | [hab/ lote]   |

| DATOS DEL TRAMO |            |              | DETERMINACION DE CAUDALES (lit) |           |               |                 |                       |          |                      |                |                |          | RESULTADOS DE LOS CALCULOS |                           |               |                       |  |                        |               |              |              |                             |                 |               |                         |               |               |                 |               |              |                                      |                           |                             |           |               |      |  |  |                |  |       |  |
|-----------------|------------|--------------|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------------|----------|----------------------|----------------|----------------|----------|----------------------------|---------------------------|---------------|-----------------------|--|------------------------|---------------|--------------|--------------|-----------------------------|-----------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------|---------------|------|--|--|----------------|--|-------|--|
| Pozo Arriba     | Pozo Abajo | Longitud (m) | MANZANA APORTANTE               | Población |               |                 | AGUA SERVIDA POR LOTE |          |                      |                |                |          |                            | Caudal de total de diseño | Pendiente (%) | Pendiente terreno (%) | Material y Diámetro de la tubería (mm) |                        | Calado y (mm) | Relación g/Q | Relación y/D | PARAMETROS TUBERIAS DE FUGO |                 |               | CAPACIDAD DE FUGO (lit) |               |               | VELOCIDAD (m/s) |               |              | Fuerza Tractiva (g/cm <sup>2</sup> ) | Pérdida de carga pozo (m) | Salto mínimo en el pozo (m) |           | Cotas terreno |      |  |  | Cotas proyecto |  | Cotas |  |
|                 |            |              |                                 | Lotes     | Parcial (Hab) | Acumulada (Hab) | Caudal medio          | Factor M | Infiltración parcial | Aguas Ilícitas | Caudal parcial | Material | Diámetro                   |                           |               |                       | Ang Cent (Rad)                         | Area (m <sup>2</sup> ) |               |              |              | Per. Mol (m)                | Sección Parcial | Sección Llena | Sección Parcial         | Sección Llena | Arriba (msnm) | Abajo (msnm)    | Arriba (msnm) | Abajo (msnm) |                                      |                           | Arriba (m)                  | Abajo (m) |               |      |  |  |                |  |       |  |
| 1               | 2          | 50.00        | M1                              | 5         | 25            | 25              | 0.0304                | 4        | 0.05                 | 0.02           | 0.19           | 0.19     | 1.14                       | -4.96                     | PVC 200       | 172.00                | 10.3                                   | 0.007                  | 0.06          | 0.99         | 0.0006       | 0.09                        | 0.20            | 27.68         | 0.34                    | 1.19          | 0.08          | 0.002           | 2             | 0.00         | 1535.17                              | 1537.65                   | 1534.370                    | 1533.800  | 0.80          | 3.90 |  |  |                |  |       |  |
| 2               | 9          | 110.00       | M2-M3 T(1-2) T(3-2)             | 20        | 100           | 125             | 0.1215                | 4        | 0.11                 | 0.09           | 0.69           | 0.96     | 13.55                      | 15.77                     | PVC 200       | 172.00                | 12.0                                   | 0.010                  | 0.07          | 1.07         | 0.0007       | 0.09                        | 0.94            | 95.42         | 1.31                    | 4.11          | 1.05          | 0.022           | 9             | 0.02         | 1537.65                              | 1520.30                   | 1533.750                    | 1518.850  | 3.90          | 1.50 |  |  |                |  |       |  |
| 9               | 10         | 50.41        | T(2-9) T(8-9)                   | 0         | 0             | 125             | 0.0000                | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05           | 1.17     | 3.71                       | 3.81                      | PVC 200       | 172.00                | 17.2                                   | 0.023                  | 0.10          | 1.29         | 0.0012       | 0.11                        | 1.04            | 49.93         | 0.86                    | 2.15          | 0.41          | 0.009           | 10            | 0.00         | 1520.30                              | 1518.38                   | 1518.800                    | 1516.930  | 1.50          | 1.50 |  |  |                |  |       |  |
| 10              | 16         | 106.00       | M7 T(3-10) T(3-10)              | 10        | 50            | 175             | 0.0000                | 4        | 0.11                 | 0.05           | 0.15           | 2.01     | 4.23                       | 5.97                      | PVC 200       | 172.00                | 22.4                                   | 0.038                  | 0.13          | 1.48         | 0.0018       | 0.13                        | 1.93            | 53.30         | 1.08                    | 2.29          | 0.59          | 0.015           | 16            | 0.01         | 1518.38                              | 1512.05                   | 1515.080                    | 1510.600  | 3.30          | 1.20 |  |  |                |  |       |  |
| 16              | 17         | 48.56        | T(10-16)                        | 0         | 0             | 175             | 0.0000                | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05           | 2.06     | 3.81                       | 3.81                      | PVC 200       | 172.00                | 22.4                                   | 0.041                  | 0.13          | 1.48         | 0.0018       | 0.13                        | 1.83            | 50.60         | 1.03                    | 2.18          | 0.53          | 0.014           | 17            | 0.00         | 1512.05                              | 1510.20                   | 1510.550                    | 1508.700  | 1.50          | 1.50 |  |  |                |  |       |  |
| 17              | 25         | 81.80        | M8 T(16-17) T(11-17)            | 6         | 30            | 205             | 0.0365                | 4        | 0.08                 | 0.03           | 0.26           | 3.66     | 3.36                       | 4.03                      | PVC 200       | 172.00                | 31.0                                   | 0.077                  | 0.18          | 1.75         | 0.0028       | 0.15                        | 3.36            | 47.54         | 1.18                    | 2.05          | 0.63          | 0.018           | 25            | 0.02         | 1510.20                              | 1506.90                   | 1508.200                    | 1505.450  | 2.00          | 1.50 |  |  |                |  |       |  |
| 25              | 26         | 5.00         | T(17-25)                        | 0         | 0             | 205             | 0.0000                | 4        | 0.01                 | 0.00           | 0.01           | 3.66     | 7.00                       | 8.00                      | PVC 200       | 172.00                | 25.8                                   | 0.063                  | 0.15          | 1.99         | 0.0022       | 0.14                        | 3.33            | 68.59         | 1.53                    | 2.95          | 1.12          | 0.030           | 26            | 0.02         | 1506.90                              | 1506.50                   | 1505.400                    | 1505.050  | 1.50          | 1.50 |  |  |                |  |       |  |
| 26              | 27         | 53.50        | T(25-26) T(18-26)               | 0         | 0             | 205             | 0.0000                | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05           | 4.76     | 2.24                       | 2.34                      | PVC 200       | 172.00                | 39.6                                   | 0.123                  | 0.23          | 2.00         | 0.0040       | 0.17                        | 4.80            | 38.83         | 1.12                    | 1.67          | 0.53          | 0.016           | 27            | 0.02         | 1506.50                              | 1505.25                   | 1505.000                    | 1503.800  | 1.50          | 1.50 |  |  |                |  |       |  |
| 27              | 28         | 50.00        | T(26-27) T(19-27)               | 0         | 0             | 205             | 0.0000                | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05           | 6.61     | 6.40                       | 6.50                      | PVC 200       | 172.00                | 36.1                                   | 0.101                  | 0.21          | 1.90         | 0.0035       | 0.16                        | 6.34            | 65.59         | 1.79                    | 2.82          | 1.39          | 0.041           | 28            | -0.01        | 1505.25                              | 1502.00                   | 1503.750                    | 1500.550  | 1.50          | 1.50 |  |  |                |  |       |  |
| 28              | 29         | 50.00        | T(27-28) T(20-28)               | 0         | 0             | 205             | 0.0000                | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05           | 8.21     | 0.40                       | -0.50                     | PVC 200       | 172.00                | 86.0                                   | 0.500                  | 0.50          | 3.14         | 0.0116       | 0.27                        | 8.20            | 16.40         | 0.71                    | 0.71          | 0.17          | 0.006           | 29            | 0.00         | 1502.00                              | 1502.25                   | 1500.500                    | 1500.300  | 1.50          | 2.00 |  |  |                |  |       |  |

## EXPLICACIÓN DE SELDAS NUMERADAS

✓ Columna 1

Pozo inicial del tramo (2)

✓ Columna 2

Pozo final del tramo (9)

✓ Columna 3

Longitud del tramo (110)

✓ Columna 4

Manzanas que aportan a este tramo (M2-M3 Tramo(1-2) Tramo(3-2))

✓ Columna 5

Numero de lotes que aportan al tramo (5 lotes)

✓ Columna 6

Población parcial que aporta al tramo de diseño, en el apartado 2.1.1.2.1 de la tabla 4 se concluye que el promedio de ocupantes por lote en el sector es de 5 personas; entonces:

$$\text{Población parcial} = \text{Columna 5} * 5 = 100 \text{ habitantes}$$

✓ Columna 7

Población Acumulada aportante al sistema:

Población acumulada = Columna 6 + Columna 7<sub>(tramo1 -2)</sub> = 125 habitantes

✓ Columna 8

Caudal medio parcial de aguas servidas:

$$\text{Columna 8} = A * \text{Columna 6} * C / 86.400 = 0,1215 \text{ L/s}$$

✓ Columna 9

Factor de mayoración o simultaneidad:

Si  $Q_{med} \leq 4$  entonces:

$$M=4$$

Si  $Q_{med} > 4$  entonces:

$$M = 2,228 / (\text{Columna 8})^{0,073325}$$

✓ Columna 10

Infiltración parcial = Columna 3 \* B / 1.000 = 0,11 L/s

✓ Columna 11

Aguas ilícitas = F \* Columna 6 = 0,09 L/s

✓ Columna 12

Caudal máximo horario = Columna 8 + Columna 9 + Columna 10 + Columna 11 = 0,69 L/s

✓ Columna 13

El caudal del tramo más los caudales que aportan al tramo:

$$\text{Caudal de diseño} = \text{Columna 12} + \text{Columna 13}_{(\text{tramo 1-2})} + \text{Columna 13}_{(\text{tramo 3-2})} = 0,96$$

L/s

✓ Columna 14

$$\text{Pendiente del proyecto} = (\text{Columna 34} - \text{Columna 35}) / \text{Columna 3} * 100 =$$

1,14%

✓ Columna 15

$$\text{Pendiente del terreno} = (\text{Columna 32} - \text{Columna 33}) / \text{Columna 3} * 100 =$$

15,77%

✓ Columna 16

Material y diámetro nominal de la tubería a utilizar en el tramo

PVC 200mm

✓ Columna 17

Diámetro interior de la tubería = 172mm

✓ Columna 18

$$\text{Calado } \gamma = \text{Columna 17} * \text{Columna 20} = 12,00$$

✓ Columna 19

$$\text{Relación } q/Q = \text{Columna 13} / \text{Columna 25} = 0,010$$

✓ Columna 20

Relación  $\gamma/D$  = Valor obtenido a partir de la relación  $q/Q$ , en apartado 3.1.3.2 de la Tabla 3.10: relaciones calado velocidad y caudales para coeficiente de rugosidad constante y variable

Relación  $\gamma/D = 0,07$

✓ Columna 21

Angulo central (Tub parcialmente llena) =  $2 * \cos^{-1} (1 - 2 * \text{Columna 20}) = 1,07 \text{ Rad}$

✓ Columna 22

$$\text{Área}_{\text{mojada}} = \frac{\left(\frac{\text{Col19}}{8} * \text{Col17}^2\right) - \left(\text{Col17} * \text{sen}\left(\frac{\text{Col19}}{2}\right)\right) * \left(\frac{\text{Col17} - 2 * \text{Col18}}{4}\right)}{1.000.000}$$

$$\text{Área}_{\text{mojada}} = 0,0007$$

✓ Columna 23

Perímetro mojado =  $\text{Columna 17} * \text{Columna 21} / 2.000 = 0,09$

✓ Columna 24

Capacidad de flujo a sección parcial

$$= 1.000 * \text{Columna 22}^{1,6667} * (\text{Columna 14}/1,00)^{0,5} / D / \text{Columna 23}^{0,6667} = 0,94$$

L/s

✓ Columna 25

Capacidad de flujo a sección llena

$$= \pi * (\text{Columna } 17 / 1.000)^2 / 4 * \text{Columna } 27 * 1.000 = 95,42 \text{ L/s}$$

✓ Columna 26

Velocidad a sección parcial

$$V_{sp} = \text{Columna } 24 / 1.000 / \text{Columna } 22 = 1,31 \text{ m/s}$$

✓ Columna 27

Velocidad a sección llena

$$V_{sl} = \frac{1}{D} * \left( \frac{\text{Columna } 17}{4 * 1.000} \right)^{\frac{2}{3}} * \left( \frac{\text{Columna } 14}{100} \right)^{\frac{1}{2}} = 4,11 \text{ m/s}$$

✓ Columna 28

Según la EPA, la fuerza tractiva mínima para tuberías de PVC es 0,15 Kg/m<sup>2</sup>

$$\text{Fuerza tractiva} = 1.000 * \text{Columna } 22 / \text{Columna } 23 * \text{Columna } 14 / 100$$

$$\text{Fuerza tractiva} = 1,05 \text{ Kg/m}^2 > 0,15 \text{ Kg/m}^2 \rightarrow \text{OK}$$

✓ Columna 29

$$\text{Perdida de carga en los pozos} = E * \text{Columna } 26^2 / 19,62 = 0,022 \text{ m}$$

✓ Columna 30

Pozo en el que se colocará el salto = 9

✓ Columna 31

Salto mínimo en el pozo, si el valor resulta igual o menor a cero, no es necesario salto en el pozo.

$$\text{Salto} = \text{Columna 29} + (\text{Columna 18} - \text{Columna 18}_{(\text{tramo 2-9})}) / 1000$$

$$\text{Salto} = 0,02\text{m}$$

En el análisis de nuestra red el salto más grande es de 3cm, sin embargo, se ha considerado un salto mínimo en todos los pozos igual a 5 cm.

✓ Columna 32

Cota de la rasante proyectada tramo arriba, tomada de la topografía final.

$$\text{Cota del terreno}_{(\text{arriba})} = 1.537,65 \text{ msnm}$$

✓ Columna 33

Cotas de la rasante proyectada tramo abajo, tomada de la topografía final.

$$\text{Cota del terreno}_{(\text{abajo})} = 1.520,30 \text{ msnm}$$

✓ Columna 35

Cota de fondo del pozo tramo arriba.

$$\text{Cota del proyecto}_{(\text{arriba})} = \text{Columna 32} - \text{Columna 36} = 1.533,75 \text{ msnm}$$

✓ Columna 36

Cota de fondo del pozo tramo abajo.

$$\text{Cota del proyecto}_{(\text{abajo})} = \text{Columna 33} - \text{Columna 37} = 1.518,85 \text{ msnm}$$

✓ Columna 37

Corte tramo arriba.



Corte<sub>(arriba)</sub> = 3,90 m

✓ Columna 38

Corte tramo abajo.

Corte<sub>(abajo)</sub> = 1,50 m

# Hidráulicos de la red de alcantarillado sanitario

## Los hidráulicos de la red de alcantarillado sanitario

### DISEÑO DEFINITIVO DEL SISTEMA DE CONDUCCION PARA AGUAS SERVIDAS

#### DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA

##### HOJA DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA RED

Agua potable (l/hab\*día) **Iai = 80.0** Tasa de ilicitas (L/hab/día) **n= 0.011** Coeficiente de rugosidad de la tubería **c= 0.500** Coeficiente de escorrentia  
 Retorno del agua residual **IL= 1.0** Tasa de infiltración (l/(seg\*Km)) **k= 0.250** Coeficiente de pérdida de carga en los pozos **i= 37.670** Intensidad de precipitación (mm/h)  
 Pieza de los colectores (arrastré de sólidos sedimentables y arena de d<0.20mm), la Fuerza Tractiva (FT) debe ser mayor a 0.15 Kg/m2

| MANZANA APORTANTE    | Poblacion |               |                 | DETERMINACION DE CAUDALES (l/s) |          |                      |                |                           |               |                           |  |         |               | RESULTADOS DE LOS CALCULOS |              |                                  |                  |           |                          |                 |                 |                 |                         |                           |                             |      |               |               |              |
|----------------------|-----------|---------------|-----------------|---------------------------------|----------|----------------------|----------------|---------------------------|---------------|---------------------------|--|---------|---------------|----------------------------|--------------|----------------------------------|------------------|-----------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|------|---------------|---------------|--------------|
|                      | Lotes     | Parcial (Hab) | Acumulada (Hab) | aguas servidas parciales        |          |                      | Caudal parcial | Caudal de total de diseño | Pendiente (%) | Pendiente del terreno (%) | Material y Diámetro de la tubería (mm) |         | Calado y (mm) | Relación q/Q               | Relación y/D | Parámetros hidráulicos del flujo |                  |           | Capacidad de flujo (l/s) |                 | Velocidad (m/s) |                 | Fuerza Tractiva (Kg/m2) | Pérdida de carga pozo (m) | Salto mínimo en el pozo (m) |      | Cotas terreno |               |              |
|                      |           |               |                 | Caudal medio                    | Factor M | Infiltración parcial |                |                           |               |                           | Agua llicitas                          | Nominal |               |                            |              | Interior                         | Ang. Cent. (Rad) | Area (m2) | Per. Moj (m)             | Sección Parcial | Sección Llena   | Sección Parcial |                         |                           | Sección Llena               | Pozo | Salto         | Arriba (msnm) | Abajo (msnm) |
| M1                   | 5         | 25            | 25              | 0.0304                          | 4        | 0.05                 | 0.02           | 0.19                      | 0.19          | 1.14                      | -4.96                                  | PVC 200 | 172.00        | 10.3                       | 0.007        | 0.06                             | 0.99             | 0.0006    | 0.09                     | 0.20            | 27.68           | 0.34            | 1.19                    | 0.08                      | 0.002                       | 2    | 0.00          | 1535.17       | 1537.6       |
| M2-M3 T(1-2) T(3-2)  | 20        | 100           | 125             | 0.1215                          | 4        | 0.11                 | 0.09           | 0.69                      | 0.96          | 13.55                     | 15.77                                  | PVC 200 | 172.00        | 12.0                       | 0.010        | 0.07                             | 1.07             | 0.0007    | 0.09                     | 95.42           | 1.31            | 4.11            | 1.05                    | 0.022                     | 9                           | 0.02 | 1537.65       | 1520.3        |              |
| T(2-9) T(8-9)        | 0         | 0             | 125             | 0.0000                          | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05                      | 1.17          | 3.71                      | 3.81                                   | PVC 200 | 172.00        | 17.2                       | 0.023        | 0.10                             | 1.29             | 0.0012    | 0.11                     | 1.04            | 49.93           | 0.86            | 2.15                    | 0.41                      | 0.009                       | 10   | 0.00          | 1520.30       | 1518.3       |
| M7 T(9-10) T(3-10)   | 10        | 50            | 175             | 0.0000                          | 4        | 0.11                 | 0.05           | 0.15                      | 2.01          | 4.23                      | 5.97                                   | PVC 200 | 172.00        | 22.4                       | 0.038        | 0.13                             | 1.48             | 0.0018    | 0.13                     | 1.93            | 53.30           | 1.08            | 2.29                    | 0.59                      | 0.015                       | 16   | 0.01          | 1518.38       | 1512.0       |
| T(10-16)             | 0         | 0             | 175             | 0.0000                          | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05                      | 2.06          | 3.81                      | 3.81                                   | PVC 200 | 172.00        | 22.4                       | 0.041        | 0.13                             | 1.48             | 0.0018    | 0.13                     | 1.83            | 50.60           | 1.03            | 2.18                    | 0.53                      | 0.014                       | 17   | 0.00          | 1512.05       | 1510.2       |
| M8 T(16-17) T(11-17) | 6         | 30            | 205             | 0.0365                          | 4        | 0.08                 | 0.03           | 0.26                      | 3.66          | 3.36                      | 4.03                                   | PVC 200 | 172.00        | 31.0                       | 0.077        | 0.18                             | 1.75             | 0.0028    | 0.15                     | 3.36            | 47.54           | 1.18            | 2.05                    | 0.63                      | 0.018                       | 25   | 0.02          | 1510.20       | 1506.9       |
| T(17-25)             | 0         | 0             | 205             | 0.0000                          | 4        | 0.01                 | 0.00           | 0.01                      | 3.66          | 7.00                      | 8.00                                   | PVC 200 | 172.00        | 25.8                       | 0.053        | 0.15                             | 1.59             | 0.0022    | 0.14                     | 3.33            | 68.59           | 1.53            | 2.95                    | 1.12                      | 0.030                       | 26   | 0.02          | 1506.90       | 1506.6       |
| T(25-26) T(18-26)    | 0         | 0             | 205             | 0.0000                          | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05                      | 4.76          | 2.24                      | 2.34                                   | PVC 200 | 172.00        | 39.6                       | 0.123        | 0.23                             | 2.00             | 0.0040    | 0.17                     | 4.50            | 38.83           | 1.12            | 1.67                    | 0.53                      | 0.016                       | 27   | 0.02          | 1506.50       | 1505.2       |
| T(26-27) T(19-27)    | 0         | 0             | 205             | 0.0000                          | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05                      | 6.61          | 6.40                      | 6.50                                   | PVC 200 | 172.00        | 36.1                       | 0.101        | 0.21                             | 1.90             | 0.0035    | 0.16                     | 6.34            | 65.59           | 1.79            | 2.82                    | 1.39                      | 0.041                       | 28   | -0.01         | 1505.25       | 1502.0       |
| T(27-28) T(20-28)    | 0         | 0             | 205             | 0.0000                          | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05                      | 8.21          | 0.40                      | -0.50                                  | PVC 200 | 172.00        | 86.0                       | 0.500        | 0.50                             | 3.14             | 0.0116    | 0.27                     | 8.20            | 16.40           | 0.71            | 0.71                    | 0.17                      | 0.006                       | 29   | 0.00          | 1502.00       | 1502.2       |
| T(28-29) T(21-29)    | 0         | 0             | 205             | 0.0000                          | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05                      | 9.11          | 0.40                      | -1.10                                  | PVC 200 | 172.00        | 91.2                       | 0.556        | 0.53                             | 3.26             | 0.0125    | 0.28                     | 9.04            | 16.40           | 0.72            | 0.71                    | 0.18                      | 0.007                       | 30   | 0.01          | 1502.25       | 1502.6       |
| T(29-30) T(36-30)    | 0         | 0             | 205             | 0.0000                          | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05                      | 9.58          | 0.50                      | 0.60                                   | PVC 200 | 172.00        | 87.7                       | 0.521        | 0.51                             | 3.18             | 0.0119    | 0.27                     | 9.50            | 18.37           | 0.80            | 0.79                    | 0.22                      | 0.008                       | 31   | 0.00          | 1502.80       | 1502.8       |
| T(30-31) T(37-31)    | 0         | 0             | 205             | 0.0000                          | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05                      | 10.05         | 0.40                      | -1.09                                  | PVC 200 | 172.00        | 96.3                       | 0.615        | 0.56                             | 3.38             | 0.0134    | 0.29                     | 9.85            | 16.33           | 0.74            | 0.70                    | 0.18                      | 0.007                       | 32   | 0.02          | 1502.50       | 1503.0       |
| T(31-32) T(38-32)    | 0         | 0             | 205             | 0.0000                          | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05                      | 10.52         | 0.50                      | -0.50                                  | PVC 200 | 172.00        | 92.9                       | 0.573        | 0.54                             | 3.30             | 0.0128    | 0.28                     | 10.44           | 18.36           | 0.82            | 0.79                    | 0.23                      | 0.008                       | 33   | 0.10          | 1503.05       | 1503.3       |
| M2                   | 10        | 50            | 255             | 0.0000                          | 4        | 0.07                 | 0.05           | 0.11                      | 0.11          | 8.38                      | 8.45                                   | PVC 200 | 172.00        | 5.2                        | 0.002        | 0.03                             | 0.70             | 0.0002    | 0.06                     | 0.12            | 75.04           | 0.59            | 3.23                    | 0.28                      | 0.004                       | 8    | -0.02         | 1527.95       | 1522.1       |
| T(35-8)              | 0         | 0             | 255             | 0.0000                          | 4        | 0.05                 | 0.00           | 0.05                      | 0.16          | 3.60                      | 3.70                                   | PVC 200 | 172.00        | 6.9                        | 0.003        | 0.04                             | 0.81             | 0.0003    | 0.07                     | 0.15            | 49.19           | 0.47            | 2.12                    | 0.16                      | 0.003                       | 9    | 0.00          | 1522.15       | 1520.3       |
| M1                   | 5         | 25            | 280             | 0.0000                          | 4        | 0.05                 | 0.02           | 0.07                      | 0.07          | 2.50                      | 0.10                                   | PVC 200 | 172.00        | 5.2                        | 0.002        | 0.03                             | 0.70             | 0.0002    | 0.06                     | 0.07            | 40.98           | 0.32            | 1.76                    | 0.08                      | 0.001                       | 2    | 0.00          | 1537.70       | 1537.7       |
| M3-M6                | 20        | 100           | 380             | 0.1215                          | 4        | 0.11                 | 0.09           | 0.69                      | 0.69          | 18.29                     | 17.56                                  | PVC 200 | 172.00        | 8.6                        | 0.006        | 0.05                             | 0.90             | 0.0004    | 0.08                     | 0.53            | 110.88          | 1.23            | 4.77                    | 1.02                      | 0.019                       | 10   | 0.02          | 1537.70       | 1518.3       |
| M1                   | 2         | 10            | 390             | 0.1215                          | 4        | 0.05                 | 0.01           | 0.54                      | 0.54          | 3.92                      | 4.02                                   | PVC 200 | 172.00        | 12.0                       | 0.011        | 0.07                             | 1.07             | 0.0007    | 0.09                     | 0.50            | 51.32           | 0.71            | 2.21                    | 0.30                      | 0.006                       | 4    | 0.00          | 1537.70       | 1535.7       |
| M6 T(3-4)            | 10        | 50            | 440             | 0.0608                          | 4        | 0.11                 | 0.05           | 0.40                      | 0.94          | 18.32                     | 18.32                                  | PVC 200 | 172.00        | 10.3                       | 0.008        | 0.06                             | 0.99             | 0.0006    | 0.09                     | 0.79            | 110.96          | 1.38            | 4.78                    | 1.22                      | 0.024                       | 11   | 0.02          | 1535.75       | 1516.2       |
| M7 T(4-11)           | 10        | 50            | 490             | 0.0608                          | 4        | 0.11                 | 0.05           | 0.40                      | 1.34          | 4.07                      | 5.48                                   | PVC 200 | 172.00        | 18.9                       | 0.026        | 0.11                             | 1.35             | 0.0014    | 0.12                     | 1.33            | 52.28           | 0.96            | 2.25                    | 0.49                      | 0.012                       | 17   | 0.02          | 1516.20       | 1510.2       |
| M11                  | 10        | 50            | 540             | 0.0608                          | 4        | 0.11                 | 0.05           | 0.40                      | 0.40          | 19.01                     | 18.45                                  | PVC 200 | 172.00        | 6.9                        | 0.004        | 0.04                             | 0.81             | 0.0003    | 0.07                     | 0.34            | 113.05          | 1.08            | 4.87                    | 0.86                      | 0.015                       | 12   | -0.06         | 1535.71       | 1516.0       |
| M10 T(5-12)          | 10        | 50            | 590             | 0.0608                          | 4        | 0.11                 | 0.05           | 0.40                      | 0.79          | 4.07                      | 5.48                                   | PVC 200 | 172.00        | 13.8                       | 0.015        | 0.08                             | 1.15             | 0.0009    | 0.10                     | 0.68            | 52.28           | 0.78            | 2.25                    | 0.36                      | 0.008                       | 18   | -0.07         | 1516.01       | 1510.0       |
| M9 T(12-18)          | 6         | 30            | 620             | 0.0365                          | 4        | 0.08                 | 0.03           | 0.26                      | 1.05          | 3.50                      | 4.29                                   | PVC 200 | 172.00        | 17.2                       | 0.022        | 0.10                             | 1.29             | 0.0012    | 0.11                     | 1.01            | 48.48           | 0.84            | 2.09                    | 0.38                      | 0.009                       | 26   | -0.06         | 1510.01       | 1506.6       |
| M11-M13              | 12        | 60            | 680             | 0.0729                          | 4        | 0.06                 | 0.06           | 0.41                      | 0.41          | 21.54                     | 21.62                                  | PVC 200 | 172.00        | 6.9                        | 0.003        | 0.04                             | 0.81             | 0.0003    | 0.07                     | 0.36            | 120.32          | 1.15            | 5.18                    | 0.97                      | 0.017                       | 6'   | -0.07         | 1533.60       | 1520.6       |
| M11-M15 T(6-6')      | 8         | 40            | 720             | 0.0486                          | 4        | 0.04                 | 0.04           | 0.28                      | 0.68          | 14.64                     | 15.10                                  | PVC 202 | 174.00        | 10.4                       | 0.007        | 0.06                             | 0.99             | 0.0006    | 0.09                     | 0.72            | 102.30          | 1.24            | 4.30                    | 0.99                      | 0.020                       | 13   | -0.06         | 1520.63       | 1514.4       |
| M10-M14 T(6'-13')    | 10        | 50            | 730             | 0.0608                          | 4        | 0.06                 | 0.05           | 0.35                      | 1.03          | 7.38                      | 8.00                                   | PVC 200 | 172.00        | 13.8                       | 0.015        | 0.08                             | 1.15             | 0.0009    | 0.10                     | 0.92            | 70.43           | 1.05            | 3.03                    | 0.65                      | 0.014                       | 13'  | -0.06         | 1514.00       | 1509.9       |
| M10-M14 T(13'-13')   | 10        | 50            | 780             | 0.0608                          | 4        | 0.05                 | 0.05           | 0.34                      | 1.37          | 2.55                      | 2.65                                   | PVC 200 | 172.00        | 20.6                       | 0.033        | 0.12                             | 1.41             | 0.0016    | 0.12                     | 1.27            | 41.44           | 0.80            | 1.78                    | 0.33                      | 0.008                       | 19   | 0.02          | 1509.51       | 1508.1       |
| M9-M15 T(13'-19')    | 12        | 60            | 840             | 0.0729                          | 4        | 0.08                 | 0.06           | 0.43                      | 1.80          | 3.42                      | 3.49                                   | PVC 200 | 172.00        | 22.4                       | 0.038        | 0.13                             | 1.48             | 0.0018    | 0.13                     | 1.73            | 47.98           | 0.98            | 2.06                    | 0.48                      | 0.012                       | 27   | 0.03          | 1508.10       | 1505.2       |
| M13-M16              | 12        | 60            | 900             | 0.0729                          | 4        | 0.06                 | 0.06           | 0.42                      | 0.42          | 16.64                     | 16.70                                  | PVC 200 | 172.00        | 6.9                        | 0.004        | 0.04                             | 0.81             | 0.0003    | 0.07                     | 0.33            | 111.93          | 1.07            | 4.62                    | 0.84                      | 0.015                       | 14   | 0.01          | 1527.83       | 1513.4       |
| M14-M17 T(7-14)      | 2         | 10            | 910             | 0.0122                          | 4        | 0.02                 | 0.01           | 0.07                      | 0.50          | 17.27                     | 17.27                                  | PVC 200 | 172.00        | 8.6                        | 0.005        | 0.05                             | 0.90             | 0.0004    | 0.08                     | 0.52            | 107.73          | 1.19            | 4.64                    | 0.97                      | 0.018                       | 14'  | 0.02          | 1513.44       | 1510.7       |
| M14-M17 T(14-14')    | 18        | 90            | 1000            | 0.1094                          | 4        | 0.09                 | 0.08           | 0.61                      | 1.11          | 3.16                      | 3.53                                   | PVC 200 | 172.00        | 17.2                       | 0.024        | 0.10                             | 1.29             | 0.0012    | 0.11                     | 0.96            | 46.09           | 0.80            | 1.98                    | 0.35                      | 0.008                       | 20   | 0.02          | 1510.70       | 1507.4       |
| M15-M16 T(14'-20')   | 12        | 60            | 1060            | 0.0729                          | 4        | 0.08                 | 0.06           | 0.43                      | 1.54          | 6.30                      | 6.61                                   | PVC 200 | 172.00        | 17.2                       | 0.024        | 0.10                             | 1.29             | 0.0012    | 0.11                     | 1.36            | 65.08           | 1.12            | 2.80                    | 0.69                      | 0.016                       | 28   | 0.02          | 1507.40       | 1502.0       |
| M18-M17              | 2         | 10            | 1070            | 0.0122                          | 4        | 0.01                 | 0.01           | 0.07                      | 0.07          | 12.99                     | 12.99                                  | PVC 200 | 172.00        | 3.4                        | 0.001        | 0.02                             | 0.57             | 0.0001    | 0.05                     | 0.06            | 93.46           | 0.57            | 4.02                    | 0.30                      | 0.004                       | 15'  | 0.00          | 1512.57       | 1510.7       |
| M17 T(15-15')        | 9         | 45            | 1115            | 0.0547                          | 4        | 0.09                 | 0.04           | 0.36                      | 0.43          | 2.93                      | 3.82                                   | PVC 200 | 172.00        | 12.0                       | 0.010        | 0.07                             | 1.07             | 0.0007    | 0.09                     | 0.44            | 44.36           | 0.61            | 1.91                    | 0.23                      | 0.005                       | 21   | 0.00          | 1510.73       | 1507.7       |
| M16-M19 T(15'-21')   | 12        | 60            | 1175            | 0.0729                          | 4        | 0.08                 | 0.06           | 0.43                      | 0.86          | 5.63                      | 5.93                                   | PVC 200 | 172.00        | 13.8                       | 0.014        | 0.08                             | 1.15             | 0.0009    | 0.10                     |                 |                 |                 |                         |                           |                             |      |               |               |              |

### **3.3 Sistema de alcantarillado pluvial.**

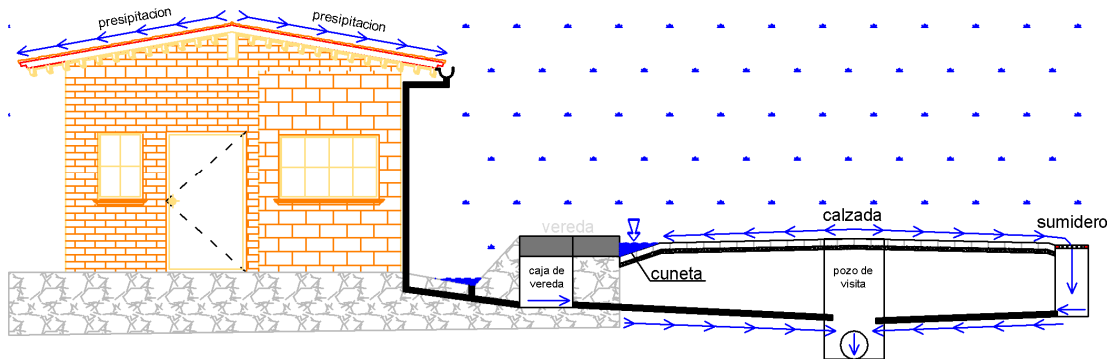
#### **3.3.1 Descripción de la red**

El sistema de alcantarillado pluvial está destinado a la recolección única de las aguas lluvias, el tipo de sistema está ligado a la zona a servirse, para el diseño utilizaremos el nivel 3 especificado en las normas del C.E.C. Para el nivel 3 se utilizará una red de tuberías y colectores, como se describe en la sección 5.2 del Código Ecuatoriano de la Construcción tal como se describe en los siguientes apartados.

