

**ASISTENCIA TÉCNICA EN EL DISEÑO Y POSTERIOR EJECUCIÓN DE LOS  
DIFERENTES PROYECTOS HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA, ACUEDUCTOS,  
PISCINAS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LA COMPAÑIA**

**CARLOS ANDRES MAYORGA GALVIS**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO  
BUCARAMANGA  
2017**

**ASISTENCIA TÉCNICA EN EL DISEÑO Y POSTERIOR EJECUCIÓN DE LOS  
DIFERENTES PROYECTOS HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA, ACUEDUCTOS,  
PISCINAS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LA COMPAÑIA**

**CARLOS ANDRES MAYORGA GALVIS**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**DIRECTOR DE PROYECTO  
ING. WILLIAM IBAÑEZ PINEDO**

**JEFE DE PRÁCTICA EMPRESARIAL  
ING. ALEXANDER DIAZ GOMEZ**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO  
BUCARAMANGA  
2017**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del Jurado

---

Firma del Supervisor de la empresa

---

Firma del Supervisor en la Universidad

Bucaramanga, Julio 2017

**DEDICATORIA:**

*A Dios por darme el privilegio de tener estas vivencias,  
A mi familia que me acompañaron en  
El sendero de esta gran etapa de mi vida,  
A mis compañeros de estudio y docentes que siempre  
Estuvieron apoyándome en los momentos  
Difíciles de mi carrera.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*“Quiero iniciar dando mi mayor agradecimiento a Dios, quien ha sido el que me ha guiado, cuidado y fortalecido en este camino y que estoy seguro seguirá acompañándome en todos los proyectos que me proponga, así también quiero agradecer a mis padres y hermano, porque han sido mis principales compañías en este trayecto y mi fuente de inspiración para continuar con mis metas y han visto mi proceso completo y me han apoyado a pesar de todas las dificultades, quiero agradecer a todos aquellos amigos que han estado conmigo haciendo de este proceso más sencillo siendo cómplices y tolerantes en muchas situaciones, agradezco a la Ingeniero Willian Ibañez Pinedo por su dedicación y ayuda en este proceso decisivo para mi carrera, y por ultimo quiero agradecer al equipo de trabajo de IMSAGUAS LTDA quienes permitieron desarrollar mis prácticas profesionales en su compañía y depositar en mí una semilla de confianza”.*

## TABLA DE CONTENIDO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | INTRODUCCIÓN .....  | 12 |
| 2     | OBJETIVOS.....  | 13 |
| 2.1   | OBJETIVO GENERAL.....   | 13 |
| 2.2   | OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....  | 13 |
| 3     | DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....   | 14 |
| 3.1   | VISIÓN.....   | 14 |
| 3.2   | MISIÓN .....  | 14 |
| 4     | ACTIVIDADES DESARROLLAS EN EL PROYECTO .....  | 15 |
| 5     | MARCO GENERAL DEL PROYECTO.....   | 16 |
| 6     | MARCO TEÓRICO .....   | 18 |
| 6.1   | DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO.....   | 18 |
| 6.1.1 | PROYECCIONES POBLACIONALES.....   | 21 |
| 6.2   | DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS .....   | 25 |
| 6.2.1 | DISEÑO DE LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA DE UNA PISCINA .....                                | 25 |
| 6.2.2 | MÉTODOS CONSTRUCTIVOS PARA PISCINAS .....   | 26 |
| 6.3   | ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS.....  | 30 |
| 7     | DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS.....   | 32 |
| 7.1   | DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO.....   | 32 |
| 7.1.1 | LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....   | 32 |
| 7.1.2 | PROYECCIÓN DE POBLACIÓN .....   | 33 |
| 7.1.3 | DOTACIÓN UNITARIA DE AGUA.....  | 33 |
| 7.1.4 | EVALUACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y RECOLECCIÓN DE AGUA RESIDUAL..... | 34 |
| 7.1.5 | ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS.....  | 35 |
| 7.2   | REMODELACIÓN PISCINA LOMAS DEL VIENTO-PIEDRECUESTA.....                                 | 36 |
| 7.2.1 | UBICACIÓN DEL PROYECTO .....  | 36 |
| 7.2.2 | DEMOLICIÓN DEL VASO.....  | 36 |
| 7.2.3 | ACERO DE REFUERZO Y MALLA ELECTROSOLDADA .....  | 37 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 7.2.4 | CONCRETO IMPERMEABILIZADO.....                          | 38 |
| 7.2.5 | EMPALME CONCRETO ANTIGUO CON NUEVO.....                 | 38 |
| 7.2.6 | FRISO IMPERMEABILIZADO .....                            | 39 |
| 7.3   | CONSTRUCCIÓN DE PISCINA PRIVADA; BARBOSA-SANTANDER..... | 40 |
| 7.3.1 | LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....                         | 40 |
| 8     | METODOLOGÍA DE TRABAJO .....                            | 43 |
| 8.1   | RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE .....              | 43 |
| 8.2   | ORGANIZACIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN.....                | 43 |
| 8.3   | DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO .....                           | 44 |
| 8.4   | CONTROL DEL INVENTARIO Y SUMINISTROS:.....              | 44 |
| 9     | APORTE AL CONOCIMIENTO.....                             | 45 |
| 10    | CONCLUSIONES.....                                       | 47 |
| 11    | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                        | 48 |