Se le denomina drenaje a la forma de desalojo del agua en una cuenca y un sistema de drenaje constituye toda estructura que facilita el escurrimiento y evita el almacenamiento del agua en una zona particular, existen dos tipos de drenaje: el natural, formado por las corrientes superficiales y subterráneas, y el artificial, el cual está integrado por aquellas conducciones construidas por el hombre.

#### **3.3.2 Consideraciones de diseño**

En ocasiones es necesario construir cajas domiciliarias que receptan las aportaciones pluviales que caen en los techos y patios de los domicilios, esto debido a que los terrenos se encuentran en una cota más baja que las vías lo cual produce que el agua quede empozada dentro del predio.



*Figura 3.11: Esquema de drenaje de predios bajo el nivel de la vía.*

Sin embargo habiendo realizado una inspección en el sitio de la obra se puede constatar tal como se observa en las fotografías siguientes que las viviendas se construyen sobre un relleno suficiente para ubicar la cota más baja del predio sobre la cota de la calle desde la que tiene acceso.



*Figura 3.12: Registro fotográfico posición de las casas respecto a las vías.*

Dadas estas condiciones se considera innecesaria la construcción de las cajas en los predios puesto que como se ve en la Figura siguiente el agua dreña de los lotes hacia la cuneta lateral de la calzada que conduce la escorrentía hasta los sumideros en las esquinas.

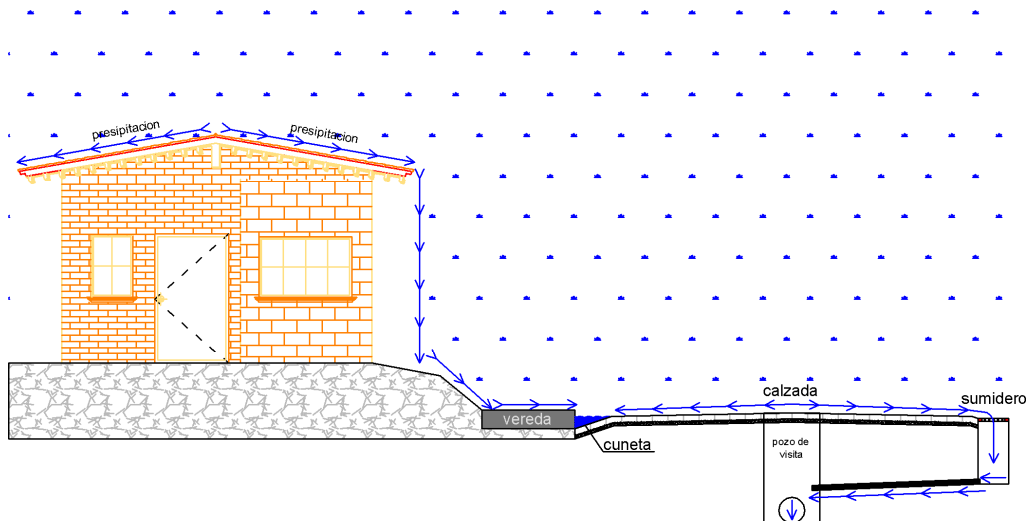


Figura 3.13: Esquema de drenaje de predios sobre el nivel de la vía.

De esta manera la red de recolección de aguas lluvias esta entonces constituido por un sistema de cunetas laterales a las vías las cuales siguen la pendiente de las mismas hasta depositar el agua al sumidero más cercano desde donde es conducida a la descarga por el sistema de tuberías diseñado a continuación.

### 3.3.3 Diseño hidráulico

En el diseño hidráulico de los conductos circulares para la evacuación de aguas lluvias se procede de la misma manera que para la evacuación de aguas servidas como se detalló en el apartado 3.1.3 por consiguiente tanto para flujo en tuberías a sección llena como flujo en tuberías a sección parcialmente llena se recomienda revisar los apartados 3.1.3.1 y 3.1.3.2 de este documento.

### **3.3.4 Dimensionamiento de la sección y profundidad de los conductos**

El dimensionamiento de las secciones de tubería, al igual que en un sistema de alcantarillado sanitario, se basa en la fórmula de Manning que relaciona la pendiente, el coeficiente de rugosidad de la tubería y el radio hidráulico.

Acorde al Código Ecuatoriano de la Construcción el diámetro mínimo a usarse en los colectores para un sistema de alcantarillado pluvial es de 250mm y la velocidad mínima será de 0,9m/s, para caudal máximo instantáneo en cualquier época del año y la velocidad máxima no puede exceder los 9m/s para tuberías de PVC.

La profundidad así como la pendiente de los conductos están definidas en función del diseño realizado, se recomienda que la altura mínima de tierra sobre la clave del conducto sea de 1,20m y la profundidad mínima de los pozos de revisión 1,50m ubicados estratégicamente en todo cambio de pendiente, dirección, sección y para la unión de colectores, la máxima distancia entre pozos de revisión será de 100 m para diámetros menores de 350 mm; 150 m para diámetros comprendidos entre 400 mm y 800 mm; y, 200 m para diámetros mayores que 800 mm. Para todos los diámetros de colectores, los pozos podrán colocarse a distancias mayores, dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, considerando siempre que la longitud máxima de separación entre los pozos no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza.

Siempre que sea posible, las tuberías de la red sanitaria se colocarán en el lado opuesto de la calzada a aquél en el que se ha instalado la tubería de agua potable, o sea, generalmente al sur y al oeste del cruce de los ejes; y, las tuberías de la red pluvial irán al centro de la calzada.

El apartado 3.2.4.1 se detalla paso a paso el proceso de cálculo de los parámetros hidráulicos verificando que cada una de las tuberías cumpla con las condiciones de diseño.

### **3.3.5 Descripción de la hoja de calculo**

Como se explicó anteriormente el cálculo se basa en la ecuación de Manning adoptando diámetros de tubería arbitrarios a cada tramo y variándolos hasta que su comportamiento sea el óptimo en función de parámetros como las velocidades máximas y mínimas y la fuerza tractiva.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de los 10 primeros tramos de la red colectora pluvial para la explicación de la hoja de cálculo.

Tabla 3.13: EJEMPLO DE CALCULO HIDRAULICO ALCANTARILLADO PLUVIAL

Parámetros de diseño:

|   |   |               |
|---|---|---------------|
| A | Intensidad de lluvia en =                       | 120,51 [mm/h] |
| C | Coefficiente de escorrentía =                   | 0,50          |
| D | Coefficiente de rugosidad de la tubería “n” =   | 0,011         |
| E | Coefficiente de pérdida de carga en los pozos = | 0,250         |

| DATOS DEL TRAMO |            |              | Area (Ha) |                | DETERMINACION DE CAUDALES (l/s) |         | Pendiente (%) | Pendiente del terreno (%) | Material y Diámetro de la tubería (mm) |                  | Cálculo y (mm) | Relación q/Q | Relación y/D | Parámetros hidráulicos del flujo |              |                 | Capacidad de flujo (l/s) |                 | Velocidad (m/s) |       | Fuerza Tractiva (Kgm2) | Pérdida de carga pozo (m) | Salto mínimo en el pozo (m) |               | Cotas terreno |               | Cotas proyecto |            | Cortes    |  |
|-----------------|------------|--------------|-----------|----------------|---------------------------------|---------|---------------|---------------------------|--|------------------|----------------|--------------|--------------|----------------------------------|--------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|------------|-----------|--|
| Pozo Arriba     | Pozo Abajo | Longitud (m) | Aportante | Caudal parcial | Caudal de diseño                | Nominal |               |                           | Interior                               | Ang. Cent. (Rad) |                |              |              | Area (m2)                        | Per. Moj (m) | Sección Parcial | Sección Llena            | Sección Parcial | Sección Llena   | Pozo  |                        |                           | Salto                       | Arriba (msnm) | Abajo (msnm)  | Arriba (msnm) | Abajo (msnm)   | Arriba (m) | Abajo (m) |  |
| 1               | 2          | 50.00        | 0.3945    | 66.024         | 66.02                           | 3.81    | 4.15          | PVC 250                   | 227.30                                 | 129.6            | 0.621          | 0.57         | 3.42         | 0.0239                           | 0.39         | 65.98           | 106.38                   | 2.76            | 2.62            | 2.34  | 0.097                  | 1                         | 0.00                        | 1522.260      | 1520.187      | 1520.260      | 1518.387       | 2.00       | 1.80      |  |
| 2               | 3          | 50.00        | 0.7016    | 117.430        | 183.45                          | 1.64    | 2.41          | PVC 400                   | 361.20                                 | 234.8            | 0.765          | 0.65         | 3.75         | 0.0705                           | 0.68         | 181.39          | 239.83                   | 2.57            | 2.34            | 1.70  | 0.084                  | 2                         | 0.19                        | 1520.187      | 1518.982      | 1518.187      | 1517.382       | 2.00       | 1.60      |  |
| 3               | 4          | 53.58        | 0.6991    | 117.012        | 300.47                          | 5.12    | 5.60          | PVC 400                   | 361.20                                 | 223.9            | 0.708          | 0.62         | 3.63         | 0.0667                           | 0.65         | 299.52          | 424.30                   | 4.49            | 4.14            | 5.22  | 0.257                  | 3                         | 0.25                        | 1518.982      | 1515.979      | 1517.082      | 1514.379       | 1.90       | 1.60      |  |
| 4               | 5          | 53.42        | 0.6811    | 113.999        | 414.47                          | 3.55    | 3.50          | PVC 475                   | 450.00                                 | 261.0            | 0.653          | 0.58         | 3.46         | 0.0957                           | 0.78         | 404.66          | 634.85                   | 4.23            | 3.99            | 4.36  | 0.228                  | 4                         | 0.27                        | 1515.979      | 1514.111      | 1513.979      | 1512.111       | 2.00       | 2.00      |  |
| 5               | 6          | 50.00        | 0.6023    | 100.810        | 515.28                          | 0.58    | 1.17          | PVC 640                   | 615.00                                 | 442.8            | 0.875          | 0.72         | 4.05         | 0.2290                           | 1.25         | 511.08          | 588.84                   | 2.23            | 1.98            | 1.06  | 0.063                  | 5                         | 0.25                        | 1514.111      | 1513.527      | 1511.611      | 1511.327       | 2.50       | 2.20      |  |
| 6               | 7          | 51.16        | 0.4163    | 69.678         | 584.95                          | 1.37    | 2.52          | PVC 640                   | 615.00                                 | 356.7            | 0.645          | 0.58         | 3.46         | 0.1787                           | 1.06         | 578.27          | 907.21                   | 3.24            | 3.05            | 2.30  | 0.133                  | 6                         | 0.05                        | 1513.527      | 1512.237      | 1511.027      | 1510.337       | 2.50       | 1.90      |  |
| 7               | 8          | 12.92        | 0.1546    | 25.876         | 610.83                          | 8.75    | 14.40         | PVC 640                   | 615.00                                 | 215.3            | 0.266          | 0.35         | 2.53         | 0.0927                           | 0.78         | 602.92          | 2293.14                  | 6.51            | 7.72            | 10.42 | 0.539                  | 7                         | 0.40                        | 1512.237      | 1510.376      | 1509.737      | 1508.676       | 2.50       | 1.70      |  |
| 8               | 13         | 96.90        | 0.0000    | 0.000          | 610.83                          | 3.12    | 3.40          | PVC 640                   | 615.00                                 | 282.9            | 0.447          | 0.46         | 2.98         | 0.1334                           | 0.92         | 592.26          | 1368.01                  | 4.44            | 4.61            | 4.53  | 0.251                  | 8                         | 0.32                        | 1510.376      | 1507.082      | 1508.376      | 1505.382       | 2.00       | 1.70      |  |
| 9               | 10         | 52.34        | 0.7332    | 122.719        | 122.72                          | 5.52    | 3.72          | PVC 250                   | 227.30                                 | 177.3            | 0.958          | 0.78         | 4.33         | 0.0340                           | 0.49         | 122.01          | 128.10                   | 3.59            | 3.16            | 3.81  | 0.164                  | 9                         | 0.00                        | 1512.022      | 1510.077      | 1510.522      | 1507.677       | 1.50       | 2.40      |  |
| 10              | 11         | 53.50        | 0.6495    | 108.710        | 231.43                          | 2.13    | 3.59          | PVC 400                   | 361.20                                 | 252.8            | 0.847          | 0.70         | 3.96         | 0.0766                           | 0.72         | 228.83          | 273.33                   | 2.99            | 2.67            | 2.27  | 0.114                  | 10                        | 0.19                        | 1510.077      | 1508.157      | 1507.477      | 1506.357       | 2.60       | 1.80      |  |



## EXPLICACIÓN DE SELDAS NUMERADAS

✓ Columna 1

Pozo inicial del tramo = (1)

✓ Columna 2

Pozo final del tramo = (2)

✓ Columna 3

Longitud del tramo = (50)

✓ Columna 4

Área de la cuenca aportante en Ha = (3.945)

✓ Columna 5

Caudal parcial de aguas pluviales:

$$\text{Columna 5} = C * A * \text{Columna 4} / 0,36 = 66,024\text{L/s}$$

✓ Columna 6

Caudal pluvial acumulado:

Es el caudal del tramo más los caudales que aportan al tramo, por ser un tramo inicial el caudal es el mismo:

$$Q \text{ diseño} = 66,02$$

✓ Columna 7

Pendiente del proyecto =  $(\text{Columna 27} - \text{Columna 28}) / \text{Columna 3} * 100 = 3,81\%$

✓ Columna 8

Pendiente del terreno =  $(\text{Columna 32} - \text{Columna 33}) / \text{Columna 3} * 100 = 4,15\%$

✓ Columna 9

Material y diámetro nominal de la tubería a utilizar en el tramo

PVC 250mm

✓ Columna 10

Diámetro interior de la tubería = 227,30mm

✓ Columna 11

Calado  $\gamma = \text{Columna 13} * \text{Columna 10} = 129,6$

✓ Columna 12

Relación  $q/Q = \text{Columna 6} / \text{Columna 18} = 0,621$

✓ Columna 13

Relación  $\gamma/D =$  Valor obtenido a partir de la relación  $q/Q$ , en apartado 3.1.3.2 de la Tabla 3.10: relaciones calado velocidad y caudales para coeficiente de rugosidad constante y variable

Relación  $\gamma/D = 0,57$

✓ Columna 14

Angulo central (Tub parcialmente llena) =  $2 * \cos^{-1} (1 - 2 * \text{Columna 13}) = 3,42 \text{ Rad}$

✓ Columna 15

$$\text{Área}_{\text{mojada}} = \frac{\left(\frac{\text{Col14}}{8} * \text{Col10}^2\right) - \left(\text{Col10} * \text{sen}\left(\frac{\text{Col14}}{2}\right)\right) * \left(\frac{\text{Col10} - 2 * \text{Col11}}{4}\right)}{1.000.000}$$

$$\text{Área}_{\text{mojada}} = 0,0239$$

✓ Columna 16

Perímetro mojado =  $\text{Columna 10} * \text{Columna 14} / 2.000 = 0,39$

✓ Columna 17

Capacidad de flujo a sección parcial

$$= 1.000 * \text{Columna 15}^{1,6667} * (\text{Columna 7}/100)^{0,5} / D / \text{Columna 16}^{0,6667} = 65,98 \text{ L/s}$$

✓ Columna 18

Capacidad de flujo a sección llena

$$= \pi * (\text{Columna 10} / 1.000)^2 / 4 * \text{Columna 20} * 1.000 = 106,38 \text{ L/s}$$

✓ Columna 19

Velocidad a sección parcial

$$V_{sp} = \text{Columna 17} / 1.000 / \text{Columna 15} = 2,76 \text{ m/s}$$

✓ Columna 20

Velocidad a sección llena

$$V_{sl} = \frac{1}{D} * \left( \frac{\text{Columna 10}}{4 * 1.000} \right)^{\frac{2}{3}} * \left( \frac{\text{Columna 7}}{100} \right)^{\frac{1}{2}} = 2,62 \text{ m / s}$$

✓ Columna 21

Según la EPA, la fuerza tractiva mínima para tuberías de PVC es 0,15 Kg/m<sup>2</sup>

$$\text{Fuerza tractiva} = 1000 * \text{Columna 15} / \text{Columna 16} * \text{Columna 7} / 100$$

$$\text{Fuerza tractiva} = 2,34 \text{ Kg/m}^2 > 0,15 \text{ Kg/m}^2 \rightarrow \text{OK}$$

✓ Columna 22

$$\text{Perdida de carga en los pozos} = E * \text{Columna 19}^2 / 19,62 = 0,097 \text{ m}$$

✓ Columna 23

Pozo en el que se colocará el salto = 1

✓ Columna 24

Salto mínimo en el pozo, si el valor resulta igual o menor a cero, no es necesario salto en el pozo, si es un pozo de cabecera de tramo tampoco consideramos salto.

$$\text{Salto} = \text{Columna 22} + (\text{Columna 11} - \text{Columna 11}_{(\text{tramo ant})}) / 1.000$$

Salto = 0,00 m (cabeza de tramo)

✓ Columna 25

Cota de la rasante proyectada tramo arriba, tomada de la topografía final.

Cota del terreno<sub>(arriba)</sub> = 1.522,260 msnm

✓ Columna 26

Cotas de la rasante proyectada tramo abajo, tomada de la topografía final.

Cota del terreno<sub>(abajo)</sub> = 1.520,187 msnm

✓ Columna 27

Cota de fondo del pozo tramo arriba.

Cota del proyecto<sub>(arriba)</sub> = Columna 25 – Columna 29 = 1.520,260 msnm

✓ Columna 28

Cota de fondo del pozo tramo abajo.

Cota del proyecto<sub>(abajo)</sub> = Columna 26 – Columna 30 = 1.518,387 msnm

✓ Columna 29

Corte tramo arriba.

Corte<sub>(arriba)</sub> = 2,00 m

✓ Columna 30

Corte tramo abajo.

Corte<sub>(abajo)</sub> = 1,80 m



## CAPÍTULO IV

### Tratamiento de Aguas Residuales

---

#### 4.1. Generalidades

Debido a la Población a servir y las condiciones que presenta la urbanización Marcial Oña se decidió realizar un tratamiento de tipo primario para la evacuación de las aguas residuales utilizando la implementación de un sedimentador y un filtro primario.

Siempre que un líquido que contenga sólidos en suspensión se encuentre en estado de relativo reposo, los sólidos de peso específico superior al del líquido tenderán a depositarse en el fondo, y los de menor peso específico a ascender.

Estos principios básicos se emplean para el análisis y diseño de los tanques de sedimentación utilizados en el tratamiento de aguas residuales. La finalidad del tratamiento por sedimentación es eliminar los sólidos fácilmente sedimentables y del material flotante y, por lo tanto, reducir el contenido de sólidos en suspensión en el agua tratada.

Los tanques de sedimentación primaria contribuyen de manera importante al tratamiento del agua residual. Cuando se utilizan como único medio de tratamiento, su objetivo principal es la eliminación de:

- 1.- Sólidos sedimentables capaces de formar depósitos de fango en las aguas receptoras.
- 2.- Aceite libre, grasas y otras materias flotantes.
- 3.- Parte de la carga orgánica vertida a las aguas receptoras.

Cuando los tanques se emplean como paso previo de tratamientos biológicos, el cual es el caso del proyecto, su función es la reducción de la carga afluente a los reactores biológicos. Los tanques de sedimentación primaria dimensionados y operados de manera eficiente pueden eliminar entre el 50 y 70 % de los sólidos suspendidos y entre el 25 y 40 % de la  $\text{DBO}_5$  el cual combinado con el filtro anaerobio reduce alrededor del 80% del mismo.

Los tanques de sedimentación primaria que preceden a los procesos de tratamiento biológico, pueden diseñarse de forma que sus tiempos de retención hidráulica sean menores y tengan una carga de superficie más alta que los que se utilizan como único medio de tratamiento, excepto cuando el lodo activado en exceso se envíe a los tanques de sedimentación primaria para su mezcla con el lodo primario.

Si todos los sólidos presentes en el agua residual fueran partículas discretas de tamaño, densidad, peso específico y forma uniforme, la eficiencia de eliminación de estos sólidos dependería solamente del área superficial del tanque y del tiempo de retención. En tal caso, suponiendo que las velocidades de circulación horizontales se mantuvieran por debajo de las de arrastre, la profundidad del tanque tendría poca importancia. Sin



embargo, en la realidad, los sólidos de la mayoría de las aguas residuales no presentan características regulares debido a su naturaleza heterogénea. A continuación se describen los parámetros más importantes involucrados en el diseño del sedimentador primario que se diseñó.

#### 4.1.1. Remoción de DBO y SST

La Figura 4.1 se obtuvo a partir de observaciones realizadas a sedimentadores en funcionamiento, y en ella se presenta información útil acerca de la eficiencia en la remoción de DBO y SST en tanques de sedimentación primaria, como función de la concentración del afluente y el tiempo de retención.

La familia de curvas en la Figura 4.1 puede modelarse matemáticamente como una hipérbola regular usando la siguiente expresión:

$$R = \frac{t}{a + bt}$$

Dónde:

R = porcentaje de remoción de DBO o SST esperado, %

t = tiempo nominal de retención, h

a, b = constantes empíricas

De acuerdo a Crites y Tchobanoglous (2.000), las constantes a y b pueden tomar los siguientes valores a 20°C (Tabla 4.1):

Tabla 4.1: Valores de las constantes empíricas a y b.  
(Crites y Tchobanoglous, 2000.)

| Variable | a     | b    |
|----------|-------|------|
| DBO      | 0,01  | 0,02 |
| SST      | 0,007 | 0,01 |

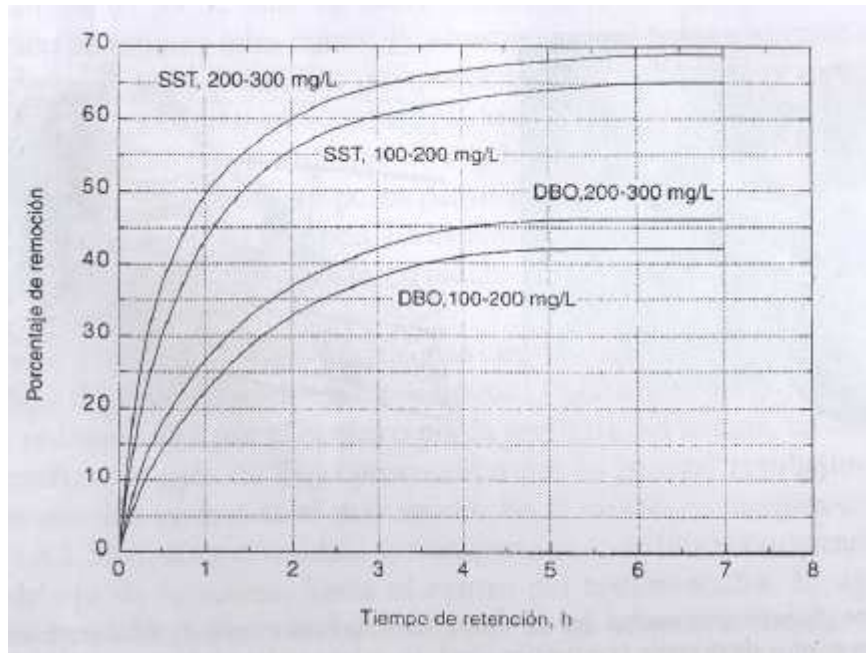


Figura 4.1: Remoción de DBO y SST en tanques de sedimentación primaria.  
(Metcalf & Eddy, 1.996)

#### 4.1.2. Tiempo de retención

Por lo general, los tanques de sedimentación primaria se proyectan para proporcionar un tiempo de retención entre 1,5 a 2,5 horas para el caudal medio del agua residual. Los tanques que proporcionan tiempos de retención menores (0,5 a 1hr), con menor eliminación de sólidos suspendidos, se usan en ocasiones como tratamiento primario previo a las unidades de tratamiento biológico.

En el análisis y diseño de tanques de sedimentación primaria, los efectos de la temperatura no suelen requerir atención especial. Sin embargo, en zonas de climas fríos, los incrementos de la viscosidad del agua producidos por las bajas temperaturas pueden retardar la sedimentación de las partículas y, consecuentemente, reducir la eficiencia del proceso de separación de sólidos cuando las temperaturas bajen de los 10°C. En este caso, la temperatura promedio de El Chaco ronda por los 20°C, por lo que el tiempo de retención no se verá afectado por este factor.

#### **4.1.3. Cargas de superficie**

Los tanques de sedimentación se suelen dimensionar en función de la carga de superficie, expresada en  $\text{m}^3/\text{m}^2$ . La adopción de una carga de superficie adecuada depende del tipo de suspensión que se deba sedimentar. La Tabla 4.2 presenta información típica para el diseño de tanques de sedimentación primaria.

Los efectos de la carga de superficie y del tiempo de retención sobre la eliminación de sólidos suspendidos varían ampliamente en función de las características del agua residual, de la proporción de sólidos sedimentables y de la concentración de sólidos, principalmente. Es conveniente poner especial atención en el hecho de que las cargas de superficie deben ser lo suficientemente reducidas como para asegurar el rendimiento de las instalaciones en condiciones de caudal punta.

Tabla 4.2 Información típica para el diseño de tanques de sedimentación primaria (Metcalf & Eddy, 1.996).

| CARACTERÍSTICAS  | INTERVALO | TÍPICO |
|--|-----------|--------|
| <b>Sedimentación primaria seguida de tratamiento secundario</b>        |           |        |
| Tiempo de retención, h   | 1,5 - 2,5 | 2      |
| <b>Carga de superficie, m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>*día</b>            |           |        |
| A caudal medio   | 30 - 50   | 40     |
| A caudal punta   | 80 - 120  | 100    |
| Carga sobre vertedero, m <sup>3</sup> /m*día                           | 125 - 500 | 250    |
| <b>Sedimentación primaria con adición del lodo activado en exceso:</b> |           |        |
| Tiempo de retención, h   | 1,5 - 2,5 | 2      |
| <b>Carga de superficie, m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>*día</b>            |           |        |
| A caudal medio   | 24 - 32   | 28     |
| A caudal punta   | 48 - 70   | 60     |
| Carga sobre vertedero, m <sup>3</sup> /m*día                           | 125 - 500 | 250    |

#### 4.1.4. Velocidad de arrastre

La velocidad de arrastre es importante en las operaciones de sedimentación. Las fuerzas actuantes sobre las partículas sedimentadas son causadas por la fricción del agua que fluye sobre las mismas. En los tanques de sedimentación, las velocidades horizontales se deben mantener a niveles bajos, de modo que las partículas no sean arrastradas desde el fondo del tanque. La velocidad crítica viene dada por la siguiente ecuación desarrollada por Camp, a partir de estudios realizados por Shields (1.936):

$$V_H = \left( \frac{8k(s-1)gd}{f} \right)^{1/2}$$

Dónde:

$V_H$  = velocidad horizontal mínima a la cual se inicia el arrastre de partículas.

$k$  = constante que depende del tipo de material arrastrado.

$s$  = peso específico de las partículas.

$g$  = aceleración de la gravedad.

$d$  = diámetro de las partículas.

$f$  = factor de fricción de Darcy-Weisbach.

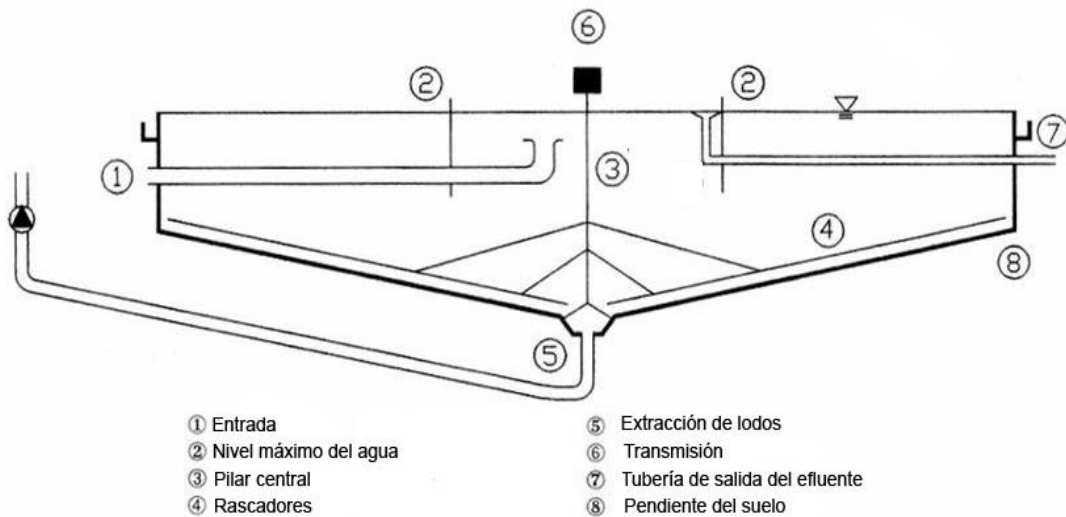
Los valores más comunes de  $k$  son 0,04 para arena unigranular, 0.06 para materia más agregada. El factor de Darcy-Weisbach depende de las características de la superficie sobre la que tiene lugar el flujo y del número de Reynolds, sus valores típicos están entre 0,02 y 0,03. Tanto  $k$  y  $f$ , son constantes adimensionales.

#### **4.1.5. Tipos de tanques de sedimentación primaria**

La mayoría de las plantas de tratamiento utilizan tanques de sedimentación de diseño normalizado, rectangulares o circulares (Figura 4.2), con dispositivos mecánicos para la recolección y desalojo de lodos.

El flujo horizontal predomina en los sedimentadores horizontales, a diferencia del flujo radial que ocurre en sedimentadores circulares. Los sedimentadores rectangulares (Figura 4.3).

Cuentan con barredores con cadenas o puentes móviles, para la recolección de lodos sedimentados.



*Figura 4.2 Tanque de sedimentación primaria circular (Horan, 2003)*

En los sedimentadores rectangulares, la distribución del caudal es crítica, por lo que se requiere emplear alguno de los siguientes diseños:

- 1.- Canales que ocupan la totalidad del ancho del sedimentador, con vertederos de entrada.
- 2.- canales de entrada con orificios sumergidos.
- 3.- canales de entrada con compuertas grandes y deflectores.

Los deflectores ubicados en la entrada se utilizan para reducir las altas velocidades de ingreso y para distribuir el flujo a lo largo de la mayor sección transversal posible.