## LISTA DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Complejidad del sistema .....  | 18 |
| Tabla 2. Periodo de diseño .....  | 19 |
| Tabla 3. Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de la población ..... | 21 |
| Tabla 4. Coeficiente de Hazen Williams.....   | 26 |
| Tabla 5. personal participante .....  | 44 |

## LISTA DE ILUSTRACION

|   |    |
|---|----|
| <i>Ilustración 1. Oficinas IMSAGUAS LTDA</i> .....                            | 14 |
| <i>Ilustración 2. Metodología de análisis de plantas de tratamiento</i> ..... | 24 |
| <i>Ilustración 3. Sistema de hormigón armado</i> .....                        | 27 |
| <i>Ilustración 4. Sistema de mampostería reforzada</i> .....                  | 28 |
| <i>Ilustración 5. Metodología de diseño de piscinas</i> .....                 | 29 |
| <i>Ilustración 6. Ubicación de proyecto plantas de tratamiento</i> .....      | 32 |
| <i>Ilustración 7. Alcantarillado Aeropuerto Camilo Daza-Cúcuta</i> .....      | 35 |
| <i>Ilustración 8. Ubicación de proyecto piscinas</i> .....                    | 36 |
| <i>Ilustración 9. Demolición del vaso</i> .....                               | 37 |
| <i>Ilustración 10. Acero de refuerzo</i> .....                                | 37 |
| <i>Ilustración 11. Fundición de concreto</i> .....                            | 38 |
| <i>Ilustración 12. Empalme de concreto</i> .....                              | 38 |
| <i>Ilustración 13. Friso impermeabilizado</i> .....                           | 39 |
| <i>Ilustración 14. Ubicación de proyecto piscinas</i> .....                   | 40 |
| <i>Ilustración 15. Desmonte y montaje de campamento</i> .....                 | 41 |
| <i>Ilustración 16. Armado de acero de refuerzo</i> .....                      | 42 |
| <i>Ilustración 17. Fundición de concreto</i> .....                            | 42 |

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** ASISTENCIA TÉCNICA EN EL DISEÑO Y POSTERIOR EJECUCIÓN DE LOS DIFERENTES PROYECTOS HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA, ACUEDUCTOS, PISCINAS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LA COMPAÑÍA

**AUTOR(ES):** MAYORGA GALVIS, Carlos Andrés

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** IBAÑEZ PINEDO, William

### **RESUMEN**

El siguiente documento se muestra el trabajo realizado por el estudiante quien desarrollo su práctica empresarial en la empresa IMSAGUAS LTDA., desenvolviéndose como auxiliar de ingeniería, en una serie de proyectos desarrollados por la empresa, el plan de trabajo se conformaba de dos etapas, la primera etapa se describe como una fase de diseño donde se realizaron los estudios correspondientes para el planteamiento según la norma RAS 2000 en lo referente a plantas de tratamiento de agua potable y agua residual para los aeropuertos de Bucaramanga, Santa Marta y Cúcuta, la segunda fase de la práctica se describe como una etapa de supervisión y control de actividades de obra en la construcción de piscinas recreativas ubicada en Piedecuesta y Barbosa - Santander.