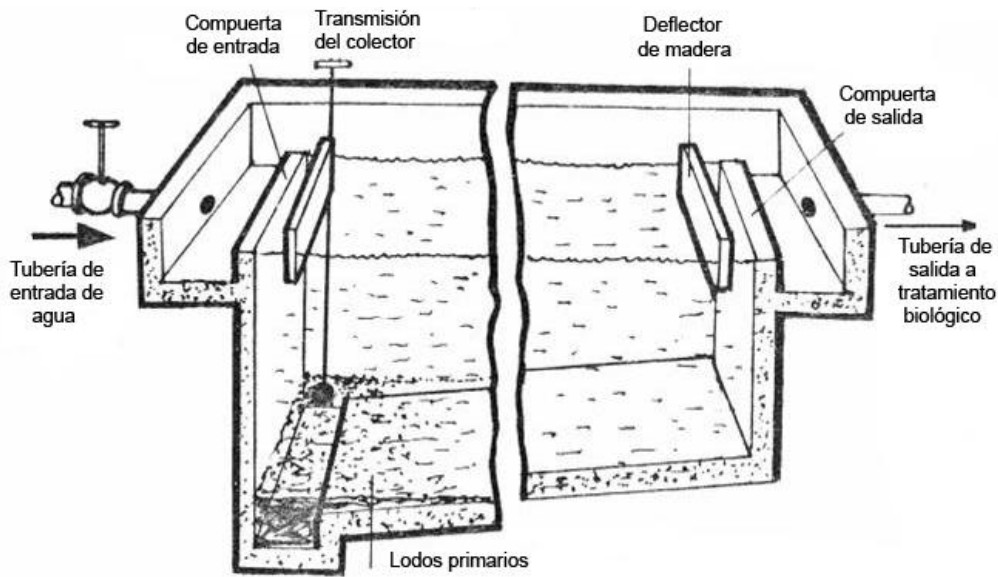


Figura 4.3 Tanque de sedimentación primaria rectangular (Horan, 2003)

Las espumas que se generan en los tanques de sedimentación son recolectadas por medio de desnatadores que se mueven sobre la superficie del líquido. En instalaciones donde la cantidad de espuma es considerable, los pozos para espuma están equipados con agitadores que promueven una mezcla homogénea antes del bombeo

La Tabla 4.3 muestra dimensiones y algunos otros datos típicos de los tanques de sedimentación primaria rectangulares.

Tabla 4.3 Información típica para el diseño de un sedimentador primario rectangular. (Metcalf & Eddy, 1996)

| ELEMENTO                           | INTERVALO | TÍPICO |
|------------------------------------|-----------|--------|
| Profundidad, m                     | 3 -4,5    | 3,6    |
| Longitud, m                        | 15-90     | 25-40  |
| Anchura, m                         | 3-25      | 5-10   |
| Velocidad de los rascadores, m/min | 0,6-1,2   | 0,9    |

#### 4.2. Diseño del sedimentador.

En este proyecto se diseñará un tanque de sedimentación primario de forma rectangular, cuyo diseño se describe a continuación.

Para el diseño de la planta de tratamiento se consideró como valor del Caudal de diseño (Qd), al caudal máximo diario (QMD) calculado en el CAPITULO 2, a continuación en la tabla 4.4 se muestran los parámetros para el diseño.

*Tabla 4.4 Parámetros de diseño urbanización Marcial Oña.*

| Parámetros dimensionamiento Barrio Marcial Oña |                                    |         |
|--|------------------------------------|---------|
| Descripción                                    | Unidades                           | Valores |
| Población Futura                               | hab                                | 1.555   |
| Dotación                                       | lt.Hab/día                         | 150     |
| Tiempo de retención                            | horas                              | 1,8     |
| Carga Superficial                              | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> dia | 40      |
| Caudal a tratar                                | lt/s                               | 4,158   |

✓ Caudal de diseño Qd (m<sup>3</sup>/hora)

Qd = Caudal de diseño

Qs = Carga de diseño = 1 m<sup>3</sup> / (m<sup>2</sup>\*hora)

As = Área del sedimentador

$$Qd = QMD + 10\%$$



$$Qd = 3,78 \frac{\text{lt}}{\text{s}} + 0,378 \frac{\text{lt}}{\text{s}}$$

$$Qd = 4,158 \frac{\text{lt}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}} \times \frac{86.400 \text{ s}}{1 \text{ dia}}$$

$$Qd = 359,251 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

$$As = \frac{Qd}{Cs}$$

$$As = \frac{359,251 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \times \text{dia}}}$$

$$As = 8,98 \text{ m}^2$$

$$As = BL$$

Se asume un valor **b** previamente en este caso 2.0 m

$$b = 2,0$$

$$L = \frac{8,98 \text{ m}^2}{2,0 \text{ m}}$$

$$L = 4,49 \text{ m}$$

Dónde: L adoptado es de 4,50 m

Proponiendo una profundidad de 3 metros, se calcula el volumen del tanque:

$$Vol. = 2,0 m \times 4,5 m \times 3 m = 27 m^3$$

Por motivos de construcción mantenemos el mismo volumen pero disminuimos la altura de 3.0m a 2.6m, por lo tanto,

$$B = 2,30 m$$

$$L = 4,50 m$$

$$H = 2,60 m$$

En este caso se ha optado por hacer dos cámaras de sedimentación.

La nueva carga superficial será:

$$Cs = \frac{Qd}{As} = \frac{359,251}{2,3 * 4,5} = 34,71 m^3/m^2 día$$

El tiempo de retención será:

$$Tr = \frac{Vol}{Qd} = \frac{27}{359,251} = 1,8 horas$$

Se puede calcular la velocidad de arrastre usando los siguientes valores:

|                                     |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| Constante de cohesión               | $k = 0,05$                |
| Gravedad específica                 | $s = 1,25$                |
| Aceleración de la gravedad          | $g = 9,806 \text{ m/s}^2$ |
| Diámetro de partículas              | $d = 100 \mu\text{m}$     |
| Factor de fricción Darcy - Weisbach | $f = 0,025$               |

$$V_H = \left( \frac{8k(s-1) * gd}{f} \right)^{1/2}$$

$$V_H = \left( \frac{8 * 0,05(1,25 - 1) * 9,806 * 100E - 6}{0,025} \right)^{1/2} = 0,063 \text{ m/s}$$

Esta velocidad de arrastre calculada se compara con la velocidad horizontal, la cual es igual al caudal dividido entre la sección de flujo, la cual es de 3 m por 3,6 m, entonces:

$$V_H = \frac{Q}{A_x} = \frac{359,251}{3 * 4,5} = 0,000307 \text{ m/s}$$

La velocidad horizontal, es considerablemente menor que la velocidad de arrastre. Por lo tanto, el material sedimentado no será re suspendido.

Con la ecuación de remoción de DBO, SST y los valores de las

constantes empíricas de la Tabla 4.1, se pueden calcular las tasas de remoción de DBO y SST.

$$\text{Remoción de DBO} = \frac{t}{a + bt} = \frac{1,8}{0,018 + (0,02 * 1,8)} = 33,33\%$$

$$\text{Remoción de SST} = \frac{t}{a + bt} = \frac{1,8}{0,0075 + (0,014 * 1,8)} = 55,05\%$$

### 4.3. Cálculo del filtro anaerobio

El filtro anaerobio se diseñó teniendo en cuenta el parámetro volumen per cápita de filtro.

Vf = Volumen del filtro (m<sup>3</sup>)

P = población (Hab) Vp = Volumen per cápita de filtro (m<sup>3</sup>/hab)

C = Coeficiente de mayoración de volumen

hf = Altura del filtro (m)

hc = Perdida de cabeza (m)

hs = Altura del sobrenadante (m)

h1= Altura capa de Arena (m)

h2= Altura capa de Gravilla (m)

h3= Altura capa de Grava (m)

Lf = Largo del filtro (m)

af = Ancho del filtro (m)

Cálculo del Volumen del filtro (Vf).

$$V_f = P * V_p * C$$

Dónde:

$$P = 1.550 \text{ hab}$$

$$V_p = 0,017 \text{ m}^3/\text{hab}$$

$$C = 20\%$$

$$V_f = 1.550 \text{ hab} * 0,017 \frac{\text{m}^3}{\text{hab}} * 1,2$$

$$V_f = 31,62 \text{ m}^3$$

Altura del filtro ( $h_f$ )

$$h_c = 0,1 \text{ m} \text{ Por el paso del líquido por la intersección del filtro}$$

$$h_s = 0,1 \text{ m} \text{ Por sobrenadante}$$

$$h = 2,0 \text{ m}$$

$$h_f = h - h_c - h_s$$

$$h_f = 2 - 0,10 - 0,10$$

$$h_f = 1,8 \text{ m}$$

$$L_f = \frac{V_f}{a_f * h_f}$$

$$L_f = \frac{31,62 \text{ m}^3}{4,5 \text{ m} * 1,8 \text{ m}}$$

$$L_f = \frac{31,62m^3}{4,5m * 1,8m}$$

$$L_f = 3,90m$$

#### **4.4. Operación y mantenimiento.**

##### **a) ZONA DE SEDIMENTADOR.**

Toda la superficie de agua del sedimentador debe estar libre de la presencia de sólidos flotantes, espumas y materiales asociados a las aguas residuales, así como de material adherido a las paredes de concreto y superficies metálicas con el cual los sólidos están en contacto.

El material tiende a acumularse rápidamente sobre la superficie del tanque y debe ser removido con el propósito de no afectar la calidad de los efluentes, por lo que ésta actividad deber recibir una atención diaria retirando todo el materia existente en la superficie de agua del sedimentador. La recolección del material flotante se efectúa con un desarenador.

Las estructuras de entrada y salida deben limpiarse periódicamente, así mismo los canales de alimentación de agua residual deben limpiarse una vez concluida la maniobra de cambio de alimentación con el propósito de impedir la proliferación de insectos o la emanación de malos olores. Semanalmente o cuando las circunstancias lo requieran, los sólidos depositados en las paredes del sedimentador deben ser retirados inmediatamente. La grasa y los sólidos acumulados en las paredes a la altura de la línea de agua deben ser removidos.

#### b) ZONA DE VENTILACION.

La zona de ventilación debe encontrarse libre de natas o de sólidos flotantes, que hayan sido acarreados a la superficie por burbujas de gas. Para hundirlas de nuevo, es conveniente el riego con agua a presión, sino se lo logra esto, es mejor retirarlas y enterrarlas inmediatamente. Esta actividad debe realizarse mensualmente.

Generalmente se ayuda a corregir la presencia de espuma, usando cal hidratada, la cual se agrega por las áreas de ventilación. Conviene agregar una suspensión de cal a razón aproximada de 5kg. Por cada 1.000 habitantes, en este caso es de 8,325 se asume 9 Kg de cal.

#### c) EVACUACIÓN DE LODOS.

Es importante determinar constantemente el nivel de lodos para programar su drenaje en el momento oportuno, cuando menos una vez al mes, debe determinarse el nivel al que llegan los lodos en su comportamiento.

Para conocer el nivel de lodos se usa una sonda. La que hace descender cuidadosamente a través de la zona de ventilación de gases, hasta que se aprecie que lamina de las sonda toca sobre la capa de los lodos.

Los lodos se extraen de la cámara mediante la bomba de un vehículo especial para el vaciado de pozos sépticos a través de la tubería de limpieza.

## **CAPÍTULO V**

### **Impacto Ambiental**

---

#### **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA DE LA URB. MARCIAL OÑA**

##### **5.1. ANTECEDENTES**

El presente informe corresponde al Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y Pluvial de la Urbanización Marcial Oña en el cantón El Chaco, es de especial importancia tener presente las medidas adecuadas para que los impactos negativos de la obra en el medio ambiente y en la población sean lo menores posibles implementando medidas de prevención en las condiciones actuales de vida, por este motivo, cualquier obra que se ejecute en la zona, debe intentar dañar lo menos posible el ambiente durante el periodo de tiempo en el que se está ejecutando, evitar un perjuicio para la vida humana animal y vegetal durante la vida útil de la obra, y minimizar el impacto visual con la construcción, dando el beneficio a los pobladores.

El propósito principal del Estudio de Impacto Ambiental es el de revisar los aspectos de las diferentes fases del proyecto que deban enmarcarse dentro de las normas legales ambientales vigentes.

Este informe establece los objetivos generales y específicos del estudio ambiental sobre los cuales se han elaborado el diagnóstico y la evaluación



de los potenciales impactos de la obra en las etapas de construcción, operación y mantenimiento.

La meta de este estudio es determinar los impactos negativos y positivos como causa de la implementación del proyecto e integrar acciones de prevención de impactos negativos en todo el diseño del proyecto minimizando así la necesidad posterior de numerosas medidas mitigadoras. Además se describe el Marco Legal, que norma la relación con este proyecto, y, constituye el marco de referencia que define la calidad ambiental a mantenerse en el área de influencia del proyecto.

## **5.2. OBJETIVOS ALCANCE DE LOS ESTUDIOS:**

### **5.2.1 Objetivos generales**

- Identificar y analizar los Impactos Ambientales directos e indirectos más significativos, que puedan resultar como consecuencia de la Construcción del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la urbanización Marcial Oña.
- Evaluar y formular propuestas para la mitigación, remediación de los efectos que producirían las diferentes fases del proyecto.

### **5.2.2 Objetivos específicos**

- Definir una línea de base ambiental que describan los factores bióticos, físicos y socio económicos, que actúan en la zona del proyecto.
- Revisar el marco Legal, cualquier reglamento y norma establecida en el Ecuador que esté relacionada con el Medio ambiente.

- Identificar los impactos ambientales, para lo cual se identificarán las acciones que se ejecutarán para Construcción del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado y así relacionarla con los impactos ambientales que estas acciones ocasionarán en el ambiente del proyecto.
- En el Plan de Manejo ambiental se identificarán las medidas preventivas, correctivas, mitigantes y compensatorias para reducir el impacto ambiental que ocasiona la implementación del proyecto.

Los datos con los que se trabaja en esta etapa de los estudios ambientales, se basan en la recopilación de información básica existente acerca de: el área de influencia del proyecto, evaluación del sistema existente y bases de diseño consideradas por el consultor.

El estudio, procura que el sistema sirva para la totalidad de los habitantes de la población, identificar todas las áreas susceptibles de impactos y riesgos, considerando el conjunto de factores físicos, sociales, culturales en relación con el individuo y la comunidad.

### **5.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA EN ESTUDIO**

#### **5.3.1. Localización del proyecto**

El cantón El Chaco, posee una superficie 3,528.50 Km<sup>2</sup>, se encuentra ubicado al norte de la provincia de Napo a unos 120 Km de Quito y está delimitado: al norte por la provincia de Sucumbíos cantón Gonzalo Pizarro, al Sur por los cantones Quijos y Loreto, al Este con la provincia Francisco de Orellana; y al Oeste con el cantón Cayambe de la provincia de Pichincha.

La división política de El Chaco, está constituido por las siguientes parroquias: Gonzalo Díaz de Pineda, Linares, Santa Rosa, Oyacachi, Sardinas El Chaco como cabecera cantonal.

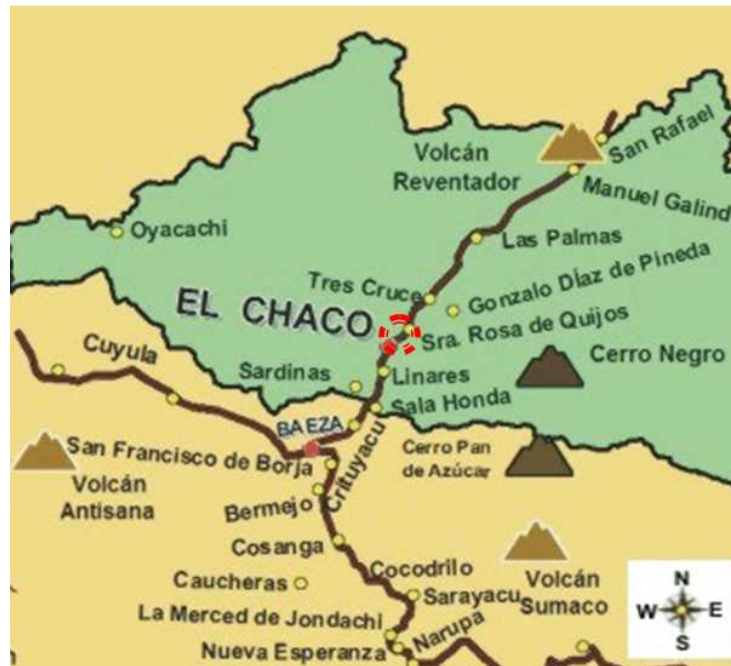


Figura 5.1: Distribución política del Cantón El Chaco.

La Urbanización “Marcial Oña” se encuentra ubicada al sur-oeste de la ciudad de Santa Rosa; al lado izquierdo de la vía Quito-Lago Agrio.

Según escrituras, la urbanización tiene los siguientes linderos y mensuras:

**NORTE:** con la quebrada sin nombre en 259,81m y la propiedad del Sr. Klaus Amen en 176,75m.

**SUR:** con la vía de acceso a Cusumbe en 263,78m.

**ESTE:** con la vía Chaco-Lago Agrio en 650,42m.

**OESTE:** con la propiedad del Sr. Klaus Amen en 658,42m.

La superficie total del terreno según escrituras es de 20,00 hectáreas y el área a urbanizar son aproximadamente 12 hectáreas.



Figura 5.2: Plano Urb. Marcial Oña.

Geográficamente el sitio está definido por las siguientes coordenadas extremas:

- P1: 9960349,28N – 18200083,11E

- P2: 9960003,36N – 18200388,65E
- P3: 9959602,28N – 18200167,85E
- P4: 9959697,60N – 18199928,04E

La característica principal de este cantón es su ubicación en medio de Reservas Ecológicas: la de Antisana, Cayambe – Coca, el Parque Nacional Sumaco - Napo - Galeras y el Bosque Protector la Cascada. Con un relieve que varía desde los 600 a 3.600 msnm, El Chaco se considera realmente una región de tránsito entre los climas de la Sierra y la Amazonía.

### **5.3.2. Zonificación y usos del suelo**

La urbanización Marcial Oña en cuanto a su infraestructura comunitaria y de vivienda, tiene la siguiente planificación.

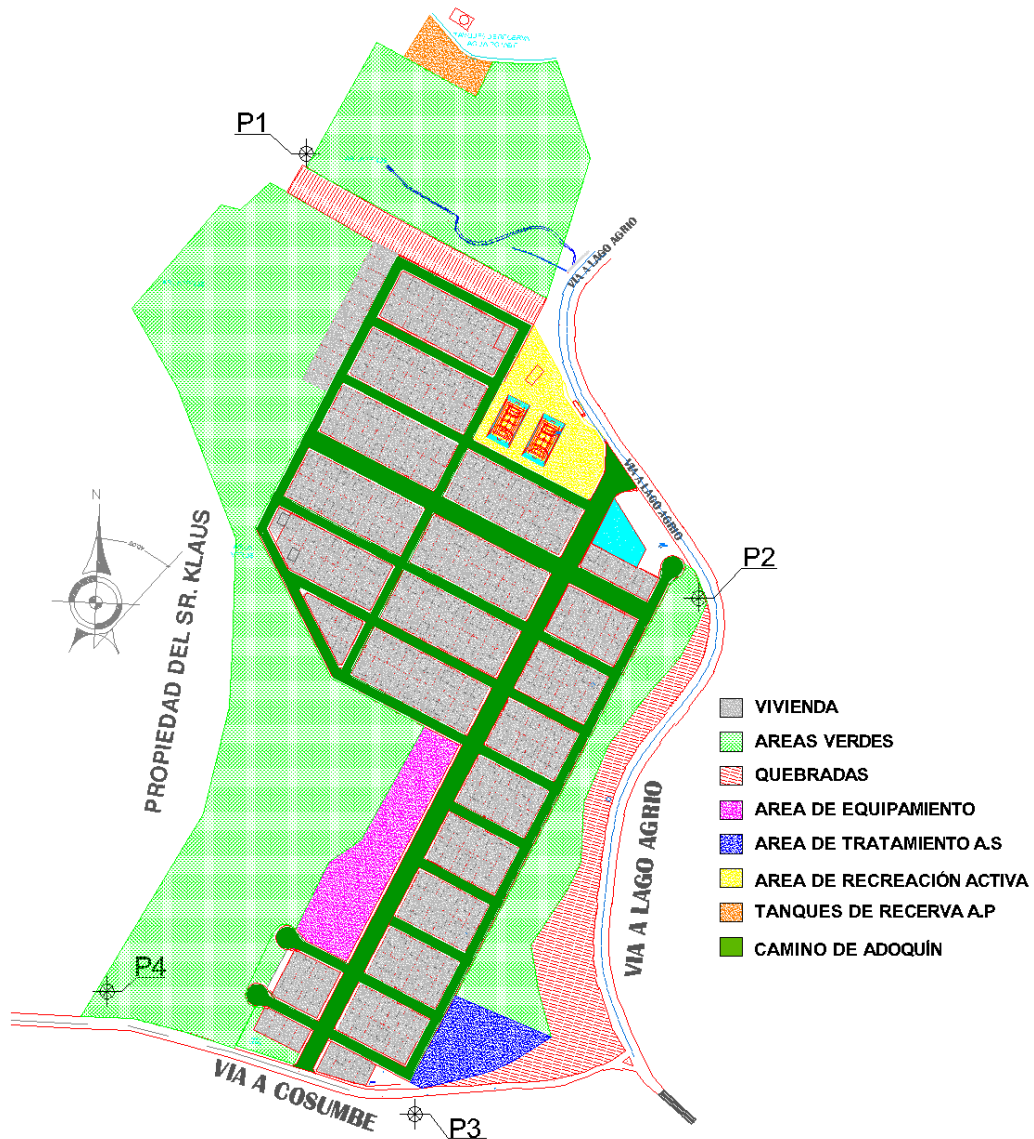


Figura 5.3: Zonificación y usos del suelo.

### 5.3.3. Estructura política administrativa

El cantón El Chaco pertenece a la provincia Napo, la cabecera cantonal es la ciudad del mismo nombre, la jurisdicción político administrativa comprende las parroquias de El Chaco, Sardinas, Linares, Santa Rosa, Gonzalo Días de Pineda (El Bombón) y Oyacachi, tiene una subdivisión de 13 barrios, 5 cabeceras parroquiales y 16 comunidades.

#### 5.4. ÁREA DE INFLUENCIA

Por definición, el impacto ambiental, se conceptualiza como la alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en un componente del medio, fruto de una actividad o acción, el área de influencia es la zona o ámbito espacial en donde se manifiestan los posibles impactos socio-ambientales, positivos o negativos, producto del desarrollo de un nuevo proyecto o actividad.

Para el componente socioeconómico, el área de influencia no se restringe al criterio espacial de ubicación de la zona específica de intervención de la actividad; en otras palabras, el área de influencia social no se limita al sitio exacto por donde atraviesa el proyecto.

Para determinar el área de influencia, generalmente se analizan tres criterios que tienen relación con el alcance geográfico, con la temporalidad o duración de una instalación y con la situación de los factores ambientales previo a iniciar las actividades. Estos criterios se los conceptualiza de la siguiente manera:

**Límite de las operaciones.**- Se determina por el tiempo, el espacio y alcance que comprenden las actividades en ejecución (Ej.: operación y mantenimiento).

Para este concepto se definen a continuación las siguientes escalas:

*Escala espacial:* Viene a constituir el espacio físico donde se manifiestan los impactos ambientales.

*Escala temporal:* Está directamente vinculada con la duración que demandan las actividades operativas Ej.: Tiempo necesario para la construcción de obras civiles y montaje de maquinaria (duración de la actividad de construcción e instalación), y tiempo supeditado a la operación (duración de la actividad de operación).

**Límites ecológicos.**- Los límites ecológicos están determinados por las escalas temporales y espaciales, ya que en función de éstas se pronosticarán los potenciales impactos o efectos sobre el entorno socio-ambiental. Esta escala es variable y dependerá de la calidad del entorno o de sus recursos.

El área espacial en donde se presentarán los potenciales efectos sobre el componente ecológico natural, estará en función a los sitios en donde la operación tiene intervención y/o interactúe con el medio circundante.

**Límites administrativos.**- Se refiere a los límites Político - Administrativos a los que pertenece el área donde se emplaza el proyecto.

#### **5.4.1. Área de influencia directa (AID)**

Se establece, a partir del sitio de instalación del proyecto, en donde se llevan a cabo las actividades de construcción e instalación de estructuras y equipos, operación, y también el mantenimiento de las mismas.



Puesto que el presente proyecto tiene por objeto los estudios de Construcción del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la Urb. Marcial Oña, el entorno inmediato de la misma está ligado al área donde se coloca las tuberías y canalizaciones incluyendo también aquella zona específica en donde se realizan las obras complementarias (pozos, conducciones, tratamiento de aguas residuales, y demás procesos necesarios), además de un radio de 50 m alrededor de las obras que comprenden el diseño del proyecto y que está integrado por el conjunto de viviendas e infraestructura ubicada al interior del área de obras del proyecto y que serán afectadas por la construcción, recibirán el impacto directo de las obras como son: ruido, polvo, vibraciones, molestias, etc.

#### **5.4.2. Área de influencia indirecta (All)**

El área de influencia indirecta (All) ha sido definida principalmente, en función de la alteración provocada en el paisaje (impacto visual) que está en función de la ubicación e implantación del proyecto, y que es evidente aún después del límite del AID definida; así como también por el incremento de niveles de Ruido.

En conclusión el All es la zona de amortiguamiento total que se puede ver afectada por las obras propuestas, en el caso del presente proyecto, ésta es de 50m fuera del perímetro del AID.

### **5.5. POBLACIÓN**

La población del cantón El Chaco, según el Censo del 2.010, representa el 7,7% del total de la Provincia de Napo, registra un crecimiento poblacional a

un ritmo del 2,77% promedio anual. El 50,57% de su población reside en el área rural y se caracteriza por ser una población joven, ya que el 48,70% son menores de 20 años.

El censo del año 2010 de Población y Vivienda realizado por el estado Ecuatoriano para esta población en estudio se tiene 7.960 habitantes de los cuales 3.832 son hombres y 4.128 pertenecen al sexo femenino.

La urbanización Marcial Oña actualmente está deshabitada pues está en fase de construcción, sin embargo se prevé que en su primer año reciba alrededor de 165 familias, ascendiendo su población a 825 habitantes y al cabo de 25 años al final del periodo de diseño de los sistemas de alcantarillado y agua potable se espera un total de 310 familias o alrededor de 1.550 habitantes. Estos datos se pueden ver más claramente explicados en el Capítulo 2, Sección 2.1.1.2 del presente documento.

## **5.6. DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA**

### **5.6.1. Clima**

El Cantón se encuentra entre los 600 y 3.600 msnm; la ciudad de El Chaco posee un clima muy húmedo con una temperatura promedio de 16°C. y una precipitación media anual de 2,477mm entre octubre y febrero existe una baja intensidad de lluvias mientras que entre marzo y septiembre las lluvias se acentúan. En todas partes las precipitaciones varían entre los 4,000 mm a 7,000 mm en la estación del Reventador localizado a 1.500 msnm, donde la nubosidad es particularmente fuerte Clima.

La bondad de su clima permite una diversidad de cultivos propios de los diferentes microclimas, así tenemos sembríos de zonas cálidas como: caña, plátano, yuca y la parte fría: hortalizas, cebolla blanca, maíz, fréjol, habas entre otros.

### **5.6.2. Suelos**

Se caracterizan por una alta capacidad de retención de la humedad y poca permeabilidad lo que facilita la formación de pantanos en las partes bajas. Por sus condiciones físicas de textura, estructura y porosidad se vuelve susceptible de compactación, por lo que no se aconseja utilizar maquinaria pesada, las prácticas de labranza cero son las más adecuadas para la zona. Como todos los suelos de este sector, contiene bajo niveles de fósforo, altos niveles de nitrógeno y hierro, el pH es ligeramente ácido. La textura va de franco arcilloso a franco, responde bien a la fertilización que regula el fósforo, sin embargo se debe tener cuidado con la fertilización con el nitrógeno por la gran variedad de leguminosas naturales que posee.

### **5.6.3. Vegetación**

El cantón posee las siguientes zonas de vida: páramo pluvial subandino (ppSA), bosque pluvial montano (bpM), bosque pluvial montano bajo (bpMB), bosque pluvial premontano (bpPM) y bosque muy húmedo premontano (bmhPM).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> FUENTE: (Valarezo, 2002 y Fundación Antisana, 1999).

#### **5.6.4. Fisiografía**

En un paisaje que corresponde al levantamiento del Napo, dominadas por formaciones volcánicas, presentando afloramientos calcáreos; al norte del volcán Sumaco forma el cañón del Río Quijos, con fuertes pendientes, los suelos con aportes periódicos de ceniza, que permite junto al clima de la región la evolución de los suelos, ya que la ceniza se encuentra prácticamente meteorizada independientemente de su edad o su profundidad logrando que estos sean friables y frágiles, donde la mayoría esta cubiertos por bosques y zonas de pastos.

En la zona montañosa las vertientes caen abruptamente hacia la Amazonía, a esta pertenece la pequeña Cordillera de El Diviso en la parte NE del Cantón, el Cerro Sarahurco, el cerro Rocosó y el Volcán Reventador 3.562 msnm, que se encuentra en el límite provincial.

La zona subandina constituye la franja final de terminación occidental de la gran llanura amazónica al pie de la vertiente oriental, con altitudes de entre 500 y 3.500 msnm, en la que se destaca el Cerro Pan de Azúcar en el límite con el Cantón Quijos 3.482 msnm y el Cerro Negro (Yanayacu) 3.064 msnm.

La zona de la cuenca amazónica Se desarrolla al este de la zona subandina, presenta altitudes inferiores a los 600 msnm, que corresponde a la parte limítrofe con el Cantón Loreto de la Provincia de Orellana.

#### **5.6.5. Hidrografía**

Los Recursos Hídricos de la República del Ecuador están sujetos a una presión que es una función de la demanda del agua para satisfacer las

múltiples necesidades que dependen de ella y de la desigual distribución del agua tanto en el espacio como en el tiempo. Muchas instituciones públicas y privadas nacionales tienen que ver con este cada vez más escaso recurso natural, lo cual perjudica su racional accionar al momento de servir a las comunidades y habitantes asentados dentro de sus fronteras, los cuales en muchos de los casos, comparten y litigan con fronteras naturales, políticas y administrativas.<sup>2</sup>

La conservación, el manejo adecuado y sustentable del agua es particularmente importante en el país, pues las desigualdades de riqueza potencial entre diferentes cuencas y entre los diferentes actores sociales están estrechamente vinculadas al acceso al agua; adicionalmente, el 70% de la energía eléctrica en el Ecuador es de origen hidráulico.

El cantón El Chaco tiene un gran sistemas hidrográfico, denominada (fábrica de agua), compuesto por varios ríos y quebradas que nacen en las cimas de las dos reservas la de Cayambe Coca y la de Sumaco, ambas tienen un nivel de Intervención baja, este sistema se allá compuesto por cinco micro cuencas, que definidas por la divisoria de aguas, cada una de ellas se caracteriza por la presencia de los ríos de mayor caudal, y estos se detallan a continuación:

---

<sup>2</sup> Dr. Ing. Remigio H. Galárraga Sánchez, M.Sc, ESTADO Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECUADOR.

Tabla 5.1: Microcuencas del Río Napo del Cantón El Chaco.

Fuente: Investigadores curso Internacional del CEPEIGE

| <b>Microcuencas del Río Napo del Cantón El Chaco</b> |                      |
|--|----------------------|
| <b>Microcuencas</b>                                  | <b>Superficie Ha</b> |
| Río Oyacachi   | 77.528,653           |
| Río Salado Río Malo                                  | 60.691,096           |
| Río Bombón Río Negro                                 | 55.960,464           |
| Río Anango Río Machacuyacu                           | 69.870,819           |
| Río Payamino   | 83.617,154           |
| Total Superficie                                     | 347.668,186          |

**La microcuenca Río Oyacachi**, tiene al río del mismo nombre como principal tributario, tiene una longitud de aproximadamente 55 km desde su nacimiento hasta su confluencia al Río Quijos para así formar la nacimiento del Río Coca, cuenta con una superficie de 77.528,6530 hectáreas.

**La microcuenca del Río Salado y el Río Malo**, los cuales desembocan sus aguas al Río Coca, estos atraviesan las comunidades de Cascabel 1 y Cascabel 2, el Río Salado tiene una longitud de 20 km aproximadamente, mayor longitud que la del río Malo cuya principal características es la cascada del mismo nombre que tiene una altura de 50 m aproximadamente.

**Microcuenca Río Bombón y Río Negro**, ambos ríos desembocan al Río Coca, sin embargo contiene al Río Quijos en la región occidental de esta microcuenca.

Microcuenca de los Río Anango y Machacuyacu, es la tercera microcuenca en relación a la superficie con 69.870,8190 hectáreas, y sus aguas también alimentan al Río Coca.

Por último la **microcuenca del Río Payamino**, pese a ser la de mayor superficie es la microcuenca que sus agua no desembocan al río del Cantón El Chaco, por lo que sus aguas convergen hacia el Este sobre el río Napo en la Provincia Orellana.

Las primeras cuatro microcuencas son las que proveen las principales fuentes de captación de agua del cantón El Chaco, estas se encuentran en los colchones de páramos, una localizado en San Marcos con una capacidad de 470 m<sup>3</sup>; la segunda planta de Chontaloma que provee de agua al barrio del mismo nombre y a otros aledaños a este y la denominada Ganadería por estar completamente cubierta de con pastizales.

Actualmente el Cantón El Chaco cuenta con la tarea de dar una función principal a los servicios ambientales tal como el recurso agua, a través de convenios con las comunidades que se encuentran en las fuentes colectoras de agua, compensándolos.<sup>3</sup>

Para el manejo de los recursos hídricos existen convenios a nivel de mancomunidad entre los cantones de Gonzalo Pizarro de la provincia Sucumbíos y El Chaco.

---

<sup>3</sup> Fuente: Ing. Esteban Zarrías encargado de la Gestión Ambiental del Cantón El Chaco, entrevista realizada.

## 5.7. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

El contexto socioeconómico del cantón Chaco está descrito en el presente trabajo a través de los indicadores de población, densidad poblacional, población económica activa e inactiva, estratos socioeconómicos, grupos étnicos, migración, tasa de crecimiento de la población y las necesidades básicas insatisfechas.

En lo referente a los indicadores socioeconómicos, la PEA, Población Económicamente Activa representa el 46%; por tipo de actividad, entre ocupados y desocupados, cesantes y personas que buscan trabajo por primera vez, el 48,1% representa la PEI, Población Económica Inactiva: Solo quehaceres domésticos, estudiantes, jubilados, pensionistas, impedidos para trabajar y otros. La emigración por situación laboral representa el 1,3% de la población. La estratificación socioeconómica un 50,2% corresponde al nivel bajo, el 44,2% al nivel medio y el 5,6% al nivel alto. Los grupos étnicos se distribuyen de la siguiente manera: indígenas el 7,1%, colonos, el 83,2% y nativos 9,6%

*Tabla 5.2: Indicadores socioeconómicos por parroquias - Fuente INEC 2001.*

| PARROQUIAS            | EXT.<br>Km <sup>2</sup> | POB.  | Densidad<br>Hab/Km <sup>2</sup> | ECONOMÍA         |        |      |               |      |      |    |      | MIGR<br>TRAB | %    |     |
|-----------------------|-------------------------|-------|---------------------------------|------------------|--------|------|---------------|------|------|----|------|--------------|------|-----|
|                       |                         |       |                                 | Pobl.+<br>5 años | PEA    | %    | Pobl.<br>INAC | %    | EMP. | %  | DES. |              |      | %   |
| El chaco              | 71,60                   | 3.505 | 48,95                           | 3.038,0          | 1370,0 | 45,1 | 1490,0        | 49,0 | 1345 | 44 | 4    | 0,1          | 27,0 | 0,9 |
| Sardinas              | 109,90                  | 487   | 4,43                            | 447,0            | 207,0  | 46,3 | 218,0         | 48,8 | 205  | 46 | 1    | 0,2          | 11,0 | 2,5 |
| Oyacachi              | 851,1                   | 513   | 0,60                            | 452,0            | 237,0  | 52,4 | 195,0         | 43,1 | 235  | 52 | 0    | 0,0          | 0,0  | 0,0 |
| Gonzalo Díaz<br>de P. | 1928,4                  | 385   | 0,20                            | 345,0            | 178,0  | 51,6 | 144,0         | 41,7 | 177  | 51 | 0    | 0,0          | 0,0  | 0,0 |
| Linares               | 208,4                   | 195   | 0,94                            | 171,0            | 62,0   | 36,3 | 99,0          | 57,9 | 60   | 35 | 0    | 0,0          | 6,0  | 3,5 |
| Santa rosa            | 307,3                   | 1048  | 3,41                            | 906,0            | 411,0  | 45,4 | 433,0         | 47,8 | 407  | 45 | 2    | 0,2          | 25,0 | 2,8 |
| Total                 | 3476,7                  | 6133  | 1,76                            | 5.359,0          | 2465,0 | 46,0 | 2579,0        | 48,1 | 2429 | 45 | 7    | 0,1          | 69,0 | 1,3 |



Otro dato que resalta, según el Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME) en el Análisis general de línea base, es la definición de indicadores críticos de gestión y desarrollo, donde aparece el de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI por el orden del 59,73% de la población, y la Extrema Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas, el 20,32%; las personas con alta dependencia económica en el cantón representan el 5,71%.

### 5.7.1. Acceso a infraestructura básica.

El Cantón El Chaco es relativamente joven tiene una infraestructura limitada en todos los campos: establecimientos educativos, centros de atención médica, hotelera, etc. Por lo que es necesario dotar de infraestructura adecuado acorde al desarrollo del país y del mundo.

*Tabla 5.3: Infraestructura básica, tipo de vivienda - Fuente INEC 2001.*

| INDICADORES DE DESARROLLO | VIVIENDA | INFRAESTRUCTURA BASICA |      |        |      |       |     |
|---------------------------|----------|------------------------|------|--------|------|-------|-----|
|                           |          | Tipo de Vivienda       |      |        |      |       |     |
| PARROQUIAS                |          | Madera                 | %    | Bloque | %    | Mixta | %   |
| EL CHACO                  | 1.400    | 883                    | 63,1 | 427    | 30,5 | 90    | 6,4 |
| SARDINAS                  | 300      | 279                    | 93   | 21     | 7    | 0     | 0   |
| OYACACHI                  | 100      | 83                     | 83   | 17     | 17   | 0     | 0   |
| GONZALO DIAZ DE P.        | 200      | 194                    | 97   | 6      | 3    | 0     | 0   |
| LINARES                   | 200      | 184                    | 92   | 16     | 8    | 0     | 0   |
| SANTA ROSA                | 1.200    | 1.160                  | 96,7 | 3      | 3,3  | 1     | 0.1 |
| TOTAL                     | 3.400    | 2.783                  | 81,9 | 526    | 15   | 91    | 2,7 |

Según estos datos para la construcción de las viviendas se han utilizado diferentes materiales del medio como lo demuestra los siguientes porcentajes:

el 81,9% están construidas con madera, el 15% utilizaron bloque, y el 2,7% son construcciones de tipo mixta.

Se revelan datos de infraestructura en cuanto a establecimientos educativos, establecimientos de salud y otros establecimientos públicos, en la siguiente tabla.

*Tabla 5.4: Infraestructura básica, Establecimientos Educativos, de Salud y Públicos.*

| INFRAESTRUCTURA BÁSICA |                             |         |                        |             |                          |                  |         |          |       |                |              |
|------------------------|-----------------------------|---------|------------------------|-------------|--------------------------|------------------|---------|----------|-------|----------------|--------------|
| PARROQUIA              | ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS |         |                        |             |                          | ESTABL. DE SALUD |         |          |       | ESTAB. PÚBLICO |              |
|                        | Escuela                     | Colegio | Centros Alfabetización | Universidad | Bachillerato a distancia | Sub Centros      | Centros | Hospital | Otras | Capilla        | Casa Comunal |
| EL CHACO               | 6                           | 1       | 0                      | 0           | 4                        | 2                | 0       | 1        | 0     | 4              | 6            |
| SARDINAS               | 2                           | 0       | 0                      | 0           | 0                        | 2                | 0       | 0        | 0     | 1              | 2            |
| OYACACHI               | 1                           | 0       | 0                      | 0           | 0                        | 1                | 0       | 0        | 0     | 1              | 1            |
| DIAZ DE PINEDA.        | 1                           | 0       | 0                      | 0           | 0                        | 1                | 0       | 0        | 0     | 2              | 1            |
| LINARES                | 1                           | 0       | 0                      | 0           | 0                        | 0                | 0       | 0        | 0     | 1              | 1            |
| STA. ROSA              | 4                           | 0       | 0                      | 0           | 1                        | 1                | 0       | 0        | 0     | 3              | 2            |

### 5.7.2. Acceso a servicios básicos.

Uno de los problemas que merece mayor atención es el de los servicios básicos a pesar de que El Cantón se encuentra atendido en su cabecera cantonal con el servicios de agua potable y alcantarillado, lamentablemente existen sectores que aún no pueden contar con los mismos. En la siguiente tabla consta la cobertura del servicio de agua al cantón.

De un total de 3.400 viviendas en el Cantón, el 35% cubren sus necesidades de agua a través de acequias, el 33,8% de agua entubada, el 30,9 de la red pública y de otras fuentes el 0,3%, lo que demuestra que el servicio de agua potable en el cantón así como la calidad del líquido vital no es muy bueno.

Santa Rosa tiene el mayor número de viviendas que tienen este servicio a través de acequias y de agua entubada en tanto que el Chaco tiene un alto porcentaje que el servicio lo obtiene de la red pública el 0,3% de la población del Cantón lo obtienen de otras fuentes pudiendo ser de esteros, pozos, vertientes, etc.

### **5.7.3. Principales sectores productivos:**

En el cantón El Chaco sus sectores productivos, son los que a continuación se detallan:

**La Agropecuaria.-** El cantón El Chaco, tienen un potencial agro-pecuario: en la producción de lácteos; crianza de ganadería mayor y menor; el cultivo de: naranjilla, tomate de árbol, plátano, granadilla; y, ciclo corto (hortalizas, legumbres) ya sea a través de sembríos tanto a la intemperie como en invernaderos, fortalecen la agricultura de la zona, cuya producción abastece los mercados de Tena, Lago Agrio y Quito, sin descuidar por supuesto la demanda local.

**La Ganadería.-** En el cantón, se ha desarrollado gracias al esfuerzo de los colonos, especialmente de aquellos que vinieron de la sierra, quienes trajeron: vaconas y toretes de las razas: Holstein Friesian, Brown Swiss, Normando y Jersey, la supervivencia de este cruce bovino ha forjado la ganadería local; crianza que se ha visto mejorada con la introducción de sementales de las mejores haciendas ganaderas de Machachi y Cayambe.

La producción lechera, es por tradición hasta la actualidad una fuente de ingresos para las familias del cantón del Chaco; ya que un porcentaje mínimo del 5% de los ganaderos realiza doble ordeño al día, mientras que el 95% restante hacen un solo ordeño al día.

**Otros Animales.-** En el cantón El Chaco, referente a la crianza de especies domésticas, tenemos producción: avícola, porcina, piscícola; mismas que proyecta las siguientes cifras: 5.100 aves (gallinas de campo); se crían: pavos, patos, conejos, por lo que se tiene un estimado de 340 animales; 1.360 cuyes; y, entre equinos y porcinos suman aproximadamente unos 680 animales; que dan un total de alrededor de 8.092 animales.

**Artesanías.-** Es otra actividad que complementa el ingreso económico familiar; gracias a la presencia del turismo se ha fortalecido esta actividad. La mayoría de hombres adultos hacen artesanías tradicionales, mientras que una pequeña cantidad de personas ha mejorado poniéndole un valor agregado a la artesanía tradicional, utilizando el pirograbado y el acabado. Esta actividad genera un ingreso económico promedio mensual de \$ 100,00 aproximadamente.

**Turismo.-** En el cantón el turismo recién se está haciendo promociones turísticas a nivel nacional como internacionalmente, como la organización de campeonatos de rafting, excursiones a sus ríos y cascadas, y paquetes que incluyen visitas a vestigios arqueológicos de la zona.

#### **5.7.4. Vialidad y transporte**

En cuanto a la vialidad falta mucho por hacer. Al cantón El Chaco se llega a través de la vía Interoceánica, que une la capital de la República con la región amazónica. Se vincula también a la región Sierra Norte por vía carrozable desde la población de Oyacachi, esta vía es poco utilizada y solamente lo es por los pobladores de esta Parroquia pero con un buen plan esta vía podría ser explotada por el turismo.

El desarrollo vial del Cantón cubre un total de 3.380 Km. de los cuales: el 0,6% tiene asfalto, el 65,9% es lastrado, el 31,4% es de herradura y el 2,2% es adoquinado. La cabecera cantonal tiene un alto porcentaje de caminos lastrados y de herradura existen vías que todavía no son asfaltadas, empedradas ni adoquinadas.

#### **5.8. ASPECTOS LEGALES**

El cuerpo legal vigente que a continuación se menciona tiene relación con este proyecto, y, constituye el marco de referencia que define la calidad ambiental a mantenerse en el área de influencia del proyecto.

- 1 Constitución Política de la República del Ecuador publicada en el Registro Oficial N° 449, 20 de Octubre de 2008.
- 2 Ley de Gestión Ambiental, publicada en el Registro Oficial N° 245 del 30 de julio de 1999.
- 3 Ley de Patrimonio Cultural del Estado.

- 4 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. (TULSMA) Decreto Ejecutivo 3516 del 31 de marzo de 2003.
- 5 Reglamento al artículo 28 de la Ley de Gestión Ciudadana sobre la Participación Ciudadana y Consulta Previa, Registro Oficial N.- 380, Jueves 19 de Octubre 2006.
- 6 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Ambiente de Trabajo.
- 7 Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, publicada en el Registro Oficial N° 97 del 31 de mayo de 1976
- 8 Reglamento de Aplicación de Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental, Acuerdo No. 1040, R.O. No. 332, del 8 de mayo 2008.
- 9 Instructivo al Reglamento de aplicación de los mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental, del 17 de julio de 2008.
- 10 Convenio sobre la Diversidad Biológica - RO 647 de 6 Marzo de 1995
- 11 Ley de Aguas (Ley No. 2004-016), publicada en el Registro Oficial No.339 del 20 de mayo de 2004.
- 12 Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 418 del 10 de septiembre de 2004.
- 13 Código Penal Capítulo X A. de los delitos contra el medio ambiente (Capítulo agregado por el Art. 2 de la Ley 99-49, R.O. 2, 25-I-2000

- 14 Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. Suplemento del Registro Oficial No. 303 de 19 de octubre de 2010.

## 5.9. UNIDADES QUE CONFORMAN EL PROYECTO

Las unidades que conforman el proyecto de agua potable son las siguientes:

### **Distribución de agua potable:**

✓ *Tanque de reserva.*

En el proyecto según el cuadro de oferta y demanda para el final del período de diseño es necesario 70 m<sup>3</sup> de capacidad, contando con que las reservas actuales no satisfacen la demanda futura se estima conveniente la construcción de un tanque de reserva que se localizara junto al módulo existente de la planta de tratamiento con lo cual se podrá regular las demandas hasta el año 2037.

✓ *Línea de conducción hasta la red.*

Se planificó una conducción la cual salvará la distancia existente desde la ubicación del tanque de reserva hasta la red de distribución, la misma tiene una longitud de 210m y está constituida por una tubería de PVC de 110mm de diámetro nominal con un paso elevado de 40m de que cruza la quebrada del riachuelo adyacente.

✓ *Redes de distribución.*

Para el diseño óptimo de la red de distribución, se utilizó el programa de computadora EPANET. Este programa selecciona los diámetros óptimos del sistema, de tal manera, que el costo total del sistema sea mínimo, sujeto a que se satisfagan las condiciones hidráulicas proporcionadas.

La red se encuentra conformada por 34 nodos y 51 tramos de tubería, el tanque de abastecimiento debe dotar a la población un caudal de 7.224lt/s. Para evitar problemas hidráulicos el sistema cuenta con válvulas de aire y de presión debidamente repartidas a lo largo de la red además de las respectivas bocas de incendio.

✓ *Conexiones domiciliarias.*

El sistema se complementa con la construcción de 310 acometidas domiciliarias.

**Recolección de excretas:**

✓ *Conexiones domiciliarias.*

El sistema contempla la construcción de 310 conexiones domiciliarias.

✓ *Red de alcantarillado sanitario.*

El sistema de alcantarillado sanitario de la Urb. Marcial Oña recolecta las aguas provenientes del uso doméstico exclusivamente, según las ordenanzas municipales en dicha urbanización no están permitidas zonas industriales o fábricas, de manera que su único objetivo será la recolección de excretas y aguas negras domésticas.



Se utilizará una red de tuberías y colectores, correspondiente al nivel 3 de servicio como se describe en la sección 5.2 del Código Ecuatoriano de la Construcción.

✓ *Planta de tratamiento de aguas servidas.*

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano.

El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reúso.

Se ha proyectado un tratamiento primario que pretende la reducción de los sólidos en suspensión, en general, parte de los sólidos en suspensión están constituidos por materia orgánica, entonces, consecuencia del tratamiento primario es la reducción de la DBO; el grado de reducción de éstos índices de contaminación depende del proceso utilizado y de las características del agua.

**Recolección de aguas lluvias:**

✓ *Sistema de canalización por cunetas.*

El agua lluvia drena de los lotes y las vías hacia la cuneta lateral de la calzada que conduce la escorrentía hasta los sumideros en las esquinas donde entra al sistema de tuberías.

- ✓ *Red de recolección de aguas lluvias.*

El sistema de alcantarillado pluvial está destinado a la recolección única de las aguas lluvias, el tipo de sistema está ligado a la zona a servirse, para el diseño utilizaremos el nivel 3 especificado en las normas del C.E.C. Para el nivel 3 se utilizará una red de tuberías y colectores, como se describe en la sección 5.2 del Código Ecuatoriano de la Construcción.

## **5.10. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

Para identificar y evaluar los impactos ambientales del proyecto, se ha procedido a comparar la situación ambiental existente antes de la ejecución del proyecto, con aquella que existirá luego de su materialización dentro del marco de referencia de calidad ambiental que se desea mantener.

El análisis consistirá en la identificación de los impactos ambientales originados en las etapas de construcción, de operación y mantenimiento y de cierre obteniéndose como resultado interacciones de tipo causa-efecto.

### **5.10.1. Identificación de impactos ambientales**

Para identificar los impactos que pueden producirse, se requiere definir las acciones del proyecto y los elementos de los factores ambientales que pueden ser modificados positiva o negativamente.

Dentro de las ACCIONES del proyecto se han identificado varias tareas que ocasionan impacto en las diferentes etapas del proyecto. Así tenemos las siguientes:

## 1. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

### Campamentos

- ✓ Implantación de bodegas.
- ✓ Uso de equipos y maquinaria.
- ✓ Movimiento de equipos y personal.
- ✓ Acopio y utilización de materiales e insumos.
- ✓ Generación de ruidos y vibraciones.
- ✓ Generación de material particulado.
- ✓ Generación de residuos tipo sólido urbano.
- ✓ Generación de residuos peligrosos.
- ✓ Generación de emisiones gaseosas.
- ✓ Generación de efluentes líquidos.

### Excavaciones y limpieza

- ✓ Excavaciones, remoción del suelo y cobertura.
- ✓ Construcción de cimentación.
- ✓ Uso de equipos y maquinaria.
- ✓ Movimiento de equipos y personal.
- ✓ Generación de ruidos y vibraciones.
- ✓ Generación de material particulado.
- ✓ Contratación de mano de obra local.

### Obras urbanísticas

- ✓ Construcción, instalaciones, mamposterías.
- ✓ Estructuras, Tanque reservorio.
- ✓ Redes de distribución, cunetas, subdrenos.
- ✓ Movimiento de equipos y personal.
- ✓ Generación de ruidos y vibraciones.
- ✓ Generación de material particulado.
- ✓ Generación de residuos tipo sólido urbano.
- ✓ Generación de residuos peligrosos.
- ✓ Generación de emisiones gaseosas.
- ✓ Contratación de mano de obra local.

### Disposición de aguas lluvias y residuales.

- ✓ Colectores, pozos, planta de tratamiento.
- ✓ Excavaciones, remoción del suelo y cobertura vegetal.
- ✓ Uso de equipos y maquinaria.
- ✓ Movimiento de personal.
- ✓ Generación de ruidos y vibraciones.
- ✓ Generación de residuos tipo sólido urbano.
- ✓ Contratación de mano de obra local.

### Transporte y provisión de materiales

- ✓ Abastecimiento de materiales de construcción.
- ✓ Movimiento de vehículos y personal.
- ✓ Generación de ruidos y vibraciones.
- ✓ Generación de material particulado.
- ✓ Generación de emisiones gaseosas.
- ✓ Derrame de hidrocarburos.
- ✓ Contratación de mano de obra local.

### Desalojo de materiales

- ✓ Desalojo de tierra, materiales y escombros.
- ✓ Movimiento de vehículos y personal.
- ✓ Generación de ruidos y vibraciones.
- ✓ Generación de material particulado.
- ✓ Generación de emisiones gaseosas.
- ✓ Derrame de hidrocarburos.
- ✓ Contratación de mano de obra local.

### Residuos y escombros

- ✓ Acumulación de residuos y escombros.
- ✓ Uso de equipos y maquinaria.
- ✓ Movimiento de personal.
- ✓ Generación de ruidos y vibraciones.
- ✓ Generación de material particulado.
- ✓ Acumulación de material granular.
- ✓ Contratación de mano de obra local.

### Obras de vialidad.

- ✓ Reposición adoquín, subbase, drenes y bordillos.
- ✓ Uso de equipos y maquinaria.
- ✓ Movimiento de personal.
- ✓ Generación de ruidos y vibraciones.
- ✓ Generación de material particulado.
- ✓ Generación de emisiones gaseosas.
- ✓ Contratación de mano de obra local.

## 2. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### Utilización de los servicios

- ✓ Movimiento de personas.
- ✓ Movimiento de motocicletas.
- ✓ Generación de ruidos y vibraciones.
- ✓ Generación de residuos tipo sólido urbano.
- ✓ Generación de emisiones gaseosas.
- ✓ Generación de turismo.
- ✓ Generación de comercio.

### Generación de Residuos

- ✓ Movimiento de personas.
- ✓ Generación de residuos tipo sólido urbano.
- ✓ Generación de olores desagradables.
- ✓ Generación de material particulado.

- ✓ Generación de residuos peligrosos.
- ✓ Uso de equipos y maquinarias.
- ✓ Contratación de mano de obra local.

### Mantenimiento y Limpieza

- ✓ Uso de equipos y maquinaria.
- ✓ Movimiento personal.
- ✓ Generación de ruidos y vibraciones.
- ✓ Generación de material particulado.
- ✓ Generación de residuos tipo sólido urbano.
- ✓ Generación de residuos peligrosos.
- ✓ Generación emisiones gaseosas.
- ✓ Contratación de mano de obra local.

## 3. ETAPA DE CIERRE Y ABANDONO

### Desmantelamiento Campamentos

- ✓ Retiro de obras provisionales, cerramientos
- ✓ Retiro de bodegas y oficinas

### Limpieza general

- ✓ Limpieza zonas utilizadas en la construcción
- ✓ Remover material sobrante (hormigón, adoquín)
- ✓ Residuos generados en la construcción
- ✓ Cables, escombros, chatarra, alambrados

### Retiro Equipos y Maquinaria

- ✓ Retiro de maquinaria de construcción
- ✓ Retiro de equipos utilizados en la construcción
- ✓ Retiro de vehículos

### Reposición de suelos

- ✓ Restitución capa orgánica removida
- ✓ Reemplazo suelo contaminado
- ✓ Reacondicionamiento del área utilizada

En lo respectivo a FACTORES ambientales se los puede clasificar por categorías, componentes y elementos, identificándose los siguientes:

Tabla 5.5: Categorización de factores ambientales.

| CAT.    | COMPONENTE       | ELEMENTO           | CAT.           | COMPONENTE       | ELEMENTO           |
|---------|------------------|--------------------|----------------|------------------|--------------------|
| FISICO  | Suelos           | Capa vegetal       | SOCIOECONOMICO | Suelos           | Paisaje            |
|         |                  | Procesos erosivos  |                |                  | Recreación         |
|         | Agua Superficial | Calidad            |                | Bienestar Social | Salud pública      |
|         | Agua Subterránea | Calidad            |                |                  | Accidentes         |
|         | Aire             | Calidad            |                |                  | Tránsito vehicular |
| Ruido   |                  | Tránsito peatonal  |                |                  |                    |
| BIOTICO | Flora            | Vegetación Natural |                |                  | Empleo             |
|         |                  | Cultivos           |                |                  | Servicios Públicos |
|         | Fauna            | Terrestre          |                |                  | Economía           |
|         |                  | Acuática           |                |                  | Plusvalía          |

### 5.10.2. Calificación y valoración de impactos

La calificación de los impactos está dada para cada elemento ambiental afectado positiva o negativamente por parte de una determinada acción del proyecto, y se basa en la siguiente metodología de valoración:

#### **MAGNITUD:**

Determinada por el carácter genérico, intensidad y nivel de afectación. Es una medida del grado, extensión o escala de alteración ambiental.

Carácter Genérico, que es la expresión de juicio de valor que considera si el impacto es negativo (-) o positivo (+).

*Intensidad.*- Relativa al tamaño o grandeza del impacto. Baja(B), Media(M), Alta(A), Muy Alta (MA).

*Afectación.*- Corresponde al nivel o grado de afectación. Baja(B), Media(M), Alta(A).

*Tabla 5.6: Valoración de la magnitud del impacto.*

| MAGNITUD     |            |            |
|--------------|------------|------------|
| CALIFICACION | INTENSIDAD | AFECTACION |
| 1            | Baja       | Baja       |
| 2            | Baja       | Media      |
| 3            | Baja       | Alta       |
| 4            | Media      | Baja       |
| 5            | Media      | Media      |
| 6            | Media      | Alta       |
| 7            | Alta       | Baja       |
| 8            | Alta       | Media      |
| 9            | Alta       | Alta       |
| 10           | Muy Alta   | Alta       |

### **IMPORTANCIA:**

Relativa a la trascendencia del impacto, es el peso relativo de cada impacto en relación al resto. Calificada en base a la duración y a la influencia.

*Duración.*- Característica del efecto en el tiempo. Si se presenta durante la actividad que la provoca es Temporal (T). Si el impacto continúa en el tiempo aunque en forma intermitente, es Permanente (P).

*Influencia.*- Basado en extensión del impacto. Puntual (P), Local (L), Regional (R).

*Tabla 5.7: Valoración de la importancia del impacto.*

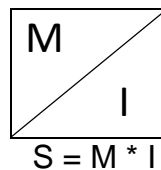
| IMPORTANCIA  |            |            |
|--------------|------------|------------|
| CALIFICACION | DURACIÓN   | INFLUENCIA |
| 1            | Temporal   | Puntual    |
| 2            | Media      | Puntual    |
| 3            | Permanente | Puntual    |
| 4            | Temporal   | Local      |
| 5            | Media      | Local      |
| 6            | Permanente | Local      |
| 7            | Temporal   | Regional   |
| 8            | Media      | Regional   |
| 9            | Permanente | Regional   |
| 10           | Permanente | Nacional   |

## **CALIFICACIÓN DE IMPACTOS SIGNIFICATIVOS**

En función de la interrelación de las acciones a desarrollarse en el proyecto durante la construcción, operación - mantenimiento y cierre o abandono, por los diferentes componentes y estimación o consideración de los posibles impactos que se producirían en los elementos de los factores ambientales, es decir basados en la relación causa – efecto, se elaboran las Matrices B1, B2 y B3 respectivamente.

## **VALORACIÓN IMPACTOS AMBIENTALES**

En base a la identificación y calificación de impactos se elaboran las Matrices C1 (durante la construcción del proyecto), C2 (durante la operación y mantenimiento) y C3 (durante el cierre y abandono).


$$S = M * I$$

M.- Magnitud de Impacto.

I.- Importancia de Impacto.

S.- Significancia del Impacto.

### **5.10.3. Jerarquización de impactos**

Para realizar la jerarquización de impactos se utiliza el criterio de significancia de impactos S que resulta de multiplicar la Magnitud de Impacto por la Importancia del mismo.

Con estos valores se elaboran las Matrices D1 (durante la construcción del proyecto), D2 (durante la operación y mantenimiento) y D3 (durante el cierre y abandono) de significancia de impacto basado en:

$$\boxed{S}$$
$$S = M * I$$

S.- Significancia del Impacto.

A partir de éstos resultados se pueden determinar las medidas de mitigación necesarias para el proyecto.

La calificación obtenida para cada una de las matrices de Leopold desarrolladas para la construcción del proyecto, para la operación y mantenimiento y para el cierre o abandono, se presentan a continuación:

## 5.10.4. Matrices de Leopold

### ETAPA 1

### FASE DE CONSTRUCCIÓN

### MATRIZ A1

| MATRIZ A1: INTERRELACION: ACCION - FACTORES AMBIENTALES |                  |                    |   |                    |                        |                                      |                                     |  |                   |                     |
|---|------------------|--------------------|---|--------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------|---------------------|
| FACTORES AMBIENTALES                                    |                  |                    | A. POTABLE Y ALCANTARILLADO URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA - EL CHACO |                    |                        |                                      |                                     |  |                   |                     |
|   |                  |                    | ETAPA DE CONSTRUCCION   |                    |                        |                                      |                                     |  |                   |                     |
|   |                  |                    | CAMPAMENTO E INSTALACIONES PROVISIONALES                        | OBRAS URBANISTICAS | DESALOJO DE MATERIALES | TRANSPORTE Y PROVISION DE MATERIALES | EXCAVACIONES Y LIMPIEZA DEL TERRENO | DISPOSICION DE AGUAS LLUVIA Y RESIDUALES | OBRAS DE VIALIDAD | RESIDUOS Y ESCOMBRO |
| CAT.  | COMPONENTE       | ELEMENTO           | 1   | 2                  | 3                      | 4                                    | 5                                   | 6  | 7                 | 8                   |
| FISICO  | Suelos           | Capa Vegetal       | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   |                  | Procesos Erosivos  | X   | X                  |                        |                                      | X                                   |  | X                 |                     |
|   | Agua Superficial | Calidad A.Sup.     | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   | Agua Subterránea | Calidad A.Sub.     |   | X                  |                        |                                      | X                                   |  |                   |                     |
|   | Aire             | Calidad Aire       | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   |                  | Ruido - Vibración  | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
| BIOTICO   | Flora            | Vegetación Natural | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   |                  | Cultivos           |   |                    |                        |                                      |                                     |  |                   |                     |
|   | Fauna            | Terrestre, Aves    | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   |                  | Acuática           |   |                    |                        |                                      |                                     |  |                   |                     |
| SOCIO-ECONOMICO   | Estética         | Paisaje            | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   |                  | Recreación         |   | X                  |                        |                                      |                                     |  | X                 | X                   |
|   | Bienestar Social | Salud Pública      | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   |                  | Accidentes         | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   |                  | Tránsito Vehicular | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   |                  | Transito Peatonal  | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   |                  | Empleo             | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   |                  | Servicios Públicos | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
|   |                  | Economía           | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  | X                 | X                   |
| Plusvalía   | X                | X                  | X   | X                  | X                      | X                                    | X                                   | X  |                   |                     |