### **PALABRAS CLAVES:**

Diseño plantas de tratamiento, RAS 2000, Supervisión, Diseño hidráulico

**V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** TECHNICAL ASSISTANCE IN THE DESIGN AND AFTER EXECUTION OF THE DIFFERENT HYDRAULIC PROJECTS OF THE COMPANY, AQUEDUCTS, SWIMMING POOLS AND TREATMENT PLANTS.

**AUTHOR(S):** MAYORGA GALVIS, Carlos Andrés

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** IBAÑEZ PINEDO, William

### **ABSTRACT**

The following document shows the work done by the student who developed his business practice in IMSAGUAS LTDA., Working as an engineering assistant, in a series of projects developed by the company, the work plan consisted of two stages, the first stage is described as a design phase where the corresponding studies were carried out for the RAS 2000 approach regarding drinking water and wastewater treatment plants for the airports of Bucaramanga, Santa Marta and Cúcuta, the second phase Of the practice is described as a stage of supervision and control of work activities in the construction of recreational swimming pools located in Piedecuesta and Barbosa - Santander.

### **KEYWORDS:**

Design of treatment plants, RAS 2000, Supervision, Hydraulic design

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

# 1 INTRODUCCIÓN

La práctica empresarial ejecutada en la empresa ASISTENCIA TÉCNICA EN EL DISEÑO Y POSTERIOR EJECUCIÓN DE LOS DIFERENTES PROYECTOS HIDRÁULICOS DE LA EMPRESA, ACUEDUCTOS, PISCINAS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO, el cual comienza su ejecución el 01 de febrero del 2017, es desarrollada con el fin de adquirir una experiencia de trabajo, desarrollando actividades de tipo practico, en el sector del diseño y residencia.

En el desarrollo de obras civiles como sistema de tratamiento de agua potable, agua residual, suministro y evacuación de estas, requieren un grado de responsabilidad alto ya que en este tipo de proyectos manejan temas relacionados con la salubridad, estos proyectos requieren estudios previos como análisis de crecimiento poblacional, caudales, dotación, entre otros.

El consorcio establecido como Aeropuertos Del Oriente, el cual es conformado por los aeropuertos de Bucaramanga, Cúcuta y Santa Marta, es decir aeropuerto Palo Negro, aeropuerto Camilo Daza y aeropuerto Simón Bolívar respectivamente. Requirió el estudio y evaluación de sus plantas de tratamiento de agua potable y agua residual con el fin de determinar las reparaciones y cambios futuros e inmediatos.

En el desarrollo de la práctica se realizaron trabajos adicionales como programación, presupuesto y análisis de precios unitarios para la construcción dos piscinas.

Para el diseño de redes de distribución donde se requiere presiones mínimas en los puntos de entrega se deben tener en cuenta un conjunto de variables como presión disponible, perdidas por fricción, entre otras.

En el presente documento se pretende explicar el trabajo y metodología utilizada en el desarrollo de la práctica empresarial.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL.**

Participar como auxiliar de ingeniería en la fase de diseño y presupuesto de obra en los proyectos de sistemas de potabilización de agua para el consumo humano, tratamiento de aguas residuales, auxiliar de ingeniero residente de obra en la construcción de piscinas y demás proyectos hidráulicos como plantas de tratamiento, alcantarillado, etc.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Conocer la cultura organizacional de la empresa.
- Apoyar las actividades de diseño de redes hidráulicas.
- Asistir en el control del proyecto.
- Realizar informes de avance de obra.
- Participar en la elaboración de presupuestos y programación de los proyectos.
- Ayudar en la administración de los recursos del proyecto.
- Aprender los aspectos técnicos pertinentes al diseño y construcción de plantas de tratamiento de agua potable y piscinas.
- Apoyar la implementación de las normas de seguridad industrial en la ejecución del proyecto.

### 3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Empresa de prestación de servicios de Ingeniería, creada en el año 2001 como una firma familiar que daba soluciones residenciales a los problemas de potabilización de agua, y que con el paso del tiempo se fue fortaleciendo técnica, estructural, y económicamente, para ser hoy una experimentada empresa dedicada al diseño, montaje, construcción, puesta en marcha y mantenimiento de los sistemas hidráulicos para el tratamiento de aguas residual potable y de recreación.



#### 3.1 VISIÓN

En el 2020 ser una empresa reconocida a nivel nacional por el servicio, la calidad de sus productos y soluciones ambientales con el tratamiento de agua potable, residual, industrial y de recreación.

#### 3.2 MISIÓN

Satisfacer las expectativas de nuestros clientes ofreciendo asesorías, productos y servicios para dar soluciones a las necesidades relacionadas con los diferentes tratamientos de agua.

## 4 ACTIVIDADES DESARROLLAS EN EL PROYECTO

La práctica empresarial fue comprendida por dos etapas, una en campo realizando labores relacionadas con la residencia de obra y una segunda etapa en la fase de diseño de plantas de tratamiento, Las actividades detalladas a realizar dentro de la empresa en el proyecto son:

- Participar como auxiliar de diseño en plantas de tratamiento de agua potable y agua residual.
- Asistencia en la construcción de la piscina recreativa club Lomas del viento-Piedecuesta.
- Realización y entrega de informes de avance de obra.
- Verificación de cumplimiento de diseños realizados, tanto hidráulico como estructural.
- Llevar un control del equipo y herramientas utilizadas en cada una de las obras ejecutadas.
- Calculo de cantidades de obra, optimización de materiales utilizados.

## **5 MARCO GENERAL DEL PROYECTO**

El agua es uno de los recursos elementales para el sustento de la vida humana, esto genera que el consumo de este recurso sea elevado, el crecimiento de la población es directamente proporcional al incremento del consumo del recurso, lo que provoca la necesidad continua de la construcción de plantas de tratamiento o en algunos casos el aumento de la capacidad de estas.

Una vez utilizadas estas aguas son devueltas a un sistema de alcantarillado en forma de aguas residuales, muchas de estas son utilizadas por la industria y requieren ser tratadas antes de ser arrojadas al alcantarillado municipal, en algunos lugares la totalidad del agua residual generada por la población es tratada.

La entidad aeroportuaria Aeropuertos Del Oriente requirió el análisis de sus plantas de tratamiento de agua potable y agua residual, IMSAGUAS LTDA fue la entidad a cargo de llevar a cabo los estudios y visitas necesarias para verificar el estado actual de estas plantas de tratamiento y realizar los diseños de las modificación pertinentes.

IMSAGUAS LTDA es contratada para realizar la remodelación de la piscina para niños en el club recreacional Lomas del viento en Piedecuesta, de igual manera es contrata para realizar la construcción total de la piscina privada ubicada en Barbosa-Santander.

Para el análisis de funcionamiento actual de las plantas de tratamiento de agua potable (3 plantas) y agua residual (3 plantas), se subdividió en ítems de la siguiente manera:

- Metodología y equipo empleado
- Calculo de caudal
- Evaluación técnica y física
- Análisis de alternativas
- Diseño de planta y reestructuración
- Presupuesto y especificaciones técnicas

En el caso de la construcción de piscinas, la empresa emplea una metodología secuencial de la siguiente forma:

- Bosquejo preliminar propuesto por el cliente
- Visita al sitio de construcción, estudio de suelos
- Diseño arquitectónico
- Diseño estructural
- Diseño hidráulico
- Construcción

## 6 MARCO TEÓRICO

En el diseño de redes hidráulicas como plantas se deben cumplir los requerimientos establecidos en el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, donde se relaciona el tiempo para proyecciones, metodologías para realizar las proyecciones, tipos de plantas, tiempos de retenciones en cada fase del tratamiento de agua, entre otras características de las plantas de tratamiento.