# MATRIZ B1

| FACTORES AMB.                                 |                  | A. POTABLE Y ALCANTARILLADO URBANIZACION MARCIAL OÑA - EL CHACO |                    |                       |                                      |                                     |  |                   |                      | NUMERO IMPACTOS POSITIVOS | NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS | SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS | VALORACION POSITIVOS | VALORACION NEGATIVOS |     |
|---|------------------|---|--------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|-----|
|   |                  | ETAPA DE CONSTRUCCION   |                    |                       |                                      |                                     |  |                   |                      |                           |                           |                                  |                      |                      |     |
|   |                  | 1   | 2                  | 3                     | 4                                    | 5                                   | 6  | 7                 | 8                    |                           |                           |                                  |                      |                      |     |
| ACCIONES                                      |                  | CAMPAMENTO E INSTALACIONES PROVISIONALES                        | OBRAS URBANISTICAS | DESALDO DE MATERIALES | TRANSPORTE Y PROVISION DE MATERIALES | EXCAVACIONES Y LIMPIEZA DEL TERRENO | DISPOSICION DE AGUAS LLUVIA Y RESIDUALES | OBRAS DE VALIADAD | RESIDUOS Y ESCOMBROS |                           |                           |                                  |                      |                      |     |
| CAT.  | COMPONENTE       | ELEMENTO  |                    |                       |                                      |                                     |  |                   |                      |                           |                           |                                  |                      |                      |     |
| FISICO  | Suelos           | Capa Vegetal  | B B -1<br>T P 1    | B M -2<br>P P 3       | B B -1<br>T P 1                      | B B -1<br>T P 1                     | M M -5<br>T P 1                          | B B -1<br>T P 1   | B M -2<br>P P 3      | B B -1<br>M P 2           | 0                         | 8                                | 23                   | 0                    | -23 |
|   |                  | Procesos Erosivos   | B B -1<br>T P 1    | B M -2<br>T P 1       |                                      |                                     |  |                   |                      |                           |                           | 0                                | 4                    | 6                    | 0   |
|   | Agua Superficial | Calidad A. Sup.   | B B -1<br>T P 1    | B M -2<br>T P 1       | B B -1<br>T P 1                      | B B -1<br>T P 1                     | B B -1<br>T P 1                          | B M -2<br>M P 2   | B M -2<br>M P 2      | B M -2<br>M P 2           | 0                         | 8                                | 18                   | 0                    | -18 |
|   |                  | Agua Subterránea  |                    | B M -2<br>M P 2       |                                      |                                     |  | B M -2<br>P P 3   |                      |                           | 0                         | 2                                | 10                   | 0                    | -10 |
|   | Aire             | Calidad Aire  | B M -2<br>M P 2    | M M -5<br>M P 2       | B M -2<br>T L 4                      | B M -2<br>T L 4                     | M B -4<br>M P 2                          | B M -2<br>T P 1   | B M -2<br>M P 2      | B M -2<br>M P 2           | 0                         | 8                                | 48                   | 0                    | -48 |
|   |                  |   | M B -4<br>M P 2    | A M -8<br>M P 2       | M M -5<br>T L 4                      | M M -5<br>T L 4                     | M B -4<br>M P 2                          | B B -1<br>M P 2   | M B -4<br>M P 2      | B B -1<br>M P 2           | 0                         | 8                                | 86                   | 0                    | -86 |
|   |                  | Ruido - Vibración   | M P 2<br>T P 1     | P P 3<br>P P 3        | T L 4<br>T P 1                       | T L 4<br>T P 1                      | M P 2<br>T P 1                           | M P 2<br>T P 1    | M P 2<br>T P 1       | M P 2<br>T P 1            | 0                         | 8                                |                      | 0                    |     |
|   | Flora            | Vegetación Natural  | B B -1<br>T P 1    | M B -4<br>P P 3       | B B -1<br>T P 1                      | B B -1<br>T P 1                     | M M -5<br>T P 1                          | B B -1<br>T P 1   | B B -1<br>T P 1      | B M -2<br>M P 2           | 0                         | 8                                | 28                   | 0                    | -28 |
|   |                  |   | Cultivos           |                       |                                      |                                     |  |                   |                      |                           |                           | 0                                | 0                    | 0                    | 0   |
|   |                  | Fauna   | Terrestre, Aves    | B B -1<br>T P 1       | B B -1<br>T P 1                      | B B -1<br>T P 1                     | B B -1<br>T P 1                          | B B -1<br>T P 1   | B B -1<br>T P 1      | B B -1<br>T P 1           | B B -1<br>T P 1           | 0                                | 8                    | 8                    | 0   |
| Acuática                                      |                  |   |                    |                       |                                      |                                     |  |                   |                      | 0                         | 0                         | 0                                | 0                    | 0                    |     |
| SOCIO-ECONOMICO                               | Estética         | Paisaje   | B B -1<br>T P 1    | M M -5<br>P P 3       | B B -1<br>T L 4                      | B B -1<br>T L 4                     | B M -2<br>T P 1                          | B B -1<br>P P 3   | M M -5<br>M P 2      | M M -5<br>M P 2           | 0                         | 8                                | 54                   | 0                    | -54 |
|   |                  | Recreación  |                    | M M -5<br>P P 3       |                                      |                                     |  |                   |                      | B B -1<br>P P 3           | 2                         | 0                                | 18                   | 18                   | 0   |
|   | Bienestar Social | Salud Pública   | B M -2<br>T P 1    | A M -8<br>M P 2       | M B -4<br>T P 1                      | M B -4<br>T P 1                     | M M -5<br>M P 2                          | M B -4<br>M P 2   | B M -2<br>M P 2      | M M -5<br>M P 2           | 0                         | 8                                | 58                   | 0                    | -58 |
|   |                  | Accidentes  | M B -4<br>T P 1    | A M -8<br>M P 2       | M M -5<br>T L 4                      | M M -5<br>T L 4                     | M B -4<br>M P 2                          | M M -5<br>M P 2   | B B -1<br>P P 3      | B M -2<br>T P 1           | 0                         | 8                                | 83                   | 0                    | -83 |
|   |                  | Tránsito Vehicular  | B B -1<br>T P 1    | B M -2<br>T P 1       | B M -2<br>T L 4                      | B M -2<br>T L 4                     | B B -1<br>T P 1                          | B B -1<br>T P 1   | B M -2<br>T P 1      | B M -2<br>T P 1           | 0                         | 8                                | 25                   | 0                    | -25 |
|   |                  | Tránsito Peatonal   | B B -1<br>T P 1    | B M -2<br>M P 2       | B M -2<br>M P 2                      | B M -2<br>M P 2                     | B M -2<br>M P 2                          | B M -2<br>M P 2   | B M -2<br>M P 2      | B M -2<br>M P 2           | 0                         | 8                                | 31                   | 0                    | -31 |
|   |                  | Empleo  | B B -1<br>T P 1    | M A 6<br>T L 4        | B M 2<br>T L 4                       | B M 2<br>T L 4                      | M M 5<br>T L 4                           | M A 6<br>T L 4    | M A 6<br>T L 4       | M B 4<br>T L 4            | 8                         | 0                                | 125                  | 125                  | 0   |
|   |                  | Servicios Públicos  | B B -1<br>T P 1    | B M -2<br>T P 1       | B B -1<br>T P 1                      | B B -1<br>T P 1                     | B M -2<br>T P 1                          | M B -4<br>T P 1   | B M -2<br>T L 4      | B M -2<br>T P 1           | 0                         | 8                                | 21                   | 0                    | -21 |
|   |                  | Economía  | B B -1<br>T L 4    | B M 2<br>T L 4        | B M 2<br>T L 4                       | B M 2<br>T L 4                      | M M 5<br>T L 4                           | M B 4<br>T L 4    | M M 5<br>T L 4       | M B 2<br>T L 4            | 8                         | 0                                | 140                  | 140                  | 0   |
|   |                  | Plusvalía   | B B -1<br>T P 1    | B M 2<br>T L 4        | B M 2<br>T L 4                       | B M 2<br>T L 4                      | B B -1<br>T P 1                          | B M 2<br>T P 1    | M M 5<br>P P 3       | B M -2<br>T P 1           | 3                         | 5                                | 45                   | 25                   | -20 |
| NUMERO IMPACTOS POSITIVOS                     |                  | 2   | 4                  | 2                     | 2                                    | 2                                   | 3  | 4                 | 2                    | 21                        |                           |                                  |                      |                      |     |
| NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS                     |                  | 14  | 14                 | 13                    | 13                                   | 15                                  | 12                                       | 13                | 13                   |                           | 107                       |                                  |                      |                      |     |
| SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS (Suma M x I) |                  | 33  | 183                | 109                   | 109                                  | 94                                  | 85                                       | 143               | 71                   |                           |                           | 827                              |                      |                      |     |
| VALORACION POSITIVOS                          |                  | 5   | 67                 | 28                    | 28                                   | 36                                  | 46                                       | 74                | 24                   |                           |                           |                                  | 308                  |                      |     |
| VALORACION NEGATIVOS                          |                  | -28   | -116               | -81                   | -81                                  | -58                                 | -39                                      | -69               | -47                  |                           |                           |                                  |                      | -519                 |     |

# MATRIZ C1

| ACCIONES                                      |                  |                    | A. POTABLE Y ALCANTARILLADO URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA - EL CHACO |                     |                        |                                      |                                    |  |                    |                      | NUMERO IMPACTOS POSITIVOS | NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS | SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS |
|---|------------------|--------------------|---|---------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|
|   |                  |                    | ETAPA DE CONSTRUCCION   |                     |                        |                                      |                                    |  |                    |                      |                           |                           |                                  |
|   |                  |                    | 1   | 2                   | 3                      | 4                                    | 5                                  | 6  | 7                  | 8                    |                           |                           |                                  |
| FACTORES AMBIENTALES                          |                  |                    | CAMPAMENTO E INSTALACIONES PROVISIONALES                        | OBRA S URBANISTICAS | DESALOJO DE MATERIALES | TRANSPORTE Y PROVISION DE MATERIALES | EXCAVACIONES Y LIMPEZA DEL TERRENO | DISPOSICION DE AGUAS LLUVIA Y RESIDUALES | OBRA S DE VIALIDAD | RESIDUOS Y ESCOMBROS |                           |                           |                                  |
| CAT.  | COMPONENTE       | ELEMENTO           |   |                     |                        |                                      |                                    |  |                    |                      |                           |                           |                                  |
| FISICO  | Suelos           | Capa Vegetal       | -1  | -2                  | -1                     | -1                                   | -5                                 | -1                                       | -2                 | -1                   | ---                       | 8                         | -23                              |
|   |                  | Procesos Erosivos  | 1   | 3                   | 1                      | 1                                    | 1                                  | 1  | 3                  | 2                    | ---                       | 4                         | -6                               |
|   | Agua Superficial | Calidad A.Sup.     | -1  | -2                  | -1                     | -1                                   | -1                                 | -2                                       | -2                 | -2                   | ---                       | 8                         | -18                              |
|   |                  | Agua Subterránea   | 1   | 1                   | 1                      | 1                                    | 1                                  | 2  | 2                  | 2                    | ---                       | 2                         | -10                              |
|   | Aire             | Calidad Aire       | -2  | -5                  | -2                     | -2                                   | -4                                 | -2                                       | -2                 | -2                   | ---                       | 8                         | -48                              |
|   |                  | Ruido - Vibración  | 2   | 2                   | 4                      | 4                                    | 2                                  | 1  | 2                  | 2                    | ---                       | 8                         | -86                              |
| BIOTICO                                       | Flora            | Vegetación Natural | -1  | -4                  | -1                     | -1                                   | -5                                 | -1                                       | -1                 | -2                   | ---                       | 8                         | -28                              |
|   |                  | Cultivos           | 1   | 3                   | 1                      | 1                                    | 1                                  | 1  | 3                  | 2                    | ---                       | 0                         | 0                                |
|   | Fauna            | Terrestre, Aves    | -1  | -1                  | -1                     | -1                                   | -1                                 | -1                                       | -1                 | -1                   | ---                       | 8                         | -8                               |
|   |                  | Acuática           | 1   | 1                   | 1                      | 1                                    | 1                                  | 1  | 1                  | 1                    | ---                       | 0                         | 0                                |
| SOCIO-ECONOMICO                               | Estética         | Paisaje            | -1  | -5                  | -1                     | -1                                   | -2                                 | -1                                       | -5                 | -5                   | ---                       | 8                         | -54                              |
|   |                  | Recreación         | 1   | 3                   | 4                      | 4                                    | 1                                  | 3  | 3                  | 2                    | ---                       | 0                         | 18                               |
|   | Bienestar Social | Salud Pública      | -2  | -8                  | -4                     | -4                                   | -5                                 | -4                                       | -2                 | -5                   | ---                       | 8                         | -58                              |
|   |                  | Accidentes         | -4  | -8                  | -5                     | -5                                   | -4                                 | -5                                       | -1                 | -2                   | ---                       | 8                         | -83                              |
|   |                  | Tránsito Vehicular | -1  | -2                  | -2                     | -2                                   | -1                                 | -1                                       | -2                 | -2                   | ---                       | 8                         | -25                              |
|   |                  | Transito Peatonal  | -1  | -2                  | -2                     | -2                                   | -2                                 | -2                                       | -5                 | -2                   | ---                       | 8                         | -31                              |
|   |                  | Empleo             | 1   | 6                   | 2                      | 2                                    | 5                                  | 6  | 6                  | 4                    | 8                         | 0,00                      | 125                              |
|   |                  | Servicios Públicos | -1  | -2                  | -1                     | -1                                   | -2                                 | -4                                       | -2                 | -2                   | ---                       | 8                         | -21                              |
|   |                  | Economía           | 1   | 5                   | 5                      | 5                                    | 4                                  | 5  | 8                  | 2                    | 8                         | 0                         | 140                              |
| Plusvalía                                     | -1               | 2                  | -2  | -2                  | -1                     | 2                                    | 5                                  | -2                                       | 3                  | 5                    | 5                         |                           |                                  |
| NUMERO IMPACTOS POSITIVOS                     |                  |                    | 2   | 4                   | 2                      | 2                                    | 2                                  | 3  | 4                  | 2                    | 21                        |                           |                                  |
| NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS                     |                  |                    | 14  | 14                  | 13                     | 13                                   | 15                                 | 12                                       | 13                 | 13                   | 107                       |                           |                                  |
| SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS (Suma M x I) |                  |                    | -23   | -49                 | -53                    | -53                                  | -22                                | 7  | 5                  | -23                  |                           | -211                      |                                  |

## MATRIZ D1

| <b>MATRIZ D1: SIGNIFICANCIA DE IMPACTOS</b>                            |                    |                    |  |                    |                        |                                      |                                     |  |                   |                      |                         |     |
|--|--------------------|--------------------|--|--------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------|----------------------|-------------------------|-----|
| <b>A. POTABLE Y ALCANTARILLADO URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA - EL CHACO</b> |                    |                    |  |                    |                        |                                      |                                     |  |                   |                      |                         |     |
| FACTORES AMBIENTALES   |                    |                    | ETAPA DE CONSTRUCCION                    |                    |                        |                                      |                                     |  |                   |                      | SUMATORIA SIGNIFICANCIA |     |
|  |                    |                    | 1  | 2                  | 3                      | 4                                    | 5                                   | 6  | 7                 | 8                    |                         |     |
| CAT.   | COMPONENTE         | ELEMENTO           | CAMPAMENTO E INSTALACIONES PROVISIONALES | OBRAS URBANISTICAS | DESALOJO DE MATERIALES | TRANSPORTE Y PROVISION DE MATERIALES | EXCAVACIONES Y LIMPIEZA DEL TERRENO | DISPOSICION DE AGUAS LLUVIA Y RESIDUALES | OBRAS DE VIALIDAD | RESIDUOS Y ESCOMBROS |                         |     |
| FISICO   | Suelos             | Capa Vegetal       |  |                    |                        |                                      |                                     |  |                   |                      |                         |     |
|  |                    | Procesos Erosivos  | -1                                       | -6                 | -1                     | -1                                   | -5                                  | -1                                       | -6                | -2                   | -23                     |     |
|  | Agua Superficial   | Calidad A.Sup.     |  |                    |                        |                                      |                                     |  |                   |                      |                         |     |
|  |                    | Calidad A.Sub.     | -1                                       | -2                 | -1                     | -1                                   | -1                                  | -4                                       | -4                | -4                   | -18                     |     |
|  | Aire               | Calidad Aire       | 0  | -4                 | 0                      | 0                                    | -6                                  | 0  | 0                 | 0                    | -10                     |     |
|  |                    | Ruido - Vibración  | -4                                       | -10                | -8                     | -8                                   | -8                                  | -2                                       | -4                | -4                   | -48                     |     |
| BIOTICO  | Flora              | Vegetación Natural | -8                                       | -24                | -20                    | -20                                  | -2                                  | -2                                       | -8                | -2                   | -86                     |     |
|  |                    | Cultivos           | -1                                       | -12                | -1                     | -1                                   | -5                                  | -1                                       | -3                | -4                   | -28                     |     |
|  | Fauna              | Terrestre, Aves    | 0  | 0                  | 0                      | 0                                    | 0                                   | 0  | 0                 | 0                    | 0                       |     |
|  |                    | Acuática           | -1                                       | -1                 | -1                     | -1                                   | -1                                  | -1                                       | -1                | -1                   | -8                      |     |
|  | SOCIO-ECONOMICO    | Estética           | Paisaje                                  | 0                  | 0                      | 0                                    | 0                                   | 0  | 0                 | 0                    | 0                       | 0   |
|  |                    |                    | Recreación                               | -1                 | -15                    | -4                                   | -4                                  | -2                                       | -3                | -15                  | -10                     | -54 |
| Bienestar Social   |                    | Salud Pública      | 0  | 15                 | 0                      | 0                                    | 0                                   | 0  | 3                 | 0                    | 18                      |     |
|  |                    | Accidentes         | -2                                       | -16                | -4                     | -4                                   | -10                                 | -8                                       | -4                | -10                  | -58                     |     |
|  |                    | Transito           | -4                                       | -16                | -20                    | -20                                  | -8                                  | -10                                      | -3                | -2                   | -83                     |     |
|  |                    | Transito Peatonal  | -1                                       | -2                 | -8                     | -8                                   | -1                                  | -1                                       | -2                | -2                   | -25                     |     |
|  | Empleo             | -1                 | -4                                       | -4                 | -4                     | -4                                   | -2                                  | -10                                      | -2                | -31                  |                         |     |
|  | Servicios Públicos | 1                  | 24                                       | 8                  | 8                      | 20                                   | 24                                  | 24                                       | 16                | 125                  |                         |     |
| Economía   | Servicios Públicos | -1                 | -2                                       | -1                 | -1                     | -2                                   | -4                                  | -8                                       | -2                | -21                  |                         |     |
|  | Plusvalía          | 4                  | 20                                       | 20                 | 20                     | 16                                   | 20                                  | 32                                       | 8                 | 140                  |                         |     |
| <b>SUMATORIA SIGNIFICANCIA</b>   |                    |                    | <b>-23</b>                               | <b>-49</b>         | <b>-53</b>             | <b>-53</b>                           | <b>-22</b>                          | <b>7</b>                                 | <b>5</b>          | <b>-23</b>           | <b>-211</b>             |     |

## ETAPA 2

### OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### MATRIZ A2

| MATRIZ A2: INTERRELACION: ACCION - FACTORES AMBIENTALES |                  |                    |   |                           |                             |
|---|------------------|--------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| <b>ACCIONES</b>   |                  |                    | <b>A. POTABLEY<br/>ALCANTARILLADO<br/>URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA -<br/>EL CHACO</b> |                           |                             |
|   |                  |                    | <b>ETAPA DE OPERACIÓN Y<br/>MANTENIMIENTO</b>                                     |                           |                             |
|   |                  |                    | UTILIZACIÓN DE LOS<br>SERVICIOS   | GENERACION DE<br>RESIDUOS | MANTENIMIENTO Y<br>LIMPIEZA |
| CAT.  | COMPONENTE       | ELEMENTO           | 1   | 2                         | 3                           |
| <b>FISICO</b>   | Suelos           | Capa Vegetal       |   | X                         |                             |
|   |                  | Procesos Erosivos  |   |                           |                             |
|   | Agua Superficial | Calidad A.Sup.     | X   | X                         | X                           |
|   | Agua Subterránea | Calidad A.Sub.     | X   |                           |                             |
|   | Aire             | Calidad Aire       | X   | X                         | X                           |
|   |                  | Ruido - Vibración  |   |                           | X                           |
| <b>BIOTICO</b>  | Flora            | Vegetación Natural |   |                           |                             |
|   |                  | Cultivos           |   |                           |                             |
|   | Fauna            | Terrestre, Aves    |   | X                         |                             |
|   |                  | Acuática           |   | X                         |                             |
| <b>SOCIO-ECONOMICO</b>                                  | Estética         | Paisaje            | X   | X                         | X                           |
|   |                  | Recreación         | X   |                           |                             |
|   | Bienestar Social | Salud Pública      | X   | X                         | X                           |
|   |                  | Accidentes         |   |                           | X                           |
|   |                  | Tránsito Vehicular |   |                           |                             |
|   |                  | Transito Peatonal  |   |                           |                             |
|   |                  | Empleo             | X   | X                         | X                           |
|   |                  | Servicios Públicos | X   | X                         | X                           |
|   |                  | Economía           | X   | X                         | X                           |
| Plusvalía   | X                | X                  | X   |                           |                             |

## MATRIZ B2

| MATRIZ B2: IDENTIFICACION DE IMPACTOS         |                   |                    |                              |   |    |                        |    |    |                          |    |    |                           |                           |                                  |                      |                      |
|---|-------------------|--------------------|------------------------------|---|----|------------------------|----|----|--------------------------|----|----|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| ACCIONES                                      |                   |                    |                              |   |    |                        |    |    |                          |    |    | NUMERO IMPACTOS POSITIVOS | NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS | SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS | VALORACION POSITIVOS | VALORACION NEGATIVOS |
|   |                   |                    | 1                            |   |    | 2                      |    |    | 3                        |    |    |                           |                           |                                  |                      |                      |
| FACTORES AMB.                                 |                   |                    | UTILIZACION DE LOS SERVICIOS |   |    | GENERACION DE RESIDUOS |    |    | MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA |    |    |                           |                           |                                  |                      |                      |
| CAT.  | COMPONENTE        | ELEMENTO           |                              |   |    |                        |    |    |                          |    |    |                           |                           |                                  |                      |                      |
| FISICO  | Suelos            | Capa Vegetal       |                              |   |    | B                      | B  | -1 |                          |    |    | 0                         | 1                         | 1                                | 0                    | -1                   |
|   |                   | Procesos Erosivos  |                              |   |    | T                      | P  | 1  |                          |    |    | 0                         | 0                         | 0                                | 0                    | 0                    |
|   | Agua Superficial  | Calidad A.Sup.     | B                            | B | -1 | M                      | B  | -4 | B                        | B  | -1 | 0                         | 3                         | 8                                | 0                    | -8                   |
|   |                   |                    | P                            | P | 3  | T                      | P  | 1  | T                        | P  | 1  |                           |                           |                                  |                      |                      |
|   | Agua Subterránea  | Calidad A.Sub.     | B                            | B | -1 |                        |    |    |                          |    |    | 0                         | 1                         | 3                                | 0                    | -3                   |
|   |                   |                    | P                            | P | 3  |                        |    |    |                          |    |    |                           |                           |                                  |                      |                      |
|   | Aire              | Calidad Aire       | B                            | B | -1 | M                      | M  | -5 | M                        | B  | -4 | 0                         | 3                         | 22                               | 0                    | -22                  |
|   |                   |                    | P                            | P | 3  | P                      | P  | 3  | T                        | P  | 1  |                           |                           |                                  |                      |                      |
|   | Ruido - Vibración |                    |                              |   |    |                        |    | B  | B                        | -1 | 0  | 1                         | 1                         | 0                                | -1                   |                      |
|   |                   |                    |                              |   |    |                        |    | T  | P                        | 1  |    |                           |                           |                                  |                      |                      |
| BIOTICO                                       | Flora             | Vegetación Natural |                              |   |    |                        |    |    |                          |    |    | 0                         | 0                         | 0                                | 0                    | 0                    |
|   |                   | Cultivos           |                              |   |    |                        |    |    |                          |    |    | 0                         | 0                         | 0                                | 0                    | 0                    |
|   | Fauna             | Terrestre, Aves    |                              |   |    | M                      | M  | -5 |                          |    |    | 0                         | 1                         | 15                               | 0                    | -15                  |
|   |                   |                    |                              |   |    | P                      | P  | 3  |                          |    |    |                           |                           |                                  |                      |                      |
|   | Acuática          |                    |                              |   | B  | M                      | -2 |    |                          |    | 0  | 1                         | 6                         | 0                                | -6                   |                      |
|   |                   |                    |                              |   | P  | P                      | 3  |    |                          |    |    |                           |                           |                                  |                      |                      |
| SOCIO-ECONOMICO                               | Estética          | Paisaje            | M                            | B | 4  | B                      | M  | -2 | B                        | B  | -1 | 1                         | 2                         | 31                               | 24                   | -7                   |
|   |                   |                    | P                            | L | 6  | P                      | P  | 3  | T                        | P  | 1  |                           |                           |                                  |                      |                      |
|   | Recreación        |                    | B                            | B | 1  |                        |    |    |                          |    |    | 1                         | 0                         | 6                                | 6                    | 0                    |
|   |                   |                    | P                            | L | 6  |                        |    |    |                          |    |    |                           |                           |                                  |                      |                      |
|   | Bienestar Social  | Salud Pública      | A                            | A | 9  | B                      | M  | -2 | B                        | B  | -1 | 1                         | 2                         | 61                               | 54                   | -7                   |
|   |                   |                    | P                            | L | 6  | P                      | P  | 3  | T                        | P  | 1  |                           |                           |                                  |                      |                      |
|   |                   | Accidentes         |                              |   |    |                        |    |    | B                        | B  | -1 | 0                         | 1                         | 1                                | 0                    | -1                   |
|   |                   |                    |                              |   |    |                        |    |    | T                        | P  | 1  |                           |                           |                                  |                      |                      |
|   |                   | Tránsito Vehicular |                              |   |    |                        |    |    |                          |    |    | 0                         | 0                         | 0                                | 0                    | 0                    |
|   |                   | Transito Peatonal  |                              |   |    |                        |    |    |                          |    |    | 0                         | 0                         | 0                                | 0                    | 0                    |
|   |                   | Empleo             | M                            | M | 5  | B                      | B  | 1  | B                        | M  | 2  | 3                         | 0                         | 24                               | 24                   | 0                    |
|   |                   |                    | T                            | L | 4  | M                      | P  | 2  | T                        | P  | 1  |                           |                           |                                  |                      |                      |
|   |                   | Servicios Públicos | M                            | M | 5  | B                      | B  | -1 | B                        | B  | -1 | 1                         | 2                         | 9                                | 0                    | -9                   |
|   |                   |                    | T                            | P | 1  | P                      | P  | 3  | T                        | P  | 1  |                           |                           |                                  |                      |                      |
| Economía                                      | M                 | M                  | 5                            | B | M  | 2                      | B  | B  | 1                        | 3  | 0  | 27                        | 27                        | 0                                |                      |                      |
|   | T                 | L                  | 4                            | P | P  | 3                      | T  | P  | 1                        |    |    |                           |                           |                                  |                      |                      |
| Plusvalía                                     | A                 | A                  | 9                            | B | B  | 1                      | B  | B  | 1                        | 3  | 0  | 29                        | 29                        | 0                                |                      |                      |
|   | P                 | P                  | 3                            | T | P  | 1                      | T  | P  | 1                        |    |    |                           |                           |                                  |                      |                      |
| NUMERO IMPACTOS POSITIVOS                     |                   |                    | 7                            |   |    | 3                      |    |    | 3                        |    |    | 13                        |                           |                                  |                      |                      |
| NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS                     |                   |                    | 3                            |   |    | 8                      |    |    | 7                        |    |    |                           | 18                        |                                  |                      |                      |
| SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS (Suma M x I) |                   |                    | 165                          |   |    | 65                     |    |    | 14                       |    |    |                           |                           | 244                              |                      |                      |
| VALORACION POSITIVOS                          |                   |                    | 151                          |   |    | 9                      |    |    | 4                        |    |    |                           |                           | 164                              |                      |                      |
| VALORACION NEGATIVOS                          |                   |                    | -14                          |   |    | -56                    |    |    | -10                      |    |    |                           |                           |                                  |                      | -80                  |

## MATRIZ C2

| <b>MATRIZ C2: VALORACION DE IMPACTOS (MATRIZ DE LEOPOLD)</b> |                  |                    |                              |                        |                          |                                  |                                  |   |  |
|--|------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|--|
| <b>ACCIONES</b>  |                  |                    |                              |                        |                          | <b>NUMERO IMPACTOS POSITIVOS</b> | <b>NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS</b> | <b>SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS</b> |  |
|  |                  |                    | 1                            | 2                      | 3                        |                                  |                                  |   |  |
| <b>FACTORES AMBIENTALES</b>                                  |                  |                    | UTILIZACION DE LOS SERVICIOS | GENERACION DE RESIDUOS | MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA |                                  |                                  |   |  |
| CAT.   | COMPONENTE       | ELEMENTO           |                              |                        |                          |                                  |                                  |   |  |
| <b>FISICO</b>  | Suelos           | Capa Vegetal       | 0 / 0                        | -1 / 1                 | 0 / 0                    | --                               | 1                                | 0                                       |  |
|  |                  | Procesos Erosivos  | 0 / 0                        | 0 / 0                  | 0 / 0                    | --                               | 0                                | 0                                       |  |
|  | Agua Superficial | Calidad A.Sup.     | -1 / 3                       | -4 / 1                 | -1 / 1                   | --                               | 3                                | 0                                       |  |
|  |                  | Agua Subterránea   | -1 / 3                       | 0 / 0                  | 0 / 0                    | --                               | 1                                | 0                                       |  |
|  | Aire             | Calidad Aire       | -1 / 3                       | -5 / 3                 | -4 / 1                   | --                               | 3                                | 0                                       |  |
|  |                  | Ruido - Vibración  | 0 / 0                        | 0 / 0                  | -1 / 1                   | --                               | 1                                | 0                                       |  |
| <b>BIOTICO</b>   | Flora            | Vegetación Natural | 0 / 0                        | 0 / 0                  | 0 / 0                    | --                               | 0                                | 0                                       |  |
|  |                  | Cultivos           | 0 / 0                        | 0 / 0                  | 0 / 0                    | --                               | 0                                | 0                                       |  |
|  | Fauna            | Terrestre, Aves    | 0 / 0                        | -5 / 3                 | 0 / 0                    | --                               | 1                                | 0                                       |  |
|  |                  | Acuática           | 0 / 0                        | -2 / 3                 | 0 / 0                    | --                               | 1                                | 0                                       |  |
| <b>SOCIO-ECONOMICO</b>                                       | Estética         | Paisaje            | 4 / 6                        | -2 / 3                 | -1 / 1                   | 1                                | 2                                | 0                                       |  |
|  |                  | Recreación         | 1 / 6                        | 0 / 0                  | 0 / 0                    | 1                                | 0                                | 0                                       |  |
|  | Bienestar Social | Salud Pública      | 9 / 6                        | -2 / 3                 | -1 / 1                   | 1                                | 2                                | 0                                       |  |
|  |                  | Accidentes         | 0 / 0                        | 0 / 0                  | -1 / 1                   | --                               | 1                                | 0                                       |  |
|  |                  | Tránsito Vehicular | 0 / 0                        | 0 / 0                  | 0 / 0                    | --                               | 0                                | 0                                       |  |
|  |                  | Transito Peatonal  | 0 / 0                        | 0 / 0                  | 0 / 0                    | --                               | 0                                | 0                                       |  |
|  |                  | Empleo             | 5 / 4                        | 1 / 2                  | 2 / 1                    | 3                                | 0,00                             | 0                                       |  |
|  |                  | Servicios Públicos | 5 / 1                        | -1 / 3                 | -1 / 1                   | --                               | 2                                | 0                                       |  |
|  |                  | Economía           | 5 / 4                        | 2 / 3                  | 1 / 1                    | 3                                | 0                                | 0                                       |  |
|  |                  | Plusvalía          | 9 / 3                        | 1 / 1                  | 1 / 1                    | 3                                | 0                                | 0                                       |  |
| <b>NUMERO IMPACTOS POSITIVOS</b>                             |                  |                    | 7                            | 3                      | 3                        | 13                               |                                  |   |  |
| <b>NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS</b>                             |                  |                    | 3                            | 8                      | 7                        |                                  | 18                               |   |  |
| <b>SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS (Suma M x I)</b>         |                  |                    | 147                          | -47                    | -6                       |                                  |                                  | 94                                      |  |

## MATRIZ D2

| <b>MATRIZ D2: SIGNIFICANCIA DE IMPACTOS</b>   |                  |                    |                              |                        |                          |                         |
|---|------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">FACTORES AMBIENTALES</span> <span>ACCIONES</span> </div> |                  |                    |                              |                        |                          | SUMATORIA SIGNIFICANCIA |
|   |                  |                    | 1                            | 2                      | 3                        |                         |
| CAT.  | COMPONENTE       | ELEMENTO           | UTILIZACION DE LOS SERVICIOS | GENERACION DE RESIDUOS | MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA |                         |
| <b>FISICO</b>   | Suelos           | Capa Vegetal       | 0                            | -1                     | 0                        | -1                      |
|   |                  | Procesos Erosivos  | 0                            | 0                      | 0                        | 0                       |
|   | Agua Superficial | Calidad A.Sup.     | -3                           | -4                     | -1                       | -8                      |
|   | Agua             | Calidad A.Sub.     | -3                           | 0                      | 0                        | -3                      |
|   | Aire             | Calidad Aire       | -3                           | -15                    | -4                       | -22                     |
|   |                  | Ruido - Vibración  | 0                            | 0                      | -1                       | -1                      |
| <b>BIOTICO</b>  | Flora            | Vegetacion Natural | 0                            | 0                      | 0                        | 0                       |
|   |                  | Cultivos           | 0                            | 0                      | 0                        | 0                       |
|   | Fauna            | Terrestre, Aves    | 0                            | -15                    | 0                        | -15                     |
|   |                  | Acuática           | 0                            | -6                     | 0                        | -6                      |
| <b>SOCIO-ECONOMICO</b>  | Estética         | Paisaje            | 24                           | -6                     | -1                       | 17                      |
|   |                  | Recreación         | 6                            | 0                      | 0                        | 6                       |
|   | Bienestar Social | Salud Pública      | 54                           | -6                     | -1                       | 47                      |
|   |                  | Accidentes         | 0                            | 0                      | -1                       | -1                      |
|   |                  | Transito Vehicular | 0                            | 0                      | 0                        | 0                       |
|   |                  | Transito Peatonal  | 0                            | 0                      | 0                        | 0                       |
|   |                  | Empleo             | 20                           | 2                      | 2                        | 24                      |
|   |                  | Servicios Públicos | 5                            | -3                     | -1                       | 1                       |
|   |                  | Economía           | 20                           | 6                      | 1                        | 27                      |
|   |                  | Plusvalía          | 27                           | 1                      | 1                        | 29                      |
| <b>SUMATORIA SIGNIFICANCIA</b>  |                  |                    | <b>147</b>                   | <b>-47</b>             | <b>-6</b>                | <b>94</b>               |

## ETAPA 3

### OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### MATRIZ A3

| MATRIZ A3: INTERRELACION: ACCION - FACTORES AMBIENTALES |                  |                    |                                 |                   |                  |                                   |
|---|------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|------------------|-----------------------------------|
| FACTORES AMBIENTALES<br><br>ACCIONES                    |                  |                    | SERVICIOS BASICOS PAÑACOCHA     |                   |                  |                                   |
|   |                  |                    | ETAPA DE CIERRE Y ABANDONO      |                   |                  |                                   |
|   |                  |                    | DESAMANTEAMIENTO<br>CAMPAMENTOS | REPOSICION SUELOS | LIMPIEZA GENERAL | RETIRO DE EQUIPOS Y<br>MAQUINARIA |
| CAT.  | COMPONENTE       | ELEMENTO           | 1                               | 2                 | 3                | 4                                 |
| <b>FISICO</b>   | Suelos           | Capa Vegetal       | X                               | X                 | X                | X                                 |
|   |                  | Procesos Erosivos  |                                 |                   |                  |                                   |
|   | Agua Superficial | Calidad A.Sup.     |                                 |                   | X                | X                                 |
|   | Agua Subterránea | Calidad A.Sub.     |                                 |                   |                  |                                   |
|   | Aire             | Calidad Aire       | X                               | X                 | X                | X                                 |
|   |                  | Ruido - Vibración  | X                               | X                 | X                | X                                 |
| <b>BIOTICO</b>  | Flora            | Vegetación Natural |                                 | X                 | X                | X                                 |
|   |                  | Cultivos           |                                 |                   |                  |                                   |
|   | Fauna            | Terrestre, Aves    |                                 |                   |                  |                                   |
|   |                  | Acuática           |                                 |                   |                  |                                   |
| <b>SOCIO-ECONOMICO</b>                                  | Estética         | Paisaje            | X                               | X                 | X                | X                                 |
|   |                  | Recreación         |                                 |                   |                  |                                   |
|   | Bienestar Social | Salud Pública      | X                               | X                 | X                | X                                 |
|   |                  | Accidentes         | X                               | X                 | X                | X                                 |
|   |                  | Tránsito Vehicular | X                               | X                 | X                | X                                 |
|   |                  | Transito Peatonal  | X                               | X                 | X                | X                                 |
|   |                  | Empleo             | X                               | X                 | X                | X                                 |
|   |                  | Servicios Públicos | X                               | X                 | X                | X                                 |
|   |                  | Economía           | X                               | X                 | X                | X                                 |
| Plusvalía   | X                | X                  | X                               | X                 |                  |                                   |



# MATRIZ B3

| MATRIZ B3: IDENTIFICACION DE IMPACTOS         |                  |                    |                              |     |     |                   |    |    |                  |   |    |                                | NUMERO IMPACTOS POSITIVOS | NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS | SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS | VALORACION POSITIVOS | VALORACION NEGATIVOS |     |     |
|---|------------------|--------------------|------------------------------|-----|-----|-------------------|----|----|------------------|---|----|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|-----|-----|
| FACTORES AMB.                                 |                  |                    | ACCIONES                     |     |     |                   |    |    |                  |   |    |                                |                           |                           |                                  |                      |                      |     |     |
|   |                  |                    | 1                            |     |     | 2                 |    |    | 3                |   |    | 4                              |                           |                           |                                  |                      |                      |     |     |
|   |                  |                    | DESMANTELAMIENTO CAMPAMENTOS |     |     | REPOSICION SUELOS |    |    | LIMPIEZA GENERAL |   |    | RETIRO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA |                           |                           |                                  |                      |                      |     |     |
| CAT.  | COMPONENTE       | ELEMENTO           | B                            | B   | -1  | B                 | B  | -1 | M                | B | -4 | B                              | M                         | -2                        |                                  |                      |                      |     |     |
| FISICO  | Suelos           | Capa Vegetal       | B                            | B   | -1  | B                 | B  | -1 | M                | B | -4 | B                              | M                         | -2                        | 0                                | 4                    | 9                    | 0   | -9  |
|   |                  | Procesos Erosivos  | T                            | P   | 1   | M                 | P  | 2  | T                | P | 1  | T                              | P                         | 1                         | 0                                | 0                    | 0                    | 0   | 0   |
|   | Agua Superficial | Calidad A.Sup.     |                              |     |     | B                 | B  | -1 | B                | B | -1 | B                              | B                         | -1                        | 0                                | 3                    | 3                    | 0   | -3  |
|   |                  | Calidad A.Sub.     |                              |     |     | T                 | P  | 1  | T                | P | 1  | T                              | P                         | 1                         | 0                                | 0                    | 0                    | 0   | 0   |
|   | Aire             | Calidad Aire       | B                            | B   | -1  | B                 | B  | -1 | B                | B | -1 | B                              | B                         | -1                        | 0                                | 4                    | 5                    | 0   | -5  |
|   |                  | Ruido - Vibración  | T                            | P   | 1   | T                 | P  | 1  | T                | P | 1  | M                              | P                         | 2                         | 0                                | 4                    | 19                   | 0   | -19 |
| BIOTICO                                       | Flora            | Vegetación Natural |                              |     |     | B                 | B  | -1 | B                | B | -1 | B                              | B                         | -1                        | 0                                | 3                    | 3                    | 0   | -3  |
|   |                  | Cultivos           |                              |     |     | T                 | P  | 1  | T                | P | 1  | T                              | P                         | 1                         | 0                                | 0                    | 0                    | 0   | 0   |
|   | Fauna            | Terrestre, Aves    |                              |     |     |                   |    |    |                  |   |    |                                |                           |                           | 0                                | 0                    | 0                    | 0   | 0   |
|   |                  | Acuática           |                              |     |     |                   |    |    |                  |   |    |                                |                           |                           | 0                                | 0                    | 0                    | 0   | 0   |
| SOCIO-ECONOMICO                               | Estética         | Paisaje            | M                            | B   | -4  | B                 | M  | -2 | B                | M | -2 | B                              | B                         | -1                        | 0                                | 4                    | 9                    | 0   | -9  |
|   |                  | Recreación         | T                            | P   | 1   | T                 | P  | 1  | T                | P | 1  | T                              | P                         | 1                         | 0                                | 0                    | 0                    | 0   | 0   |
|   | Bienestar Social | Salud Pública      | B                            | B   | -1  | B                 | B  | -1 | B                | M | -2 | M                              | M                         | -5                        | 0                                | 4                    | 14                   | 0   | -14 |
|   |                  | Accidentes         | T                            | P   | 1   | T                 | P  | 1  | T                | P | 1  | M                              | P                         | 2                         | 0                                | 4                    | 12                   | 0   | -12 |
|   |                  | Tránsito Vehicular | M                            | B   | -4  | B                 | B  | -1 | B                | B | -1 | M                              | A                         | -6                        | 0                                | 4                    | 4                    | 0   | -4  |
|   |                  | Tránsito Peatonal  | T                            | P   | 1   | T                 | P  | 1  | T                | P | 1  | T                              | P                         | 1                         | 0                                | 4                    | 5                    | 0   | -5  |
|   |                  | Empleo             | B                            | B   | -1  | B                 | B  | -1 | B                | B | -1 | B                              | B                         | -1                        | 4                                | 0                    | 72                   | 72  | 0   |
|   |                  | Servicios Públicos | T                            | P   | 1   | T                 | P  | 1  | T                | P | 1  | M                              | P                         | 2                         | 0                                | 4                    | 5                    | 0   | -5  |
|   |                  | Economía           | B                            | B   | 1   | B                 | M  | 2  | B                | B | 1  | B                              | M                         | 2                         | 4                                | 0                    | 12                   | 12  | 0   |
|   |                  | Plusvalía          | T                            | P   | 1   | T                 | P  | 1  | T                | P | 1  | T                              | P                         | 1                         | 4                                | 0                    | 6                    | 6   | 0   |
| NUMERO IMPACTOS POSITIVOS                     |                  |                    | 3                            | 3   | 3   | 3                 | 12 |    |                  |   |    |                                |                           |                           |                                  |                      |                      |     |     |
| NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS                     |                  |                    | 9                            | 11  | 11  | 11                |    | 42 |                  |   |    |                                |                           |                           |                                  |                      |                      |     |     |
| SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS (Suma M x I) |                  |                    | 34                           | 36  | 34  | 74                |    |    | 178              |   |    |                                |                           |                           |                                  |                      |                      |     |     |
| VALORACION POSITIVOS                          |                  |                    | 19                           | 23  | 18  | 30                |    |    |                  |   |    |                                |                           |                           |                                  |                      | 90                   |     |     |
| VALORACION NEGATIVOS                          |                  |                    | -15                          | -13 | -16 | -44               |    |    |                  |   |    |                                |                           |                           |                                  |                      |                      | -88 |     |

### MATRIZ C3

| FACTORES AMBIENTALES                          |                  |                    | 0                            |                   |                  |                                | NUMERO IMPACTOS POSITIVOS | NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS | SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS |
|---|------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|
|   |                  |                    | 0                            |                   |                  |                                |                           |                           |                                  |
|   |                  |                    | 1                            | 2                 | 3                | 4                              |                           |                           |                                  |
|   |                  |                    | DESMANTELAMIENTO CAMPAMENTOS | REPOSICION SUELOS | LIMPIEZA GENERAL | RETIRO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA |                           |                           |                                  |
| CAT.  | COMPONENTE       | ELEMENTO           |                              |                   |                  |                                |                           |                           |                                  |
| FISICO  | Suelos           | Capa Vegetal       | -1 / 1                       | -1 / 2            | -4 / 1           | -2 / 1                         | ---                       | 4                         | 9                                |
|   |                  | Procesos Erosivos  | 0 / 0                        | 0 / 0             | 0 / 0            | 0 / 0                          | ---                       | 0                         | 0                                |
|   | Agua Superficial | 0 / 0              | -1 / 1                       | -1 / 1            | -1 / 1           | ---                            | 3                         | 3                         |                                  |
|   | Agua Subterránea | 0 / 0              | 0 / 0                        | 0 / 0             | 0 / 0            | ---                            | 0                         | 0                         |                                  |
|   | Aire             | Calidad Aire       | -1 / 1                       | -1 / 1            | -1 / 1           | -1 / 2                         | ---                       | 4                         | 5                                |
|   |                  | Ruido - Vibración  | -1 / 1                       | -1 / 1            | -1 / 1           | -8 / 2                         | ---                       | 4                         | 19                               |
| BIOTICO                                       | Flora            | Vegetación Natural | 0 / 0                        | -1 / 1            | -1 / 1           | -1 / 1                         | ---                       | 3                         | 3                                |
|   |                  | Cultivos           | 0 / 0                        | 0 / 0             | 0 / 0            | 0 / 0                          | ---                       | 0                         | 0                                |
|   | Fauna            | Terrestre, Aves    | 0 / 0                        | 0 / 0             | 0 / 0            | 0 / 0                          | ---                       | 0                         | 0                                |
|   |                  | Acuática           | 0 / 0                        | 0 / 0             | 0 / 0            | 0 / 0                          | ---                       | 0                         | 0                                |
| SOCIO-ECONOMICO                               | Estética         | Paisaje            | -4 / 1                       | -2 / 1            | -2 / 1           | -1 / 1                         | ---                       | 4                         | 9                                |
|   |                  | Recreación         | 0 / 0                        | 0 / 0             | 0 / 0            | 0 / 0                          | ---                       | 0                         | 0                                |
|   | Bienestar Social | Salud Pública      | -1 / 1                       | -1 / 1            | -2 / 1           | -5 / 2                         | ---                       | 4                         | 14                               |
|   |                  | Accidentes         | -4 / 1                       | -1 / 1            | -1 / 1           | -6 / 1                         | ---                       | 4                         | 12                               |
|   |                  | Tránsito Vehicular | -1 / 1                       | -1 / 1            | -1 / 1           | -1 / 1                         | ---                       | 4                         | 4                                |
|   |                  | Transito Peatonal  | -1 / 1                       | -1 / 1            | -1 / 1           | -1 / 2                         | ---                       | 4                         | 5                                |
|   |                  | Empleo             | 4 / 4                        | 5 / 4             | 4 / 4            | 5 / 4                          | 4                         | 0                         | 72                               |
|   |                  | Servicios Públicos | -1 / 1                       | -1 / 1            | -1 / 1           | -1 / 2                         | ---                       | 4                         | 5                                |
|   |                  | Economía           | 1 / 1                        | 2 / 1             | 1 / 1            | 2 / 4                          | 4                         | 0                         | 12                               |
|   |                  | Plusvalía          | 2 / 1                        | 1 / 1             | 1 / 1            | 2 / 1                          | 4                         | 0                         | 6                                |
| NUMERO IMPACTOS POSITIVOS                     |                  |                    | 3                            | 3                 | 3                | 3                              | 12                        |                           |                                  |
| NUMERO IMPACTOS NEGATIVOS                     |                  |                    | 9                            | 11                | 11               | 11                             | 42                        |                           |                                  |
| SUMATORIA SIGNIFICANCIA IMPACTOS (Suma M x I) |                  |                    | 34                           | 36                | 34               | 74                             |                           | 178                       |                                  |

### MATRIZ D3

| <b>MATRIZ D3: SIGNIFICANCIA DE IMPACTOS</b> |                   |                    |                              |                   |                  |                                |                                |
|---|-------------------|--------------------|------------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>FACTORES AMBIENTALES</b>                 |                   |                    | <b>ACCIONES</b>              |                   |                  |                                | <b>SUMATORIA SIGNIFICANCIA</b> |
|   |                   |                    | 1                            | 2                 | 3                | 4                              |                                |
| <b>CAT.</b>                                 | <b>COMPONENTE</b> | <b>ELEMENTO</b>    | DESMANTELAMIENTO CAMPAMENTOS | REPOSICION SUELOS | LIMPIEZA GENERAL | RETIRO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA |                                |
| <b>FISICO</b>                               | Suelos            | Capa Vegetal       | -1                           | -2                | -4               | -2                             | -9                             |
|   |                   | Procesos Erosivos  | 0                            | 0                 | 0                | 0                              | 0                              |
|   | Agua Superficial  | Calidad A.Sup.     | 0                            | -1                | -1               | -1                             | -3                             |
|   | Agua              | Calidad A.Sub.     | 0                            | 0                 | 0                | 0                              | 0                              |
|   | Aire              | Calidad Aire       | -1                           | -1                | -1               | -2                             | -5                             |
|   |                   | Ruido - Vibración  | -1                           | -1                | -1               | -16                            | -19                            |
| <b>BIOTICO</b>                              | Flora             | Vegetación Natural | 0                            | -1                | -1               | -1                             | -3                             |
|   |                   | Cultivos           | 0                            | 0                 | 0                | 0                              | 0                              |
|   | Fauna             | Terrestre, Aves    | 0                            | 0                 | 0                | 0                              | 0                              |
|   |                   | Acuática           | 0                            | 0                 | 0                | 0                              | 0                              |
| <b>SOCIO-ECONOMICO</b>                      | Estética          | Paisaje            | -4                           | -2                | -2               | -1                             | -9                             |
|   |                   | Recreación         | 0                            | 0                 | 0                | 0                              | 0                              |
|   | Bienestar Social  | Salud Pública      | -1                           | -1                | -2               | -10                            | -14                            |
|   |                   | Accidentes         | -4                           | -1                | -1               | -6                             | -12                            |
|   |                   | Transito Vehicular | -1                           | -1                | -1               | -1                             | -4                             |
|   |                   | Transito Peatonal  | -1                           | -1                | -1               | -2                             | -5                             |
|   |                   | Empleo             | 16                           | 20                | 16               | 20                             | 72                             |
|   |                   | Servicios Públicos | -1                           | -1                | -1               | -2                             | -5                             |
|   |                   | Economía           | 1                            | 2                 | 1                | 8                              | 12                             |
| Plusvalía                                   | 2                 | 1                  | 1                            | 2                 | 6                |                                |                                |
| <b>SUMATORIA SIGNIFICANCIA</b>              |                   |                    | <b>4</b>                     | <b>10</b>         | <b>2</b>         | <b>-14</b>                     | <b>2</b>                       |

### 5.10.5 Descripción de impactos

Las acciones que causan mayor impacto negativo en orden de valoración durante la etapa de construcción son:

*Tabla 5.8: Acciones ordenadas por su impacto negativo (Etapa Construcción).*

| <b>L1 SIGNIFICANCIA ORDENADO</b>         |                       |
|--|-----------------------|
| <b>TOTAL NEGATIVAS</b>                   |                       |
| <b>ACCION</b>                            | <b>VALORACION (-)</b> |
| OBRAS URBANISTICAS                       | -116                  |
| DESALOJO DE MATERIALES                   | -75                   |
| TRANSPORTE Y PROVISION DE MATERIALES     | -75                   |
| OBRAS DE VIALIDAD                        | -69                   |
| EXCAVACIONES Y LIMPIEZA DEL TERRENO      | -58                   |
| RESIDUOS Y ESCOMBROS                     | -47                   |
| DISPOSICION DE AGUAS LLUVIA Y RESIDUALES | -39                   |
| CAMPAMENTO E INSTALACIONES PROVISIONALES | -28                   |

Durante la fase de operación y mantenimiento son:

*Tabla 5.9: Acciones ordenadas por su impacto negativo (Etapa Operación).*

| <b>ACCION L2 SIGNIFICANCIA ORDENADO</b> |                      |
|---|----------------------|
| <b>TOTAL</b>                            |                      |
| <b>ACCION</b>                           | <b>SIGNIFICANCIA</b> |
| UTILIZACION DE LOS SERVICIOS            | -56                  |
| GENERACION DE RESIDUOS                  | -14                  |
| MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA                | -10                  |

Durante la fase de cierre y abandono son:

*Tabla 5.10: Acciones ordenadas por su impacto negativo (Etapa Abandono).*

| ACCION L3 SIGNIFICANCIA ORDENADO |               |
|----------------------------------|---------------|
| TOTAL                            |               |
| ACCION                           | SIGNIFICANCIA |
| RETIRO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA   | -44           |
| LIMPIEZA GENERAL                 | -16           |
| DESMANTELAMIENTO CAMPAMENTOS     | -15           |
| REPOSICION SUELOS                | -13           |

### 5.10.6. Resultados de la evaluación de impactos

Los impactos obtenidos en las matrices correspondientes se presentan a continuación:

*Tabla 5.11: Numero de impactos (Etapa Construcción).*

| FASE DE CONSTRUCCIÓN |                    |                   |
|----------------------|--------------------|-------------------|
| IMPACTOS POSITIVOS   | IMPACTOS NEGATIVOS | TOTAL DE IMPACTOS |
| 21                   | 107                | 128               |

Como se puede observar, en la fase de construcción se presentarán 128 impactos, de los cuales el 16,41% son positivos y el 83,59% son negativos.

*Tabla 5.12: Numero de impactos (Etapa Operación).*

| FASE DE OPERACIÓN  |                    |                   |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| IMPACTOS POSITIVOS | IMPACTOS NEGATIVOS | TOTAL DE IMPACTOS |
| 13                 | 18                 | 31                |

De forma similar, en la fase de operación se presentarán 31 impactos, de los cuales el 41,94% son positivos y el 58,06% son negativos.

*Tabla 5.13: Numero de impactos (Etapa Abandono).*

| FASE DE ABANDONO   |                    |                   |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| IMPACTOS POSITIVOS | IMPACTOS NEGATIVOS | TOTAL DE IMPACTOS |
| 12                 | 42                 | 54                |

En la fase de cierre y abandono se presentarán 54 impactos, de los cuales el 22,22% son positivos y el 77,78% son negativos.

En cuanto a la significancia de los factores ambientales, se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 5.14: Significancia de los factores ambientales (Etapa Construcción).*

| FASE DE CONSTRUCCIÓN    |                         |           |
|-------------------------|-------------------------|-----------|
| SIGNIFICANCIA POSITIVOS | SIGNIFICANCIA NEGATIVOS | SUMATORIA |
| 308                     | -519                    | 211       |

*Tabla 5.15: Significancia de los factores ambientales (Etapa Operación).*

| FASE DE OPERACIÓN       |                         |           |
|-------------------------|-------------------------|-----------|
| SIGNIFICANCIA POSITIVOS | SIGNIFICANCIA NEGATIVOS | SUMATORIA |
| 164                     | -80                     | 84        |

Tabla 5.16 Significancia de los factores ambientales (Etapa Abandono).

| FASE DE ABANDONO        |                         |           |
|-------------------------|-------------------------|-----------|
| SIGNIFICANCIA POSITIVOS | SIGNIFICANCIA NEGATIVOS | SUMATORIA |
| 90                      | -88                     | 2         |

Por su parte, los factores ambientales más afectados en la etapa constructiva serán en orden de importancia los siguientes:

Tabla 5.17: Factores ambientales más afectados negativamente (Construcción).

| ELEMENTO L1 SIGNIFICANCIA ORDENADO TOTAL |               |
|--|---------------|
| ELEMENTO                                 | SIGNIFICANCIA |
| Ruido - Vibración                        | -86           |
| Accidentes                               | -83           |
| Salud Pública                            | -58           |
| Paisaje                                  | -54           |
| Calidad Aire                             | -48           |
| Tránsito Peatonal                        | -31           |
| Vegetación Natural                       | -28           |
| Tránsito Vehicular                       | -25           |
| Capa Vegetal                             | -23           |
| Servicios Públicos                       | -21           |
| Calidad A.Sup.                           | -18           |
| Calidad A.Sub.                           | -10           |
| Terrestre, Aves                          | -8            |
| Procesos Erosivos                        | -6            |

### **5.10.7. Análisis de los resultados**

Como se puede apreciar el ruido, la salud pública y los accidentes son los factores más afectados durante el proceso constructivo debido a la presencia de maquinaria y equipos de construcción.

En cuanto a los elementos con significancia positiva se tiene la economía, el empleo y la plusvalía. En la fase de operación igualmente aparecen los mismos elementos y se incorpora también el paisaje y la recreación, que tiene mucha importancia principalmente por el impulso del turismo, en esta etapa prevalecen los impactos de carácter positivo con respecto a las actividades realizadas, esto se debe a la ampliación de servicios para el progreso de la población.

En la etapa de cierre y abandono, los elementos con mayor significancia negativa son: Accidentes, Ruido - Vibración, Capa vegetal y Salud Pública; mientras que el que tiene mayor significancia positiva es la generación de empleo.

Los impactos ambientales son evaluados de acuerdo al porcentaje obtenido en la matriz de Leopold, clasificados por factores geofísico, biótico, socio económico, estética y paisaje, interés humano, y actividades correspondientes en la etapa de construcción, y de operación y mantenimiento.



## CAPÍTULO VI Presupuestos y Cronogramas

### 6.1 Presupuestos

#### 6.1.1 Presupuesto agua potable

| <b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>   |  |        |          |                 |                  |
|--|--|--------|----------|-----------------|------------------|
| <b>CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA</b> |  |        |          |                 |                  |
| <b>CANTÓN EL CHACO PROVINCIA DE NAPO</b>   |  |        |          |                 |                  |
|  |  |        |          |                 | Hoja 01 de 02    |
| <b>TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS</b>            |  |        |          |                 |                  |
| RUBRO  | DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL     |
|  | <b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>   |        |          |                 | <b>2.593,06</b>  |
| 1  | Replanteo y nivelación del terreno   | M      | 3.362,70 | 0,69            | 2.320,26         |
| 2  | Desbroce y limpieza  | M2     | 80,00    | 3,41            | 272,80           |
|  | <b>COLOCACIÓN DE TUBERÍAS</b>  |        |          |                 | <b>40.874,87</b> |
| 3  | EXCAVACION MANUAL TIERRA   | M3     | 93,00    | 5,47            | 508,71           |
| 4  | EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA   | M3     | 2.143,62 | 2,58            | 5.530,54         |
| 5  | RELLENO COMPACTADO   | M3     | 2.460,28 | 6,28            | 15.450,56        |
| 6  | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 63mm 0.60 Mpa                                   | M      | 544,00   | 2,88            | 1.566,72         |
| 7  | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 50mm 0.60 Mpa                                   | M      | 1.558,50 | 2,32            | 3.615,72         |
| 8  | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 32mm 0.60 Mpa                                   | M      | 1.260,20 | 8,08            | 10.182,42        |
| 9  | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 110mm 0.63 Mpa                                  | M      | 210,00   | 8,08            | 1.696,80         |
| 10   | SUM. E INSTAL. CRUZ DE 50x50x32x32 PVC                                     | U      | 3,00     | 3,29            | 9,87             |
| 11   | SUM. E INSTAL. CRUZ DE 50x63x50x63 PVC                                     | U      | 1,00     | 3,77            | 3,77             |
| 12   | SUM. E INSTAL. CRUZ DE 50x63x32x50 PVC                                     | U      | 1,00     | 3,64            | 3,64             |
| 13   | SUM. E INSTAL. CRUZ DE 63x63x50x50 PVC                                     | U      | 1,00     | 3,77            | 3,77             |
| 14   | SUM. E INSTAL. TEE DE 50x50x50 PVC   | U      | 2,00     | 24,42           | 48,84            |
| 15   | SUM. E INSTAL. TEE DE 63x63x50 PVC   | U      | 3,00     | 3,25            | 9,75             |
| 16   | SUM. E INSTAL. TEE DE 50x50x32 PVC   | U      | 1,00     | 1,22            | 1,22             |
| 17   | SUM. E INSTAL. TEE DE 50x32x50 PVC   | U      | 10,00    | 1,22            | 12,20            |
| 18   | SUM. E INSTAL. CODO 90 50x50 PVC   | U      | 2,00     | 2,30            | 4,60             |
| 19   | SUM. E INSTAL. CODO 90 32x32 PVC   | U      | 1,00     | 13,13           | 13,13            |
| 20   | SUM. E INSTAL. CODO 90 63x63 PVC   | U      | 3,00     | 18,20           | 54,60            |
| 21   | SUM. E INSTAL. TAPON 32x32 PVC   | U      | 6,00     | 2,47            | 14,82            |
| 22   | SUM. E INSTAL. VALVULA HF 32mm   | U      | 4,00     | 14,66           | 58,64            |
| 23   | SUM. E INSTAL. VALVULA HF 50mm   | U      | 9,00     | 15,55           | 139,95           |
| 24   | BOCA DE FUEGO CONTRA INCENDIOS   | U      | 5,00     | 388,92          | 1.944,60         |
|  | <b>CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>  |        |          |                 | <b>45.433,60</b> |
| 25   | CONEXION DOMICILIARIA 1/2" CON MEDIDOR INCLUYE ACC. HF DECORADOS, TOMA INC | U      | 310,00   | 146,56          | 45.433,60        |
|  | <b>TANQUE AGUA POTABLE</b>   |        |          |                 | <b>13.602,04</b> |
| 26   | Acero de Refuerzo fy=4200 Kg/cm2   | KG     | 4.458,41 | 1,92            | 8.560,14         |
| 27   | HORMIGON SIMPLE fc=210 Kg/cm2  | M3     | 30,87    | 78,80           | 2.432,75         |
| 28   | REPLANTILLO HORMIGON SIMPLE fc=180 Kg/cm2                                  | M3     | 1,91     | 112,60          | 215,12           |
| 29   | SUM. E INSTAL. LLAVE COMPUERTA HF 110mm                                    | U      | 1,00     | 3,96            | 3,96             |

| Hoja 02 de 02 |   |    |       |              |                   |
|---------------|---|----|-------|--------------|-------------------|
| 30            | CAJA DE HORMIGON PARA VALVULAS              | U  | 1,00  | 32,42        | 32,42             |
| 31            | PINTURA LATEX IMPERMEABILIZANTE             | M2 | 88,00 | 3,96         | 348,48            |
| 32            | SUM. E INSTAL.CODO 90 PVC 200MM             | U  | 1,00  | 78,80        | 78,80             |
| 33            | SUM. E INSTAL.REJILLA DE DESAGUE            | U  | 1,00  | 16,36        | 16,36             |
| 34            | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 110mm            | M  | 4,00  | 7,70         | 30,80             |
| 35            | ACARREO Y COLOCACION SUB-BASE CLASE 3       | M3 | 4,50  | 18,02        | 81,08             |
| 36            | ACARREO Y COLOCACION PIEDRA BOLA            | M3 | 6,75  | 15,78        | 106,52            |
| 37            | CERRAMIENTO ALAMBRE DE PUAS                 | ml | 42,00 | 3,04         | 127,68            |
| 38            | POSTES PREFABRICADOS CERRAMIENTO            | U  | 22,00 | 60,17        | 1.323,74          |
| 39            | PUERTA CON MALLAS                           | U  | 1,00  | 244,19       | 244,19            |
|               | <b>PASO ELEVADO</b>                         |    |       |              | <b>3.077,26</b>   |
| 40            | EXCAVACION MANUAL TIERRA                    | M3 | 94,98 | 2,58         | 245,04            |
| 41            | SUM. E INSTAL. TUBOS PARA TORRE 30 CM e=6MM | M  | 15,60 | 9,17         | 143,05            |
| 42            | SUM. E INSTAL.CABLE DE ACERO 5/8"           | M  | 50,00 | 8,86         | 443,00            |
| 43            | HORMIGON CICLOPEO F'C = 180 KG/CM2          | M3 | 4,98  | 158,72       | 789,79            |
| 44            | ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2           | KG | 12,44 | 1,92         | 23,89             |
| 45            | SUM. E INSTAL. TUBERIA HF 110mm             | M  | 40,00 | 32,88        | 1.315,20          |
| 46            | SUM. E INSTAL. POLEA 15 CM X 4 CM           | U  | 1,00  | 42,29        | 42,29             |
| 47            | CAJA DE HORMIGON PARA VALVULAS              | U  | 1,00  | 32,42        | 32,42             |
| 48            | SUM. E INSTAL.VALVULA DESAGUE 110 MM        | U  | 1,00  | 42,58        | 42,58             |
|               |   |    |       | <b>Total</b> | <b>105.580,83</b> |

Nota: Estos precios No Incluyen IVA

Precio referencial total: CIENTO CINCO MIL QUINIENTOS OCHENTA CON OCHENTA Y TRES DOLARES, MAS IVA

El Chaco, junio del 2012

## 6.1.2 Presupuesto alcantarillado sanitario

| <b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>   |  |               |                 |                        |                      |
|--|--|---------------|-----------------|------------------------|----------------------|
| <b>CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA</b>                           |  |               |                 |                        |                      |
| <b>CANTÓN EL CHACO PROVINCIA DE NAPO</b>   |  |               |                 |                        |                      |
|  |  |               |                 |                        | <b>Hoja 01 de 01</b> |
| <b>TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS</b>  |  |               |                 |                        |                      |
| <b>RUBRO</b>   | <b>DESCRIPCION</b>   | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRECIO UNITARIO</b> | <b>PRECIO TOTAL</b>  |
|  | <b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>                               |               |                 |                        | <b>2.444,79</b>      |
| 1  | Replanteo y nivelación del terreno                         | m             | 3.150,00        | 0,69                   | 2.172,15             |
| 3  | Desbroce y limpieza  | m2            | 80,00           | 3,41                   | 272,64               |
|  | <b>COLOCACIÓN DE TUBERÍAS POZOS DE REVISIÓN</b>            |               |                 |                        | <b>181.427,96</b>    |
| 4  | Excavación a mano en fango h<=2 m.                         | m3            | 1.575,00        | 4,19                   | 6.596,10             |
| 5  | Excavación a máquina sin NF 2<h<=4 m                       | m3            | 1.205,64        | 2,71                   | 3.269,70             |
| 6  | Excavación a máquina sin NF h<=2 m                         | m3            | 2.340,36        | 2,26                   | 5.279,85             |
| 7  | Rasanteo de zanja a mano                                   | m2            | 1.575,11        | 0,94                   | 1.474,30             |
| 8  | Entibado de zanja varios usos h>=2m                        | m2            | 472,53          | 5,26                   | 2.487,04             |
| 17   | Relleno compactado con vibroapisonador, material del sitio | m3            | 3.546,00        | 3,91                   | 13.871,95            |
| 21   | Relleno compactado material mejorado (subbase tipo 2)      | m3            | 1.575,11        | 17,59                  | 27.709,34            |
| 12   | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=200mm                    | m             | 3.150,00        | 23,72                  | 74.704,28            |
| 13   | Pozo de revisión 1.5<h<=3m, f'c=210kg/cm2, con tapa HF     | u             | 40,00           | 927,67                 | 37.106,83            |
| 14   | Pozo de revisión 3<h<=4.5m, f'c=210kg/cm2, con tapa HF     | u             | 7,00            | 1.275,51               | 8.928,58             |
|  | <b>CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>                            |               |                 |                        | <b>58.340,14</b>     |
| 19   | Conexión domiciliaria 0.60x0.60 h<=2                       | u             | 310,00          | 81,54                  | 25.276,25            |
| 20   | Sum. Inst. Tub y acc. para conexión domicilio PVC          | u             | 310,00          | 106,66                 | 33.063,89            |
|  | <b>DESCARGA</b>  |               |                 |                        | <b>497,25</b>        |
| 24   | Hormigón simple f'c=180 kg/cm2, con encofrado              | m3            | 0,98            | 186,47                 | 182,74               |
| 15   | Acero de refuerzo con alambre galv.18                      | kg            | 70,00           | 2,11                   | 147,96               |
| 25   | Muro de gaviones calibre No 12                             | m3            | 1,50            | 73,55                  | 110,33               |
| 10   | Replantillo H.S. f'c=140 kg/cm2                            | m3            | 0,51            | 110,22                 | 56,21                |
|  | <b>Total</b>   |               |                 |                        | <b>242.710,14</b>    |
| Nota: Estos precios No Incluyen IVA  |  |               |                 |                        |                      |
| Precio referencial total: DOCIENTOS CUARENTA Y DOS SETECIENTOS DIEZ DOLARES CON CATORCE CENTAVOS (208.822,93), más IVA |  |               |                 |                        |                      |
| El Chaco, junio del 2012   |  |               |                 |                        |                      |