En el caso de la construcción de piscinas la ley 1209 de 2008 describe los estándares y normas de seguridad que una piscina debe tener a su disposición. El sistema hidráulico debe ser diseñado como mínimo para cumplir con los estándares sanidad y calidad del agua, en la siguiente imagen se puede observar un claro ejemplo del sistema de filtración de una piscina pública.

### 6.1 DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO<sup>1</sup>

De acuerdo al título B.2.3.2 del RAS 2000, Para establecer el caudal, se debe utilizar un censo comercial y realizar un estimativo de consumos futuros se debe cuantificar y analizar detenidamente la dotación comercial de acuerdo con las características de dichos establecimientos. Deben estudiarse los consumos puntuales o concentrados de demandas. El uso comercial también incluye el uso en oficinas.

La complejidad del sistema dependerá de la población de sistema, en la Tabla 1 se muestran los valores que la determinan.

**Tabla 1. Complejidad del sistema**

| Nivel de Complejidad | Población       | Capacidad Económica |
|----------------------|-----------------|---------------------|
| <b>BAJO</b>          | <2500           | BAJA                |
| <b>MEDIO</b>         | 2.501 A 12.500  | BAJA                |
| <b>MEDIA ALTO</b>    | 12.501 A 60.000 | MEDIA               |
| <b>ALTO</b>          | 60.000          | ALTA                |

(TOMADO: RAS 2000 TABLA A.3.1)

<sup>1</sup> Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, RAS 2000 título B

Una vez definida la complejidad del sistema se procede determinar el alcance de la proyección que debe atender el diseño, La Tabla 2. Periodo de diseño establece el periodo de diseño máximos establecidos en el titulo B del RAS 2000.

**Tabla 2. Periodo de diseño**

| NIVEL DE COMPLEJIDAD            | PERIODO DE DISEÑO MAXIMO |
|---------------------------------|--------------------------|
| <b>BAJO, MEDIO Y MEDIO ALTO</b> | 25 AÑOS                  |
| <b>ALTO</b>                     | 30 AÑOS                  |

*Fuente: TABLA B 4.2 RAS 2000*

## - Dotación bruta

De acuerdo con la Resolución 2320 de 2009 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la dotación bruta para el diseño de cada uno de los elementos que conforman un sistema de acueducto, indistintamente del nivel de complejidad, se debe calcular teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

**Ecuación 1. Dotación bruta**

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

Donde:

dbruta: dotación bruta

dneta: dotación neta

%p: pérdidas máximas admisibles

El porcentaje de pérdidas máximas admisibles no deberá superar el 25%.

## - Caudal máximo diario

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas a lo largo de un período de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, k1, como se indica en la siguiente ecuación:

$$QMD = Qmd \times k_1$$

### Ecuación 2. Calculo caudal máximo diario

Donde:

QMD: caudal máximo diario

Qmd: caudal medio diario

k1: coeficiente de consumo máximo diario

El coeficiente de consumo máximo diario, k1, se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando los datos registrados en un período mínimo de un año.

En caso de sistemas nuevos, el valor del coeficiente de consumo máximo diario, k1, será 1.30.

## - Caudal máximo horario

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, k2, según la siguiente ecuación:

$$QMH = QMD \times k_2$$

### Ecuación 3. Calculo de caudal máximo horario

Donde:

QMH: caudal máximo horario

Qmd: caudal medio diario

K2: coeficiente de consumo máximo horario

El coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario,  $k_2$ , puede calcularse, para el caso de ampliaciones o extensiones de sistemas de acueducto, como la relación entre el caudal máximo horario, QMH, y el caudal máximo diario, QMD, registrados durante un período mínimo de un año, sin incluir los días en que ocurran fallas relevantes en el servicio.

En el caso de sistemas de acueductos nuevos, el coeficiente de consumo máximo horario con relación al consumo máximo diario,  $k_2$ , corresponde a un valor comprendido entre 1.3 y 1.7 de acuerdo con las características locales.

### 6.1.1 PROYECCIONES POBLACIONALES<sup>2</sup>

Para llevar a cabo la proyección de la población objeto del diseño, se deben tener en cuenta las proyecciones hasta el año en que éstas se encuentren disponibles. El último dato de población disponible se debe tomar como un último censo en el proceso de proyección de la población.

El método de cálculo para la proyección de la población depende del nivel de complejidad del sistema según se muestra en la Tabla 15. Se calculará la población utilizando cualquiera de los siguientes modelos matemáticos: aritmético, geométrico y exponencial, seleccionando el modelo que mejor se ajuste al comportamiento histórico de la población.

**Tabla 3. Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de la población**

| Método por emplear                         | Nivel de Complejidad del Sistema |       |            |      |
|--|----------------------------------|-------|------------|------|
|  | Bajo                             | Medio | Medio alto | Alto |
| Aritmético, geométrico y exponencial       | X                                | X     |            |      |
| Aritmético, geométrico, exponencial, otros |                                  |       | X          | X    |
| Por componentes (demográfico)              |                                  |       | X          | X    |
| Detallar por zonas y detallar densidades   |                                  |       | X          | X    |
| Método gráfico                             | X                                | X     |            |      |

Fuente: Tabla B.2.1 RAS 2000

<sup>2</sup> Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. RAS 2000 Título B

Se proyectó la población de acuerdo a la Tabla 3 se realizaron mediante el método aritmético, geométrico y exponencial. Además de acuerdo a las recomendaciones del RAS 2000 en el título C.

#### **6.1.1.1 PROYECCIÓN MÉTODO ARITMÉTICO**

La siguiente proyección corresponde a una estimación de pasajeros por medio de los métodos establecidos según el título B del RAS 2000. Si el aumento de la población es constante e independiente del tamaño de esta, e crecimiento es lineal, Si P es la población y T es el tiempo entonces:

##### **Ecuación 4. Proyección población método aritmético**

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \times (T_f - T_{uc})$$

Dónde:

Pf= Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (Población).

Puc= Población correspondiente a la proyección de DANE (Población).

Pci= Población correspondiente al censo inicial con información (Población).

Tuc= Año correspondiente al último año proyectado por el DANE

Tci= Año correspondiente al censo inicial con información.

Tf= Año al cual se quiere proyectar la información.

#### **6.1.1.2 PROYECCIÓN MÉTODO GEOMÉTRICO**

El crecimiento será geométrico si el aumento de los pasajeros es proporcional al tamaño del Aeropuerto. En este caso, el patrón de crecimiento es el mismo que el de interés compuesto el cual se expresa de la siguiente manera:

En donde r es la tasa de crecimiento anual, calculada a partir de la ecuación anterior, expresada de la siguiente manera:

Si el crecimiento de la población es de tipo geométrico la población se proyecta a partir de la siguiente ecuación:

#### Ecuación 5. Proyección por método geométrico

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

Dónde:

r=Tasa de crecimiento anual en forma decimal.

P<sub>f</sub>=Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes).

P<sub>uc</sub>= Población correspondiente a la proyección de DANE (Habitantes).

P<sub>ci</sub>= Población correspondiente al censo inicial con información (Habitantes).

T<sub>uc</sub>= Año correspondiente al último año proyectado por DANE.

T<sub>f</sub>= Año al cual se quiere proyectar la información.

La tasa de crecimiento anual se calcula de la siguiente manera:

#### Ecuación 6. Tasa de crecimiento proyección geométrica

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{T_{uc} - T_{ci}}} - 1$$

### 6.1.1.3 PROYECCIÓN MÉTODO EXPONENCIAL

Si el crecimiento de la población es de tipo exponencial, la población se proyecta a partir de la siguiente ecuación:

#### Ecuación 7. Proyección población método exponencial

$$P_f = P_{ci} e^{k(T_f - T_{ci})}$$

Donde k es la tasa de crecimiento de la población la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos, así:

#### Ecuación 8. Tasa de crecimiento poblacional

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

Dónde:

P<sub>cp</sub> = Población del censo posterior (proyección del DANE).