### 6.1.3 Presupuesto planta de tratamiento de aguas servidas

| PRESUPUESTO REFERENCIAL   |   |        |          |          |                  |
|---|---|--------|----------|----------|------------------|
| CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS SERVIDAS   |   |        |          |          |                  |
| CANTÓN EL CHACO PROVINCIA DE NAPO   |   |        |          |          |                  |
|   |   |        |          |          |                  |
|   |   |        |          |          | Hoja 01 de 01    |
| TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS  |   |        |          |          |                  |
| RUBRO   | DESCRIPCION   | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO   | PRECIO           |
|   |   |        |          | UNITARIO | TOTAL            |
|   | <b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>                        |        |          |          | <b>739,62</b>    |
| 1   | Replanteo y nivelación del terreno                  | M2     | 1.000,00 | 0,46     | 460,00           |
| 2   | Desbroce y limpieza                                 | M2     | 82,00    | 3,41     | 279,62           |
|   | <b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>                        |        |          |          | <b>17.407,42</b> |
| 3   | EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA                      | M3     | 924,39   | 2,58     | 2.384,93         |
| 4   | RELLENO COMPACTADO                                  | M3     | 100,00   | 6,28     | 628,00           |
| 5   | PUERTA TUB. Y MALLA GALVANIZADOS 1 1/2" 2.0M * 2.0M | U      | 1,00     | 316,80   | 316,80           |
| 6   | CERRAMIENTO ALAMBRE DE PUAS                         | ml     | 71,20    | 3,04     | 216,45           |
| 7   | POSTES PREFABRICADOS CERRAMIENTO                    | U      | 24,00    | 60,17    | 1.444,08         |
| 8   | CAJAS DE REVISION                                   | U      | 6,00     | 59,16    | 354,96           |
| 9   | MURO DE GAVIONES CALIBRE N°12                       | M3     | 164,00   | 73,55    | 12.062,20        |
|   | <b>SEDIMENTADOR Y FILTRO</b>                        |        |          |          | <b>23.268,93</b> |
| 10  | Acero de Refuerzo fy=4200 Kg/cm2                    | KG     | 4.319,61 | 1,92     | 8.293,65         |
| 11  | HORMIGON SIMPLE f'c=210 Kg/cm2                      | M3     | 43,23    | 136,28   | 5.891,38         |
| 12  | HORMIGON SIMPLE f'c=180 Kg/cm3                      | M3     | 3,28     | 135,53   | 444,54           |
| 13  | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 200mm                    | M      | 45,00    | 22,50    | 1.012,50         |
| 14  | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 110mm                    | M      | 25,80    | 8,08     | 208,46           |
| 15  | SUM. E INSTAL. TUBERIA PERFORADA PVC 50mm           | M      | 20,00    | 2,62     | 52,46            |
| 16  | Rejilla separador de solidos 65 x 65 mm             | U      | 6,00     | 68,76    | 412,56           |
| 17  | SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS               | GLOBAL | 1,00     | 5.535,23 | 5.535,23         |
| 18  | SUMINISTRO Y COLOCACION PIEDRA BOLA Ø20 CM          | M3     | 48,29    | 20,98    | 1.013,12         |
| 19  | CAJA DE HORMIGON PARA VALVULAS                      | U      | 2,00     | 32,42    | 64,84            |
| 20  | ACARREO Y COLOCACION SUB-BASE CLASE 3               | M3     | 8,16     | 18,02    | 147,03           |
| 21  | ACARREO Y COLOCACION PIEDRA BOLA                    | M3     | 12,24    | 15,78    | 193,15           |
|   |   |        | Total    |          | 41.415,96        |
| Nota: Estos precios No Incluyen IVA   |   |        |          |          |                  |
| Precio referencial total: CUARENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS QUINCE DOLARES CON NOVENTA Y SEIS CENTAVOS, MÁS IVA |   |        |          |          |                  |
|   | El Chaco, junio 2012                                |        |          |          |                  |

## 6.1.4 Presupuesto alcantarillado pluvial

| PRESUPUESTO REFERENCIAL   |  |        |              |                 |                   |
|---|--|--------|--------------|-----------------|-------------------|
| CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA |  |        |              |                 |                   |
| CANTÓN EL CHACO PROVINCIA DE NAPO   |  |        |              |                 |                   |
|   |  |        |              |                 |                   |
|   |  |        |              |                 | Hoja 01 de 01     |
| TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS                      |  |        |              |                 |                   |
| RUBRO   | DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD     | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL      |
|   | <b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>                               |        |              |                 | <b>1.092,61</b>   |
| 1   | Replanteo y nivelación del terreno                         | m      | 1.337,36     | 0,69            | 922,21            |
| 3   | Desbroce y limpieza  | m2     | 50,00        | 3,41            | 170,40            |
|   | <b>COLOCACIÓN DE TUBERÍAS POZOS DE REVISIÓN</b>            |        |              |                 | <b>313.463,59</b> |
| 4   | Excavación a mano en fango h<=2 m.                         | m3     | 290,93       | 4,19            | 1.218,41          |
| 5   | Excavación a máquina sin NF 2<h<=4 m                       | m3     | 4.603,00     | 2,71            | 12.483,34         |
| 6   | Excavación a máquina sin NF h<=2 m                         | m3     | 454,32       | 2,26            | 1.024,95          |
| 7   | Rasanteo de zanja a mano                                   | m2     | 2.674,72     | 0,94            | 2.503,54          |
| 8   | Entibado de zanja varios usos h>=2m                        | m2     | 401,21       | 5,26            | 2.111,64          |
| 17  | Relleno compactado con vibroapisonador, material del sitio | m3     | 5.057,32     | 3,91            | 19.784,24         |
| 21  | Relleno compactado material mejorado (subbase tipo 2)      | m3     | 1.069,89     | 17,59           | 18.821,47         |
| 26  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=250mm                    | m      | 420,00       | 25,91           | 10.883,77         |
| 27  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=400mm                    | m      | 210,00       | 60,64           | 12.734,85         |
| 28  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=475mm                    | m      | 108,00       | 93,63           | 10.112,51         |
| 29  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=525mm                    | m      | 63,00        | 118,63          | 7.473,71          |
| 30  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=640mm                    | m      | 570,00       | 134,43          | 76.627,77         |
| 31  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=1150mm                   | m      | 276,00       | 366,70          | 101.207,86        |
| 13  | Pozo de revisión 1.5<h<=3m, f'c=210kg/cm2, con tapa HF     | u      | 20,00        | 927,67          | 18.553,42         |
| 14  | Pozo de revisión 3<h<=4.5m, f'c=210kg/cm2, con tapa HF     | u      | 6,00         | 1.275,51        | 7.653,07          |
| 32  | Sumidero/calzada (con rejilla HF 0.7x0.6 m)                | u      | 68,00        | 151,02          | 10.269,07         |
| 33  | Rejilla HF 1x0.6 m   | m      | 56,00        | 231,43          | 12.960,10         |
|   | <b>DESCARGA</b>  |        |              |                 | <b>724,10</b>     |
| 11  | Hormigón simple f'c=210 kg/cm2, con encofrado              | m3     | 1,51         | 200,87          | 303,32            |
| 24  | Hormigón simple f'c=180 kg/cm2, con encofrado              | m3     | 0,40         | 186,47          | 74,59             |
| 15  | Acero de refuerzo con alambre galv.18                      | kg     | 84,99        | 2,11            | 179,64            |
| 25  | Muro de gaviones calibre No 12                             | m3     | 1,50         | 73,55           | 110,33            |
| 10  | Replanteo H.S. f'c=140 kg/cm2                              | m3     | 0,51         | 110,22          | 56,21             |
|   |  |        |              |                 |                   |
|   |  |        | <b>Total</b> |                 | <b>328.240,39</b> |

Nota: Estos precios No Incluyen IVA  
 Precio referencial total: TRECIENTOS QUINCE MIL DOCIENTOS OCHENTA DOLARES CON TREINTA CENTAVOS (315.280,30), más IVA

El Chaco, junio del 2012

## 6.2 Cronogramas

### 6.2.1 Cronograma agua potable

**CRONOGRAMA VALORADO**  
**CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA**  
**CANTÓN EL CHACO PROVINCIA DE NAPO**

Hoja 01 de 02

| RUBRO                           | DESCRIPCION  | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL | TIEMPO 180 DIAS |          |          |          |          |          |
|---------------------------------|--|--------|----------|-----------------|--------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                 |  |        |          |                 |              | 30DIAS          | 30DIAS   | 30DIAS   | 30DIAS   | 30DIAS   | 30DIAS   |
| <b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>    |  |        |          |                 |              |                 |          |          |          |          |          |
| 1                               | Replanteo y nivelación del terreno   | M      | 3362,70  | 0,69            | 2320,26      | 25,00%          | 25,00%   | 25,00%   | 25,00%   |          |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | 580,07          | 580,07   | 580,07   | 580,07   | -        | -        |
| 2                               | Desbroce y limpieza  | M2     | 80,00    | 3,41            | 272,80       | 25,00%          | 25,00%   | 25,00%   | 25,00%   |          |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | 68,20           | 68,20    | 68,20    | 68,20    | -        | -        |
| <b>COLOCACIÓN DE TUBERÍAS</b>   |  |        |          |                 |              |                 |          |          |          |          |          |
| 3                               | EXCAVACION MANUAL TIERRA   | M3     | 93,00    | 5,47            | 508,71       |                 |          | 30,00%   | 30,00%   | 20,00%   | 20,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | -        | 152,61   | 152,61   | 101,74   | 101,74   |
| 4                               | EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA   | M3     | 2143,62  | 2,58            | 5530,54      | 25,00%          | 25,00%   | 25,00%   | 25,00%   |          |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | 1.382,64        | 1.382,64 | 1.382,64 | 1.382,64 | -        | -        |
| 5                               | RELLENO COMPACTADO   | M3     | 2460,28  | 6,28            | 15450,56     | 10,00%          | 10,00%   | 20,00%   | 20,00%   | 20,00%   | 20,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | 1.545,06        | 1.545,06 | 3.090,11 | 3.090,11 | 3.090,11 | 3.090,11 |
| 6                               | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 63mm 0.60 Mpa                                   | M      | 544,00   | 2,88            | 1566,72      | 100,00%         |          |          |          |          |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | 1.566,72        | -        | -        | -        | -        | -        |
| 7                               | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 50mm 0.60 Mpa                                   | M      | 1558,50  | 2,32            | 3615,72      |                 | 25,00%   | 30,00%   | 20,00%   | 25,00%   |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | 903,93   | 1.084,72 | 723,14   | 903,93   | -        |
| 8                               | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 32mm 0.60 Mpa                                   | M      | 1260,20  | 8,08            | 10182,42     |                 |          |          | 30,00%   | 30,00%   | 40,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | -        | -        | 3.054,73 | 3.054,73 | 4.072,97 |
| 9                               | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 110mm 0.63 Mpa                                  | M      | 210,00   | 8,08            | 1696,80      | 100,00%         |          |          |          |          |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | 1.696,80        | -        | -        | -        | -        | -        |
| 10                              | SUM. E INSTAL. CRUZ DE 50x50x32x32 PVC                                     | U      | 3,00     | 3,29            | 9,87         |                 | 25,00%   | 30,00%   | 20,00%   | 15,00%   | 10,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | 2,47     | 2,96     | 1,97     | 1,48     | 0,99     |
| 11                              | SUM. E INSTAL. CRUZ DE 50x63x50x63 PVC                                     | U      | 1,00     | 3,77            | 3,77         | 100,00%         |          |          |          |          |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | 3,77            | -        | -        | -        | -        | -        |
| 12                              | SUM. E INSTAL. CRUZ DE 50x63x32x50 PVC                                     | U      | 1,00     | 3,64            | 3,64         | 100,00%         |          |          |          |          |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | 3,64            | -        | -        | -        | -        | -        |
| 13                              | SUM. E INSTAL. CRUZ DE 63x63x50x50 PVC                                     | U      | 1,00     | 3,77            | 3,77         | 100,00%         |          |          |          |          |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | 3,77            | -        | -        | -        | -        | -        |
| 14                              | SUM. E INSTAL. TEE DE 50x50x50 PVC   | U      | 2,00     | 24,42           | 48,84        |                 |          | 20,00%   | 40,00%   | 20,00%   | 20,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | -        | 9,77     | 19,54    | 9,77     | 9,77     |
| 15                              | SUM. E INSTAL. TEE DE 63x63x50 PVC   | U      | 3,00     | 3,25            | 9,75         | 100,00%         |          |          |          |          |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | 9,75            | -        | -        | -        | -        | -        |
| 16                              | SUM. E INSTAL. TEE DE 50x50x32 PVC   | U      | 1,00     | 1,22            | 1,22         |                 |          |          | 40,00%   | 40,00%   | 20,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | -        | -        | 0,49     | 0,49     | 0,24     |
| 17                              | SUM. E INSTAL. TEE DE 50x32x50 PVC   | U      | 10,00    | 1,22            | 12,20        |                 |          |          | 40,00%   | 40,00%   | 20,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | -        | -        | 4,88     | 4,88     | 2,44     |
| 18                              | SUM. E INSTAL. CODO 90 50x50 PVC   | U      | 2,00     | 2,30            | 4,60         |                 |          | 20,00%   | 40,00%   | 40,00%   |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | -        | 0,92     | 1,84     | 1,84     | -        |
| 19                              | SUM. E INSTAL. CODO 90 32x32 PVC   | U      | 1,00     | 13,13           | 13,13        |                 |          |          |          | 50,00%   | 50,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | -        | -        | -        | 6,57     | 6,57     |
| 20                              | SUM. E INSTAL. CODO 90 63x63 PVC   | U      | 3,00     | 18,20           | 54,60        | 100,00%         |          |          |          |          |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | 54,60           | -        | -        | -        | -        | -        |
| 21                              | SUM. E INSTAL. TAPON 32x32 PVC   | U      | 6,00     | 2,47            | 14,82        |                 |          |          | 20,00%   | 40,00%   | 40,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | -        | -        | 2,96     | 5,93     | 5,93     |
| 22                              | SUM. E INSTAL. VALVULA HF 32mm   | U      | 4,00     | 14,66           | 58,64        |                 |          |          | 20,00%   | 40,00%   | 40,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | -        | -        | 11,73    | 23,46    | 23,46    |
| 23                              | SUM. E INSTAL. VALVULA HF 50mm   | U      | 9,00     | 15,55           | 139,95       |                 |          | 20,00%   | 40,00%   | 40,00%   |          |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | -        | 27,99    | 55,98    | 55,98    | -        |
| 24                              | BOCA DE FUEGO CONTRA INCENDIOS   | U      | 5,00     | 388,92          | 1944,60      |                 | 20,00%   |          | 40,00%   |          | 40,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | -               | 388,92   | -        | 777,84   | -        | 777,84   |
| <b>CONEXIONES DOMICILIARIAS</b> |  |        |          |                 |              |                 |          |          |          |          |          |
| 25                              | CONEXION DOMICILIARIA 1/2" CON MEDIDOR INCLUYE ACC. HF DECORADOS, TOMA INC | U      | 310,00   | 146,56          | 45433,60     | 10,00%          | 10,00%   | 20,00%   | 20,00%   | 20,00%   | 20,00%   |
|                                 |  |        |          |                 |              | 4.543,36        | 4.543,36 | 9.086,72 | 9.086,72 | 9.086,72 | 9.086,72 |

Hoja 02 de 02

| TANQUE AGUA POTABLE         |  |    |         |        |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
|-----------------------------|--|----|---------|--------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 26                          | Acero de Refuerzo fy=4200 Kg/cm2             | KG | 4458,41 | 1,92   | 8560,14           | 70,00%           | 30,00%           | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 5,992,10         | 2,568,04         |                  |                  |                  |                   |
| 27                          | HORMIGON SIMPLE fc=210 Kg/cm2                | M3 | 30,87   | 78,80  | 2432,79           | 70,00%           | 30,00%           | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 1,702,95         | 729,84           |                  |                  |                  |                   |
| 28                          | REPLANTILLO HORMIGON SIMPLE fc=180 Kg/cm2    | M3 | 1,91    | 112,60 | 215,12            | 100,00%          |                  | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 215,12           |                  |                  |                  |                  |                   |
| 29                          | SUM. E INSTAL. LLAVE COMPUERTA HF 110mm      | U  | 1,00    | 3,96   | 3,96              |                  | 100,00%          | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   |                  | 3,96             |                  |                  |                  |                   |
| 30                          | CAJA DE HORMIGON PARA VALVULAS               | U  | 1,00    | 32,42  | 32,42             | 100,00%          |                  | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 32,42            |                  |                  |                  |                  |                   |
| 31                          | PINTURA LATEX IMPERMEABILIZANTE              | M2 | 88,00   | 3,96   | 348,48            |                  | 100,00%          | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   |                  | 348,48           |                  |                  |                  |                   |
| 32                          | SUM. E INSTAL.CODO 90 PVC 200MM              | U  | 1,00    | 78,80  | 78,80             | 100,00%          |                  | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 78,80            |                  |                  |                  |                  |                   |
| 33                          | SUM. E INSTAL.REJILLA DE DESAGUE             | U  | 1,00    | 16,36  | 16,36             |                  | 100,00%          | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   |                  | 16,36            |                  |                  |                  |                   |
| 34                          | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 110mm             | M  | 4,00    | 7,70   | 30,80             | 100,00%          |                  | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 30,80            |                  |                  |                  |                  |                   |
| 35                          | ACARREO Y COLOCACION SUB-BASE CLASE 3        | M3 | 4,50    | 18,02  | 81,08             | 100,00%          |                  | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 81,08            |                  |                  |                  |                  |                   |
| 36                          | ACARREO Y COLOCACION PIEDRA BOLA             | M3 | 6,75    | 15,78  | 106,52            | 100,00%          |                  | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 106,52           |                  |                  |                  |                  |                   |
| 37                          | CERRAMIENTO ALAMBRE DE PUAS                  | ml | 42,00   | 3,04   | 127,68            |                  | 100,00%          | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   |                  | 127,68           |                  |                  |                  |                   |
| 38                          | POSTES PREFABRICADOS CERRAMIENTO             | U  | 22,00   | 60,17  | 1323,74           |                  | 100,00%          | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   |                  | 1.323,74         |                  |                  |                  |                   |
| 38                          | PUERTA CON MALLAS                            | U  | 1,00    | 244,19 | 244,19            |                  | 100,00%          | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   |                  | 244,19           |                  |                  |                  |                   |
| <b>PASO ELEVADO</b>         |  |    |         |        |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
| 40                          | EXCAVACION MANUAL TIERRA                     | M3 | 94,98   | 2,58   | 245,04            | 100,00%          |                  | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 245,04           |                  |                  |                  |                  |                   |
| 41                          | SUM. E INSTAL. TUBOS PARA TORRE 30 CM e= 6MM | M  | 15,60   | 9,17   | 143,05            | 100,00%          |                  | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 143,05           |                  |                  |                  |                  |                   |
| 42                          | SUM. E INSTAL.CABLE DE ACERO 5/8"            | M  | 50,00   | 8,86   | 443,00            | 100,00%          |                  | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 443,00           |                  |                  |                  |                  |                   |
| 43                          | HORMIGON CICLOPEO FC = 180 KG/CM2            | M3 | 4,98    | 158,72 | 789,79            | 100,00%          |                  | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 789,79           |                  |                  |                  |                  |                   |
| 44                          | ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2            | KG | 12,44   | 1,92   | 23,89             | 50,00%           | 50,00%           | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 11,95            | 11,95            |                  |                  |                  |                   |
| 45                          | SUM. E INSTAL. TUBERIA HF 110mm              | M  | 40,00   | 32,88  | 1315,20           | 50,00%           | 50,00%           | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 657,60           | 657,60           |                  |                  |                  |                   |
| 46                          | SUM. E INSTAL. POLEA 15 CM X 4 CM            | U  | 1,00    | 42,29  | 42,29             | 50,00%           | 50,00%           | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 21,15            | 21,15            |                  |                  |                  |                   |
| 47                          | CAJA DE HORMIGON PARA VALVULAS               | U  | 1,00    | 32,42  | 32,42             | 100,00%          |                  | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   | 32,42            |                  |                  |                  |                  |                   |
| 48                          | SUM. E INSTAL.VALVULA DESAGUE 110 MM         | U  | 1,00    | 42,58  | 42,58             |                  | 100,00%          | -                | -                | -                | -                 |
|                             |  |    |         |        |                   |                  | 42,58            |                  |                  |                  |                   |
| <b>Total</b>                |  |    |         |        | <b>105.580,87</b> |                  |                  |                  |                  |                  |                   |
| <b>MONTO PARCIAL</b>        |  |    |         |        |                   | <b>22.042,15</b> | <b>15.510,19</b> | <b>15.486,70</b> | <b>19.015,45</b> | <b>16.347,62</b> | <b>17.178,77</b>  |
| <b>PORCENTAJE PARCIAL</b>   |  |    |         |        |                   | <b>20,88%</b>    | <b>14,69%</b>    | <b>14,67%</b>    | <b>18,01%</b>    | <b>15,48%</b>    | <b>16,27%</b>     |
| <b>MONTO ACUMULADO</b>      |  |    |         |        |                   | <b>22.042,15</b> | <b>37.552,34</b> | <b>53.039,04</b> | <b>72.054,49</b> | <b>88.402,11</b> | <b>105.580,88</b> |
| <b>PORCENTAJE ACUMULADO</b> |  |    |         |        |                   | <b>20,88%</b>    | <b>35,57%</b>    | <b>50,24%</b>    | <b>68,25%</b>    | <b>83,73%</b>    | <b>100,00%</b>    |

## 6.2.2 Cronograma alcantarillado sanitario

**CRONOGRAMA VALORADO**  
**CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA**  
 CANTÓN EL CHACO PROVINCIA DE NAPO

Hoja 01 de 01

| RUBRO   | DESCRIPCION   | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL      | TIEMPO 180 DIAS |           |            |            |            |            |          |           |          |           |
|---|---|--------|----------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------|------------|------------|------------|------------|----------|-----------|----------|-----------|
|   |   |        |          |                 |                   | 30DIAS          | 30DIAS    | 30DIAS     | 30DIAS     | 30DIAS     | 30DIAS     |          |           |          |           |
| <b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>                    |   |        |          |                 |                   |                 |           |            |            |            |            |          |           |          |           |
| 1   | Replanteo y nivelación del terreno                        | m      | 3.150,00 | 0,69            | 2.172,15          | 25,00%          | 543,04    | 25,00%     | 543,04     | 25,00%     | 543,04     | 25,00%   | 543,04    | -        | -         |
| 3   | Desbroce y limpieza                                       | m2     | 80,00    | 3,41            | 272,64            | 100,00%         | 272,64    | -          | -          | -          | -          | -        | -         | -        | -         |
| <b>COLOCACIÓN DE TUBERÍAS POZOS DE REVISIÓN</b> |   |        |          |                 |                   |                 |           |            |            |            |            |          |           |          |           |
| 4   | Excavación a mano en fango h<=2 m.                        | m3     | 1.575,00 | 4,19            | 6.596,10          | 50,00%          | 3.298,05  | 50,00%     | 3.298,05   | -          | -          | -        | -         | -        | -         |
| 5   | Excavación a máquina sin NF 2<h<=4 m                      | m3     | 1.205,64 | 2,71            | 3.269,70          | 30,00%          | 980,91    | 30,00%     | 980,91     | 30,00%     | 980,91     | 10,00%   | 326,97    | -        | -         |
| 6   | Excavación a máquina sin NF h<=2 m                        | m3     | 2.340,36 | 2,26            | 5.279,85          | 30,00%          | 1.583,96  | 30,00%     | 1.583,96   | 30,00%     | 1.583,96   | 10,00%   | 527,99    | -        | -         |
| 7   | Rasanteo de zanja a mano                                  | m2     | 1.575,11 | 0,94            | 1.474,30          | 30,00%          | 442,29    | 30,00%     | 442,29     | 30,00%     | 442,29     | 10,00%   | 147,43    | -        | -         |
| 8   | Entibado de zanja varios usos h>=2m                       | m2     | 472,53   | 5,26            | 2.487,04          | 25,00%          | 621,76    | 25,00%     | 621,76     | 25,00%     | 621,76     | 25,00%   | 621,76    | -        | -         |
| 17  | Relleno compactado con vibropisonador, material del sitio | m3     | 3.546,00 | 3,91            | 13.871,95         | -               | -         | 20,00%     | 2.774,39   | 20,00%     | 2.774,39   | 20,00%   | 2.774,39  | 20,00%   | 2.774,39  |
| 21  | Relleno compactado material mejorado (subbase tipo 2)     | m3     | 1.575,11 | 17,59           | 27.709,34         | -               | -         | 20,00%     | 5.541,87   | 20,00%     | 5.541,87   | 20,00%   | 5.541,87  | 20,00%   | 5.541,87  |
| 12  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=200mm                   | m      | 3.150,00 | 23,72           | 74.704,28         | -               | -         | 25,00%     | 18.676,07  | 25,00%     | 18.676,07  | 25,00%   | 18.676,07 | 25,00%   | 18.676,07 |
| 13  | Pozo de revisión 1.5<h<=3m, Fc=210kg/cm2, con tapa HF     | u      | 40,00    | 927,67          | 37.106,83         | -               | -         | 25,00%     | 9.276,71   | 25,00%     | 9.276,71   | 25,00%   | 9.276,71  | 25,00%   | 9.276,71  |
| 14  | Pozo de revisión 3<h<=4.5m, Fc=210kg/cm2, con tapa HF     | u      | 7,00     | 1.275,51        | 8.928,58          | -               | -         | -          | -          | -          | 50,00%     | 4.464,29 | 50,00%    | 4.464,29 |           |
| <b>CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>                 |   |        |          |                 |                   |                 |           |            |            |            |            |          |           |          |           |
| 19  | Conexión domiciliaria 0.60x0.60 h<=2                      | u      | 310,00   | 81,54           | 25.276,25         | -               | -         | 25,00%     | 6.319,06   | 25,00%     | 6.319,06   | 25,00%   | 6.319,06  | 25,00%   | 6.319,06  |
| 20  | Sum. Inst. Tub y acc. para conexión domicilio PVC         | u      | 310,00   | 106,66          | 33.063,89         | -               | -         | 25,00%     | 8.265,97   | 25,00%     | 8.265,97   | 25,00%   | 8.265,97  | 25,00%   | 8.265,97  |
| <b>DES CARGA</b>                                |   |        |          |                 |                   |                 |           |            |            |            |            |          |           |          |           |
| 24  | Hormigón simple Fc=180 kg/cm2, con encofrado              | m3     | 0,98     | 186,47          | 182,74            | -               | -         | -          | -          | -          | -          | -        | -         | 100,00%  | 182,74    |
| 15  | Acero de refuerzo con alambre galv.18                     | kg     | 70,00    | 2,11            | 147,96            | -               | -         | -          | -          | -          | -          | -        | -         | 100,00%  | 147,96    |
| 25  | Muro de gaviones calibre No 12                            | m3     | 1,50     | 73,55           | 110,33            | -               | -         | -          | -          | -          | -          | -        | -         | 100,00%  | 110,33    |
| 10  | Replanteo H.S. f'c=140 kg/cm2                             | m3     | 0,51     | 110,22          | 56,21             | -               | -         | -          | -          | -          | -          | -        | -         | 100,00%  | 56,21     |
| <b>Total</b>                                    |   |        |          |                 | <b>242.710,14</b> |                 |           |            |            |            |            |          |           |          |           |
| <b>MONTO PARCIAL</b>                            |   |        |          |                 |                   | 7.742,64        | 58.324,07 | 55.026,02  | 57.485,54  | 55.318,36  | 8.813,50   |          |           |          |           |
| <b>PORCENTAJE PARCIAL</b>                       |   |        |          |                 |                   | 3,19%           | 24,03%    | 22,67%     | 23,68%     | 22,79%     | 3,63%      |          |           |          |           |
| <b>MONTO ACUMULADO</b>                          |   |        |          |                 |                   | 7.742,64        | 66.066,71 | 121.092,73 | 178.578,27 | 233.896,63 | 242.710,14 |          |           |          |           |
| <b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>                     |   |        |          |                 |                   | 3,19%           | 27,22%    | 49,89%     | 73,58%     | 96,37%     | 100,00%    |          |           |          |           |



## 6.2.3 Cronograma planta de tratamiento de aguas servidas

**CRONOGRAMA VALORADO**  
**CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PRIMARIO DE AGUAS SERVIDAS**  
**CANTÓN EL CHACO PROVINCIA DE NAPO**

Hoja 01 de 01

| RUBRO                        | DESCRIPCION   | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO   | PRECIO           | TIEMPO 90 |          |           |           |           |           |          |
|------------------------------|---|--------|----------|----------|------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|                              |   |        |          | UNITARIO | TOTAL            | 15DIAS    | 15DIAS   | 15DIAS    | 15DIAS    | 15DIAS    | 15DIAS    |          |
| <b>TRABAJOS PRELIMINARES</b> |   |        |          |          |                  |           |          |           |           |           |           |          |
| 1                            | Replanteo y nivelación del terreno                  | M      | 1000,00  | 0,46     | 460,00           | 25,00%    | 25,00%   | 25,00%    | 25,00%    |           |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | 115,00    | 115,00   | 115,00    | 115,00    | -         | -         |          |
| 2                            | Desbroce y limpieza                                 | M2     | 82,00    | 3,41     | 279,62           | 30,00%    | 40,00%   | 30,00%    |           |           |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | 83,89     | 111,85   | 83,89     | -         | -         | -         |          |
| <b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b> |   |        |          |          |                  |           |          |           |           |           |           |          |
| 3                            | EXCAVACION A MAQUINA EN TIERRA                      | M3     | 924,39   | 2,58     | 2384,9262        | 30,00%    | 30,00%   | 40,00%    |           |           |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | 715,48    | 715,48   | 953,97    | -         | -         | -         |          |
| 4                            | RELLENO COMPACTADO                                  | M3     | 100      | 6,28     | 628              | 25,00%    | 25,00%   | 25,00%    | 25,00%    |           |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | 157,00    | 157,00   | 157,00    | 157,00    | -         | -         |          |
| 5                            | PUERTA TUB. Y MALLA GALVANIZADOS 1 1/2" 2.0M * 2.0M | U      | 1        | 316,8012 | 316,8012         |           |          |           |           | 100,00%   |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | -         | -         | 316,80    | -         |          |
| 6                            | CERRAMIENTO ALAMBRE DE PUAS                         | ml     | 71,2     | 3,04     | 216,448          |           |          |           |           | 30,00%    | 40,00%    | 30,00%   |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | -         | 64,93     | 86,58     | 64,93     |          |
| 7                            | POSTES PREFABRICADOS CERRAMIENTO                    | U      | 24       | 60,17    | 1444,08          |           |          |           |           | 30,00%    | 40,00%    | 30,00%   |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | -         | 433,22    | 577,63    | 433,22    |          |
| 8                            | CAJAS DE REVISION                                   | U      | 6        | 59,16    | 354,96           |           |          |           | 50,00%    | 50,00%    |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | 177,48    | 177,48    | -         | -         |          |
| 9                            | MURO DE GAVIONES CALIBRE N°12                       | M3     | 164      | 73,55    | 12062,2          |           |          |           |           | 30,00%    | 30,00%    | 40,00%   |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | 3.618,66  | 3.618,66  | 4.824,88  | -         |          |
| <b>SEDIMENTADOR Y FILTRO</b> |   |        |          |          |                  |           |          |           |           |           |           |          |
| 11                           | Acero de Refuerzo fy=4200 Kg/cm2                    | KG     | 4319,61  | 1,92     | 8293,6512        |           |          |           | 40,00%    | 60,00%    |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | 3.317,46 | 4.976,19  | -         | -         | -         |          |
| 12                           | HORMIGON SIMPLE fc=210 Kg/cm2                       | M3     | 43,23    | 136,28   | 5891,3844        |           |          |           | 100,00%   |           |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | 5.891,38  | -         | -         | -         |          |
| 13                           | HORMIGON SIMPLE fc=180 Kg/cm3                       | M3     | 3,28     | 135,53   | 444,5384         | 80,00%    |          |           |           | 20,00%    |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | 355,63    | -        | -         | -         | 88,91     | -         |          |
| 14                           | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 200mm                    | M      | 45       | 22,5     | 1012,5           |           |          |           | 40,00%    | 40,00%    | 20,00%    |          |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | 405,00    | 405,00    | 202,50    | -         |          |
| 15                           | SUM. E INSTAL. TUBERIA PVC 110mm                    | M      | 25,8     | 8,08     | 208,464          |           |          |           | 40,00%    | 40,00%    | 20,00%    |          |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | 83,39     | 83,39     | 41,69     | -         |          |
| 16                           | SUM. E INSTAL. TUBERIA PERFORADA PVC 50mm           | M      | 20       | 2,6232   | 52,464           |           |          |           |           | 50,00%    | 50,00%    |          |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | -         | 26,23     | 26,23     | -         |          |
| 17                           | Rejilla separador de solidos 65 x 65 mm             | U      | 6        | 68,76    | 412,56           |           |          |           |           |           |           | 100,00%  |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | -         | -         | -         | -         | 412,56   |
| 18                           | SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACCESORIOS               | GLOBAL | 1        | 5535,228 | 5535,228         |           |          |           | 30,00%    | 30,00%    | 30,00%    | 10,00%   |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | 1.660,57  | 1.660,57  | 1.660,57  | -         | 553,52   |
| 19                           | SUMINISTRO Y COLOCACION PIEDRA BOLA Ø20 CM          | M3     | 48,29    | 20,98    | 1013,1242        |           |          |           |           |           |           | 100,00%  |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | -         | -         | -         | -         | 1.013,12 |
| 20                           | CAJA DE HORMIGON PARA VALVULAS                      | U      | 2        | 32,42    | 64,84            |           |          |           | 30,00%    | 70,00%    |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | -        | 19,45     | 45,39     | -         | -         |          |
| 21                           | ACARREO Y COLOCACION SUB-BASE CLASE 3               | M3     | 8,16     | 18,018   | 147,02688        |           |          |           | 100,00%   |           |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | 147,03   | -         | -         | -         | -         |          |
| 22                           | ACARREO Y COLOCACION PIEDRA BOLA                    | M3     | 12,24    | 15,78    | 193,1472         |           |          |           | 100,00%   |           |           |          |
|                              |   |        |          |          |                  | -         | 193,15   | -         | -         | -         | -         |          |
| <b>Total</b>                 |   |        |          |          | <b>41.415,96</b> |           |          |           |           |           |           |          |
| <b>MONTO PARCIAL</b>         |   |        |          |          |                  | 1.426,99  | 4.756,96 | 18.141,98 | 6.875,78  | 7.736,89  | 2.477,37  |          |
| <b>PORCENTAJE PARCIAL</b>    |   |        |          |          |                  | 3,45%     | 11,49%   | 43,80%    | 16,60%    | 18,68%    | 5,98%     |          |
| <b>MONTO ACUMULADO</b>       |   |        |          |          |                  | 1.426,99  | 6.183,95 | 24.325,93 | 31.201,71 | 38.938,60 | 41.415,97 |          |
| <b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>  |   |        |          |          |                  | 3,45%     | 14,93%   | 58,74%    | 75,34%    | 94,02%    | 100,00%   |          |