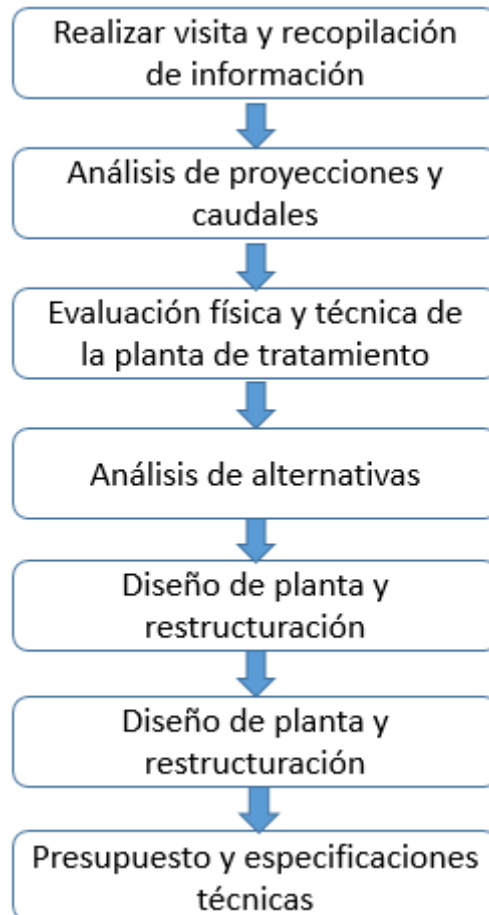
P<sub>ca</sub> = Población del censo anterior (habitantes).

T<sub>cp</sub> = Año correspondiente al censo posterior.

T<sub>ca</sub> = Año correspondiente al censo anterior.

Ln = Logaritmo natural o neperiano.

El siguiente esquema muestra el procedimiento realizado para llevar a cabo el diseño y evaluación de las plantas de tratamiento:



**Ilustración 2. Metodología de análisis de plantas de tratamiento**  
**Fuente:** Imsaguas Ltda

## 6.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS

### 6.2.1 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA DE UNA PISCINA

#### Tuberías a presión<sup>3</sup>

A medida que un fluido corre por un conducto, tubo o algún otro dispositivo, ocurren pérdidas de energía debido a la fricción interna en el fluido, tales pérdidas de energía traen como resultado una disminución de la presión entre dos puntos del sistema de flujo.

Cuando se tiene un flujo laminar, el fluido parece desplazarse de forma de varias placas, una sobre la otra. Debido a la viscosidad del fluido, se crea una tensión de corte entre las capas del fluido. La energía del fluido se pierde mediante la acción de vencer a las fuerzas de fricción producidas por la tensión de corte.

Fórmula de Hazen-Williams para flujo de agua.

La fórmula de Hazen Williams es una de las más populares para el diseño y análisis de sistemas de agua. Su uso está limitado al flujo de agua en conductos menores a 1.80m de diámetro. La velocidad del flujo debe exceder los 3m/s. Se tiene también que fue desarrollada para aguas a 15°C. El tratamiento a temperaturas mucho menores o mayores podría dar como resultado algún error. La fórmula de Hazen Williams es específica de las unidades. En el sistema internacional de unidades toma la forma:

$$v = 0.85 C_h R^{0.63} S^{0.54} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

v = velocidad promedio del flujo (m/s)

Ch = coeficiente de Hazen Williams (sin dimensiones).

R = radio hidráulico de conducto de flujo (m).

---

<sup>3</sup> Mecánica de fluidos Aplicada. Robert L. Mott.1996.

s = cociente hL/L: pérdida de energía entre longitud de conducto (m/m).

**Tabla 4. Coeficiente de Hazen Williams**

| Tipo de conducto   | Promedio para los conductos | Valor de diseño |
|--|-----------------------------|-----------------|
| Acero, hierro dúctil hierro fundido con cemento aplicado centrifugamente o revestimiento bituminoso. | 150                         | 140             |
| Plástico, cobre, latón   | 140                         | 130             |
| Acero o hierro fundido   | 130                         | 100             |
| Concreto   | 120                         | 100             |
| Acero corrugado  | 60                          | 60              |

Fuente: Coeficiente de Hazen Williams Ch (Mott, 1996).