## 6.2.4 Cronograma alcantarillado pluvial

**CRONOGRAMA VALORADO**  
**CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA**  
 CANTÓN EL CHACO PROVINCIA DE NAPO

Hoja 01 de 01

| RUBRO   | DESCRIPCION   | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL      | TIEMPO 180 DIAS |           |           |            |            |            |        |           |         |           |       |          |
|---|---|--------|----------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|--------|-----------|---------|-----------|-------|----------|
|   |   |        |          |                 |                   | 30DIAS          | 30DIAS    | 30DIAS    | 30DIAS     | 30DIAS     | 30DIAS     |        |           |         |           |       |          |
| <b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>                    |   |        |          |                 |                   |                 |           |           |            |            |            |        |           |         |           |       |          |
| 1   | Replanteo y nivelación del terreno                        | m      | 1.337,36 | 0,69            | 922,21            | 20,00%          | 184,44    | 20,00%    | 184,44     | 20,00%     | 184,44     | 20,00% | 184,44    | 20,00%  | 184,44    | -     |          |
| 3   | Desbroce y limpieza                                       | m2     | 50,00    | 3,41            | 170,40            | 100,00%         | 170,40    | -         | -          | -          | -          | -      | -         | -       | -         | -     |          |
| <b>COLOCACIÓN DE TUBERÍAS POZOS DE REVISIÓN</b> |   |        |          |                 |                   |                 |           |           |            |            |            |        |           |         |           |       |          |
| 4   | Excavación a mano en fango h<=2 m.                        | m3     | 290,93   | 4,19            | 1.218,41          | 10,00%          | 121,84    | 10,00%    | 121,84     | 40,00%     | 487,37     | 35,00% | 426,45    | 5,00%   | 60,92     | -     |          |
| 5   | Excavación a máquina sin NF 2-ch<=4 m                     | m3     | 4.603,00 | 2,71            | 12.483,34         | 10,00%          | 1.248,33  | 10,00%    | 1.248,33   | 40,00%     | 4.993,33   | 35,00% | 4.369,17  | 5,00%   | 624,17    | -     |          |
| 6   | Excavación a máquina sin NF h<=2 m                        | m3     | 454,32   | 2,26            | 1.024,95          | 10,00%          | 102,49    | 10,00%    | 102,49     | 40,00%     | 409,98     | 35,00% | 358,73    | 5,00%   | 51,25     | -     |          |
| 7   | Rasanteo de zanja a mano                                  | m2     | 2.674,72 | 0,94            | 2.503,54          | -               | -         | 33,00%    | 826,17     | 33,00%     | 826,17     | 34,00% | 851,20    | -       | -         | -     |          |
| 8   | Entibado de zanja varios usos h>=2m                       | m2     | 401,21   | 5,26            | 2.111,64          | 25,00%          | 527,91    | 25,00%    | 527,91     | 25,00%     | 527,91     | 25,00% | 527,91    | -       | -         | -     |          |
| 17  | Relleno compactado con vibrapisonador, material del sitio | m3     | 5.057,32 | 3,91            | 19.784,24         | -               | -         | 7,88%     | 1.559,00   | 5,22%      | 1.032,74   | 39,99% | 7.911,72  | 37,64%  | 7.446,79  | 9,27% | 1.834,00 |
| 21  | Relleno compactado material mejorado (subbase tipo 2)     | m3     | 1.069,89 | 17,59           | 18.821,47         | -               | -         | 7,88%     | 1.483,13   | 5,22%      | 982,48     | 39,99% | 7.526,71  | 37,64%  | 7.084,40  | 9,27% | 1.744,75 |
| 26  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=250mm                   | m      | 420,00   | 25,91           | 10.883,77         | -               | -         | 100,00%   | 10.883,77  | -          | -          | -      | -         | -       | -         | -     |          |
| 27  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=400mm                   | m      | 210,00   | 60,64           | 12.734,85         | -               | -         | 50,00%    | 6.367,42   | 50,00%     | 6.367,42   | -      | -         | -       | -         | -     |          |
| 28  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=475mm                   | m      | 108,00   | 93,63           | 10.112,51         | -               | -         | -         | -          | 50,00%     | 5.056,25   | 50,00% | 5.056,25  | -       | -         | -     |          |
| 29  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=525mm                   | m      | 63,00    | 118,63          | 7.473,71          | -               | -         | -         | -          | 50,00%     | 3.736,86   | 50,00% | 3.736,86  | -       | -         | -     |          |
| 30  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=640mm                   | m      | 570,00   | 134,43          | 76.627,77         | -               | -         | -         | -          | 50,00%     | 38.313,88  | 50,00% | 38.313,88 | -       | -         | -     |          |
| 31  | Sum. Inst. Tubería PVC alcant. DN=1150mm                  | m      | 276,00   | 366,70          | 101.207,86        | -               | -         | -         | -          | 40,00%     | 40.483,15  | 40,00% | 40.483,15 | 20,00%  | 20.241,57 | -     |          |
| 13  | Pozo de revisión 1.5-ch<=3m, Fe=210kg/cm2, con tapa HF    | u      | 20,00    | 927,67          | 18.553,42         | -               | -         | 25,00%    | 4.638,35   | 25,00%     | 4.638,35   | 25,00% | 4.638,35  | 25,00%  | 4.638,35  | -     |          |
| 14  | Pozo de revisión 3-ch<=4.5m, Fe=210kg/cm2, con tapa HF    | u      | 6,00     | 1.275,51        | 7.653,07          | -               | -         | -         | -          | 30,00%     | 2.295,92   | 30,00% | 2.295,92  | 40,00%  | 3.061,23  | -     |          |
| 32  | Sumidero/calzada (con rejilla HF 0.7x0.6 m)               | u      | 68,00    | 151,02          | 10.269,07         | -               | -         | 20,00%    | 2.053,81   | 20,00%     | 2.053,81   | 20,00% | 2.053,81  | 20,00%  | 2.053,81  | -     |          |
| <b>DESCARGA</b>                                 |   |        |          |                 |                   |                 |           |           |            |            |            |        |           |         |           |       |          |
| 11  | Hormigón simple f'c=210 kg/cm2, con encofrado             | m3     | 1,51     | 200,87          | 303,32            | -               | -         | -         | -          | -          | -          | -      | -         | 100,00% | 303,32    | -     |          |
| 24  | Hormigón simple f'c=180 kg/cm2, con encofrado             | m3     | 0,40     | 186,47          | 74,59             | -               | -         | -         | -          | -          | -          | -      | -         | 100,00% | 74,59     | -     |          |
| 15  | Acero de refuerzo con alambre galv.18                     | kg     | 84,99    | 2,11            | 179,64            | -               | -         | -         | -          | -          | -          | -      | -         | 100,00% | 179,64    | -     |          |
| 25  | Muro de gaviones calibre No 12                            | m3     | 1,50     | 73,55           | 110,33            | -               | -         | -         | -          | -          | -          | -      | -         | 100,00% | 110,33    | -     |          |
| 10  | Replanteo H.S. f'c=140 kg/cm2                             | m3     | 0,51     | 110,22          | 56,21             | -               | -         | -         | -          | -          | -          | -      | -         | 100,00% | 56,21     | -     |          |
| <b>Total</b>                                    |   |        |          |                 | <b>315.280,30</b> |                 |           |           |            |            |            |        |           |         |           |       |          |
| <b>MONTO PARCIAL</b>                            |   |        |          |                 |                   | 2.355,42        | 29.996,68 | 27.560,26 | 118.734,55 | 106.973,94 | 29.659,46  |        |           |         |           |       |          |
| <b>PORCENTAJE PARCIAL</b>                       |   |        |          |                 |                   | 0,75%           | 9,51%     | 8,74%     | 37,66%     | 33,93%     | 9,41%      |        |           |         |           |       |          |
| <b>MONTO ACUMULADO</b>                          |   |        |          |                 |                   | 2.355,42        | 32.352,10 | 59.912,35 | 178.646,90 | 285.620,84 | 315.280,30 |        |           |         |           |       |          |
| <b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>                     |   |        |          |                 |                   | 0,75%           | 10,26%    | 19,00%    | 56,66%     | 90,59%     | 100,00%    |        |           |         |           |       |          |

## CAPÍTULO VII

### Análisis económico financiero

---

#### 7.1 Introducción:

En sesión ordinaria del día 04 de Abril de 2009 la Ilustre Municipalidad del Cantón El Chaco, aprobó la propuesta para la creación de la urbanización de carácter social "MARCIAL OÑA". La mencionada urbanización se crea para cubrir en parte el déficit de vivienda para familias de escasos recursos económicos, en base a esta resolución y una vez revisada y definida la propuesta de urbanización presentada por la dirección de planificación la misma que va acorde al desarrollo urbano de la ciudad de El Chaco y Santa Rosa, previo conocimiento y aprobación de la Comisión de Planificación, Urbanización y Obras Publicas la municipalidad expide la ordenanza que reglamenta a la urbanización Marcial Oña en la Ciudad de Santa Rosa, Cantón El Chaco y los parámetros para la selección y adjudicación de los lotes a personas de bajos recursos económicos.

Para la adjudicación de los lotes se realizó un proceso de selección mediante el cual las familias postulantes presentaron su aplicación y fueron investigadas para determinar su ingresos y situación actual de vivienda, el ingreso promedio de estas familias bordea los 240 USD \$ con fluctuaciones entre +-50 USD\$ mensuales, en la mayoría de los casos habitan viviendas multifamiliares que comparten con hermanos padres cuñados y sus respectivas familias, si bien en algunos casos estas viviendas tienen acceso a los servicios básicos las familias las habitan en condiciones de total hacinamiento ya que la falta de recursos económicos

no les permite adquirir un terreno y construir una nueva vivienda, por lo que hasta ahora se habían visto obligados a mantenerse en estas condiciones.

Por parte de la Municipalidad del chaco se han abierto y lastrado las calles internas y los accesos a la urbanización y se está ejecutando la primera fase de construcción de las viviendas subsidiadas por el MIDUVI misma que está planificada para desarrollarse en el lapso de un año, en tres fases de construcción de 55 viviendas cada 4 meses, con lo que se espera una habitabilidad al final del primer año de 165 viviendas con 825 habitantes, y al ritmo de crecimiento previsto se espera alcanzar la saturación de la misma en 25 años con un total de 310 viviendas habitadas y 1550 habitantes.

La edificación de las viviendas y conformación de las calles no son el único paso a seguir para brindar una vivienda digna a los habitantes, se debe también equipar a las mismas con agua potable y sistemas de alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas residuales, y alcantarillado pluvial; el presente documento en su totalidad contiene los respectivos estudios y diseños para dotar a la lotización con los mencionados servicios y en el presente capítulo se sustenta su factibilidad económica y financiera.

## **7.2 Alternativa A:**

Esta alternativa considera la implementación de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial objeto de este diseño bajo las consideraciones siguientes:

- La construcción está planificada para realizarse en el lapso de un año y tendrán una vida útil de 25 años.
- La estimación de egresos prevista para cada obra, consta en los presupuestos de la obra civil incluidos en el capítulo 6 ,los mismos que han sido desglosados y desagregados en mano de obra calificada, mano de obra no calificada, componente nacional e importado, a fin de llevar los rubros financieros a costos de factores económicos.
- Los costos de operación y mantenimiento, tanto del personal como de los materiales, electricidad y energía están de acuerdo a las cantidades mínimas necesarias para la operación y mantenimiento de los sistemas.

## **7.3 Alternativa B:**

La alternativa B resulta de cuantificar los gastos en los que se incurriría de no ejecutarse las obras objeto del presente estudio ver el ANEXO H: ANALISIS DE GASTOS EVITADOS.

## **7.4 Viabilidad Económica:**

Está determinada por la identificación, cuantificación y valoración de las inversiones y beneficios que pueda generar el proyecto durante su vida útil; se considera en que medida la inversión a realizarse en las obras

proyectadas genera un ahorro a las arcas del estado en la medida en que evita costos que se hubieran generado de no ejecutarse, la determinación de los costos económicos de inversión así como de operación y mantenimiento utilizados en la alternativa A se pueden ver en el ANEXO I: RESUMEN DE COSTOS.

Los flujos respectivos de costos e ingresos se descontaron a una tasa del 12% (costo económico de oportunidad del capital); para la aplicación del presente método se utilizó la información de los estudios estadísticos y demográficos del capítulo 2.

Tabla 7.1: Flujos económicos.

| <b>EVALUACIÓN ECONOMICA</b>   |                  |                               |                               |                           |
|---|------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA<br>CANTÓN EL CHACO PROVINCIA DE NAPO |                  |                               |                               |                           |
| AÑO   | POBLACIÓN<br>Hab | ALTERNATIVA A                 | ALTERNATIVA B                 | FLUJO NETO                |
|   |                  | Con la ejecución del proyecto | Sin la ejecución del proyecto |                           |
| 0   | 825              | \$ 543.798,48                 | \$ 53.978,10                  | -\$ 489.820,38            |
| 1   | 849              | \$ 1.755,73                   | \$ 55.548,37                  | \$ 53.792,64              |
| 2   | 873              | \$ 1.755,73                   | \$ 57.118,64                  | \$ 55.362,91              |
| 3   | 898              | \$ 1.755,73                   | \$ 58.754,34                  | \$ 56.998,61              |
| 4   | 923              | \$ 1.755,73                   | \$ 60.390,04                  | \$ 58.634,31              |
| 5   | 948              | \$ 1.755,73                   | \$ 62.025,74                  | \$ 60.270,01              |
| 6   | 974              | \$ 1.755,73                   | \$ 63.726,87                  | \$ 61.971,14              |
| 7   | 1.000            | \$ 1.755,73                   | \$ 65.428,00                  | \$ 63.672,27              |
| 8   | 1.027            | \$ 1.755,73                   | \$ 67.194,56                  | \$ 65.438,82              |
| 9   | 1.054            | \$ 1.755,73                   | \$ 68.961,11                  | \$ 67.205,38              |
| 10  | 1.081            | \$ 1.755,73                   | \$ 70.727,67                  | \$ 68.971,94              |
| 11  | 1.109            | \$ 1.755,73                   | \$ 72.559,65                  | \$ 70.803,92              |
| 12  | 1.137            | \$ 1.755,73                   | \$ 74.391,64                  | \$ 72.635,90              |
| 13  | 1.166            | \$ 1.755,73                   | \$ 76.289,05                  | \$ 74.533,32              |
| 14  | 1.195            | \$ 1.755,73                   | \$ 78.186,46                  | \$ 76.430,73              |
| 15  | 1.225            | \$ 1.755,73                   | \$ 80.149,30                  | \$ 78.393,57              |
| 16  | 1.256            | \$ 1.755,73                   | \$ 82.177,57                  | \$ 80.421,84              |
| 17  | 1.286            | \$ 1.755,73                   | \$ 84.140,41                  | \$ 82.384,68              |
| 18  | 1.318            | \$ 1.755,73                   | \$ 86.234,10                  | \$ 84.478,37              |
| 19  | 1.350            | \$ 1.755,73                   | \$ 88.327,80                  | \$ 86.572,07              |
| 20  | 1.382            | \$ 1.755,73                   | \$ 90.421,50                  | \$ 88.665,76              |
| 21  | 1.416            | \$ 1.755,73                   | \$ 92.646,05                  | \$ 90.890,32              |
| 22  | 1.449            | \$ 1.755,73                   | \$ 94.805,17                  | \$ 93.049,44              |
| 23  | 1.484            | \$ 1.755,73                   | \$ 97.095,15                  | \$ 95.339,42              |
| 24  | 1.519            | \$ 1.755,73                   | \$ 99.385,13                  | \$ 97.629,40              |
| 25  | 1.550            | \$ 1.755,73                   | \$ 101.413,40                 | \$ 99.657,67              |
| <b>Σ VALOR ACTUAL:</b>  |                  | \$ 557.568,94                 | \$ 581.834,24                 | \$ 24.265,31              |
|   |                  |                               |                               | <b>VANE:</b> \$ 24.265,31 |
|   |                  |                               |                               | <b>TIRE:</b> 12,63%       |

La rentabilidad se la mide a través de indicadores financieros tales como son el valor presente neto ( $VAN_{\text{economica}} = \$ 24.265,31$ ) y la Tasa Interna de Retorno ( $TIR_{\text{economica}} = 12,63\%$ ) de manera que el proyecto A es económicamente viable.

## **7.5 Viabilidad Financiera:**

Está determinada por la identificación, cuantificación y valoración de los ingresos que pueda generar el proyecto durante su vida útil y que permitan financiar o cubrir la totalidad de los gastos de operación y mantenimiento más la amortización de la deuda y sus intereses.

La determinación de los costos financieros de inversión así como de operación y mantenimiento utilizados en la alternativa seleccionada se pueden ver en el ANEXO I: RESUMEN DE COSTOS.

Los ingresos por contribuciones especiales por mejoras y por tarifas cobradas por el servicio están determinados en el ANEXO J: IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE INGRESOS

Los flujos respectivos de costos e ingresos se descontaron a una tasa del 7,76% (costo financiero de oportunidad del capital); para la aplicación del presente método se utilizó la información de los estudios estadísticos y demográficos del capítulo 2.

Tabla 7.2: Flujos financieros.

**EVALUACIÓN FINANCIERA**  
 SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA LA URBANIZACIÓN MARCIAL OÑA  
 CANTÓN EL CHACO PROVINCIA DE NAPO

| AÑO                    | POBLACIÓN | COSTOS TOTALES                      | INGRESOS TOTALES            | FLUJO NETO     |
|------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------------------------|----------------|
|                        | Hab       | INVERSION + OPER y MANT + INTERESES | CEM + TARIFAS + PRESUPUESTO |                |
| 0                      | 825       | \$ 717.947,33                       | \$ 0,00                     | -\$ 717.947,33 |
| 1                      | 849       | \$ 35.741,06                        | \$ 138.525,62               | \$ 102.784,56  |
| 2                      | 873       | \$ 31.789,00                        | \$ 142.441,54               | \$ 110.652,54  |
| 3                      | 898       | \$ 27.519,95                        | \$ 146.520,62               | \$ 119.000,67  |
| 4                      | 923       | \$ 22.908,51                        | \$ 150.599,70               | \$ 127.691,19  |
| 5                      | 948       | \$ 17.927,20                        | \$ 154.678,78               | \$ 136.751,58  |
| 6                      | 974       | \$ 12.546,36                        | \$ 158.921,03               | \$ 146.374,67  |
| 7                      | 1.000     | \$ 6.733,95                         | \$ 163.163,27               | \$ 156.429,32  |
| 8                      | 1.027     | \$ 3.413,33                         | \$ 16.883,88                | \$ 13.470,55   |
| 9                      | 1.054     | \$ 3.413,33                         | \$ 17.327,76                | \$ 13.914,43   |
| 10                     | 1.081     | \$ 3.413,33                         | \$ 17.771,64                | \$ 14.358,31   |
| 11                     | 1.109     | \$ 3.413,33                         | \$ 18.231,96                | \$ 14.818,63   |
| 12                     | 1.137     | \$ 3.413,33                         | \$ 18.692,28                | \$ 15.278,95   |
| 13                     | 1.166     | \$ 3.413,33                         | \$ 19.169,04                | \$ 15.755,71   |
| 14                     | 1.195     | \$ 3.413,33                         | \$ 19.645,80                | \$ 16.232,47   |
| 15                     | 1.225     | \$ 3.413,33                         | \$ 20.139,00                | \$ 16.725,67   |
| 16                     | 1.256     | \$ 3.413,33                         | \$ 5.576,64                 | \$ 2.163,31    |
| 17                     | 1.286     | \$ 3.413,33                         | \$ 5.709,84                 | \$ 2.296,51    |
| 18                     | 1.318     | \$ 3.413,33                         | \$ 5.851,92                 | \$ 2.438,59    |
| 19                     | 1.350     | \$ 3.413,33                         | \$ 5.994,00                 | \$ 2.580,67    |
| 20                     | 1.382     | \$ 3.413,33                         | \$ 6.136,08                 | \$ 2.722,75    |
| 21                     | 1.416     | \$ 3.413,33                         | \$ 6.287,04                 | \$ 2.873,71    |
| 22                     | 1.449     | \$ 3.413,33                         | \$ 6.433,56                 | \$ 3.020,23    |
| 23                     | 1.484     | \$ 3.413,33                         | \$ 6.588,96                 | \$ 3.175,63    |
| 24                     | 1.519     | \$ 3.413,33                         | \$ 6.744,36                 | \$ 3.331,03    |
| 25                     | 1.550     | \$ 3.413,33                         | \$ 6.882,00                 | \$ 3.468,67    |
| <b>Σ VALOR ACTUAL:</b> |           | \$ 861.090,66                       | \$ 861.090,66               | \$ 0,00        |

|               |                |
|---------------|----------------|
| <b>VANF:</b>  | <b>\$ 0,00</b> |
| <b>TIRF :</b> | <b>7,76%</b>   |

La Tasa Interna de Retorno Financiero ( $TIR_{\text{financiero}} = 7,76\%$ ) de manera que el proyecto es económicamente viable.



## **CAPÍTULO VIII**

### **Conclusiones y recomendaciones**

---

De la realización del presente trabajo han sobrevenido varias vivencias que en todos los casos han sido de gran relevancia para el término del presente proyecto así como a nos han aportado de nuevas experiencias, entre las conclusiones obtenidas podemos citar las siguientes.

#### **8.1 Conclusiones**

- El diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado están íntimamente ligados, no solo entre sí, sino también con todos los aspectos tanto sociales, físicos o geomorfológicos de la zona a servir; es así que dependemos de ellos para la correcta determinación de parámetros tan importantes como periodos de diseño, análisis poblacional, cifras de consumo, en cuya apropiada elección radica el éxito de la ejecución o no del mismo.
- Es de notar que en la sección 2.1.2.2. “Análisis poblacional”, se determina la población de diseño basándonos en varios aspectos como: análisis estadístico (censos), normativas emitidas para la ocupación de los lotes en la urbanización, análisis de la población de saturación, de lo cual se puede concluir que se realizó un análisis exhaustivo para llegar a los 1550 habitantes con los que se realizó todo el proyecto.
- Al tratarse de un proyecto de investigación no nos hemos limitado a la determinación de la dotación de agua como un simple análisis de los valores recomendados en códigos y normativas vigentes, sino que adicionalmente se contrastan los resultados de dichas recomendaciones

con los consumos promedio de la zona con el fin de corroborar si la adopción de dichos valores es o no acertada para el sitio en estudio; se concluye que efectivamente los valores aportados en códigos y normativas son correctos aunque dejan un margen de fluctuación muy amplio por lo que sería recomendable en lo posible realizar un análisis de este tipo para poder realizar un diseño apropiado.

- El sistema de distribución de agua potable ha sido íntegramente diseñado, desde la salida de la planta de tratamiento incluyendo: tanque reservorio, conducción, pasos elevados, accesorios y válvulas, de manera que sea 100% funcional durante toda su vida útil; además gracias a que se ha considerado la sectorización del sistema por macro manzanas, en caso de existir un daño el resto del sistema puede seguir funcionando mientras se repara el sector perjudicado.
- Previamente, se diseñó por pedido de la Municipalidad del Cantón El Chaco un sistema de alcantarillado condominial y un sistema de alcantarillado combinado; a pesar de que ambas propuestas eran técnicamente viables, se decidió finalmente por parte de los técnicos del municipio que se mantuviera el diseño de un alcantarillado separado convencional puesto que este iba acorde con los tendencia de uso en la zona, de esto concluimos que la elección de los sistemas de infraestructura sanitaria adecuados debe basarse no solamente en el criterio técnico del consultor sino también ceñirse de cierta manera a las experiencias adoptadas en cada municipio que hayan sido exitosas o no.
- El tratamiento que se decidió aplicar para la degradación de las aguas residuales es un tratamiento primario, el mismo que en este caso consta

de un sedimentador y un filtro primario anaerobio, este tratamiento contribuye a la eliminación de sólidos en suspensión y la reducción de la DBO<sub>5</sub> del efluente de aguas servidas permitiendo así que el mismo pueda ser liberado al río Oyacachi sin riesgo de su equilibrio ambiental sea alterado.

- La evaluación del impacto ambiental es hoy en día un parámetro muy importante en la concepción de cualquier proyecto de infraestructura, de la interacción de las ACCIONES a realizar con los FACTORES ambientales se puede tener un claro panorama de las influencias positivas o negativas de cualquier proyecto en su medio biótico, físico y socioeconómico, considerando esto no solo dentro de los límites del proyecto sino en un ámbito espacial y temporal mucho más amplio.

Del análisis cualitativo y cuantitativo de los impactos se pudo concluir que los impactos negativos más significativos ocurren durante la fase de construcción, esto debido a la presencia de maquinaria y equipos de construcción que producen ruido, vibraciones, polvo, posibilidad de accidentes o riesgos de salud laboral. Por otra parte en la fase de operación es donde predominan los impactos positivos sobre los negativos puesto que se obtiene una compensación a la sociedad que se ve reflejada en un alza en la plusvalía de sus predios, mejoras en el paisaje, recreación y salud pública. Por último en la fase de cierre y abandono se evidencia un relativo equilibrio puesto que al tratarse de obras cuya ejecución es a corto plazo no se consideran grandes campamentos sino más bien facilidades menores que pueden ser fácilmente desmontadas y transportadas sin causar mayores estragos.

- Los primeros borradores de este documento fueron presentados para su evaluación tanto en la Municipalidad de El Chaco como en la subsecretaría de saneamiento ambiental del MIDUVI y una observación que saltó a la vista en ambos casos fue que se nos recomendó que se adopte una sola norma, puesto que habíamos estado empleando normas y recomendaciones de varias dependencias como: El EX-IEOS, Código de Procedimiento Ecuatoriano, de la EMAAP-Q y del MIDUVI, por esto se concluye que un proyecto debe basar su desarrollo en una norma específica vigente y ceñirse lo mejor posible a ella utilizando solo en caso de ser necesario criterios de otras normas que puedan ajustarse.
- Las normativas nacionales, tanto del Código de Procedimiento Ecuatoriano, del MIDUVI y el EMAAP-Q, que son prácticamente las mismas, resultan en algunos casos muy limitadas e inflexibles, en este caso específico se pudo constatar que existe muy poco desarrollo de las mismas en lo referente a plantas de tratamiento de aguas servidas, por lo que los diseños realizados en este trabajo se basan en otras bibliografías.
- El proyecto de tesis desarrollado es un proyecto de utilidad para la comunidad, de la aplicación de los resultados de la misma se verán beneficiadas en el lapso de 1 año alrededor de 160 familias de escasos recursos, y en 25 años de mantenerse la tendencia de crecimiento actual este número casi se habrá duplicado hasta llegar a un total de 310 familias ósea que en las condiciones de vivienda existentes estamos

hablado de 1550 personas que contarán con servicio de agua potable y alcantarillado, por esta razón concluimos que esta tesis es una herramienta importante de vinculación de la Escuela Politécnica del Ejército por medio de la carrera de ingeniería civil con la comunidad.

## **8.2 Recomendaciones**

- El trabajo de los programas computacionales no garantiza resultados óptimos si no se conoce las bases de su funcionamiento, no se trata simplemente de saber utilizar un programa sino también tener un criterio lógico y acertado.
- Se recomienda para el desarrollo de cualquier consultoría se mantenga siempre el dialogo constante con la entidad contratante, la falta del mismo causa retrasos y molestias que se hubieran evitado de haber mantenido una comunicación adecuada.
- El primer paso para la ejecución de un proyecto es el levantamiento de información, por esto es recomendable siempre que se planifique tomando en cuenta las condiciones reales existentes para no perder el tiempo realizando luego cambios sobre la marcha que retrasan todos los trabajos y resultan en pérdidas económicas injustificadas.
- En varios trabajos actuales de consultoría revisados se puede ver que aún se hace referencia a recomendaciones del EX-IEOS y es de entenderse aun en las nuevas generaciones de ingenieros pues hasta nuestros libros de texto universitarios hablan de estas normas, sería recomendable actualizarlos a normas más vigentes y hacer referencia a ellas.

- Se recomienda que por parte de la Escuela Politécnica del Ejército se designe algún organismo eficiente de control que haga un seguimiento del cumplimiento de los compromisos acordados como parte de los convenios interinstitucionales, pues si bien es cierto hubieron retrasos sustanciales en la culminación de los trabajos realizados gran parte de los mismos se debieron a la falta de cumplimiento de los compromisos adquiridos por parte de la municipalidad y al mínimo interés que mostraran desde la ESPE los organismos encargados de la legalización de convenios negándose a dar trámite al mismo por fallas burocráticas de las cuales nadie asume responsabilidad alguna hasta la fecha.
- Se recomienda que la carrera ponga especial énfasis en la consecución de proyectos que tengan interacción con la comunidad y que se dé un adecuado seguimiento a los mismos, puesto que del incumplimiento o del mediocre desarrollo de los mismos depende el prestigio de la carrera de ingeniería civil y de la universidad como tal.

### 8.3 Bibliografía

- ARIAS, Miguel. Sistemas de Alcantarillado. Programa de Ingeniería Sanitaria. Escuela Politécnica del Ejército. Quito – Ecuador. 2003.
- BURBANO, Guillermo, Criterios Básicos de Diseño para Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería Civil, Quito 1993.
- CAMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO. Manual de Análisis de Precios Unitarios Referenciales. Quito 2011.
- CARVAJAL, Edgar. Apuntes de la Materia de Ingeniería Ambiental, Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ingeniería Civil., Quito – Ecuador.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Estudio de Lluvias Intensas. Quito – Ecuador 1999.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Código de práctica ecuatoriano (C.P.E INEN Parte 1:2001). Quito – Ecuador.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Código de práctica ecuatoriano (C.P.E INEN Parte 9.2:1997). Quito – Ecuador.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Código de práctica ecuatoriano (C.P.E INEN Parte 9.1:1992). Quito – Ecuador.
- XXXIV CURSO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA APLICADA. Globalización e Impactos Regionales. Quito – Ecuador 2006.
- INFANTE, Rafael. Manual Hidráulico de Diseño de alcantarillados, <http://moore.com.co/manual%20hidraulico/Indice.htm>.