El uso del radio hidráulico en la fórmula hace posible su aplicación tanto en secciones no circulares como en secciones circulares. Se debe recordar que  $R=D/4$  para conductos circulares. El coeficiente Ch depende únicamente de la condición de la superficie del tubo o conducto. En la siguiente tabla se muestran los valores típicos. Se debe observar que algunos están descritos como conductos limpios nuevos, mientras que el valor de diseño toma en cuenta la acumulación de depósitos que se dan en la parte interna del conducto después de usarlo algún tiempo, incluso cuando agua limpia fluye por él. Los conductos más lisos tienen valores más altos de Ch en comparación con los más rugosos.

## 6.2.2 MÉTODOS CONSTRUCTIVOS PARA PISCINAS<sup>4</sup>

Para el desarrollo general de proyectos hidráulicos como piscinas se requiere una serie de diseños singulares o especiales para cada proyecto en particular que dependen de las características del este, como el lugar de construcción, los requerimientos del cliente, el fin y uso de la piscina, seguridad, capacidad económica, entre otras características que determinaran el tipo o sistema constructivo que se debe emplear, a continuación se mencionaran algunos de los sistemas constructivos para piscinas más comunes:

<sup>4</sup> Héctor Gonzales; MANUAL TÉCNICO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS, Guatemala, 2012.

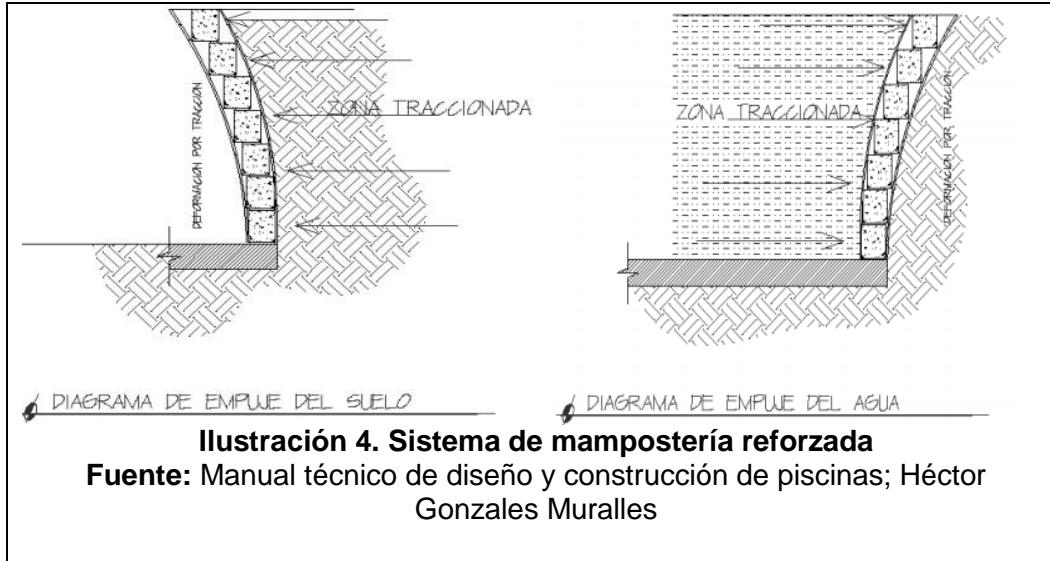
### 6.2.2.1 HORMIGÓN ARMADO

Consiste en la ejecución de paredes y losas armadas de hormigón. Para conferirle mayor firmeza a la estructura, y al mismo tiempo reducir espesores, es recomendable la inclusión de nervios, vigas y loseta de borde. Este sistema prevé juntas de dilatación y normas de curado exigidas en la construcción con hormigón.

La construcción en hormigón armado es la única que responde a los distintos tipos de suelos. Una estructura auto portante que se puede asentar sobre cualquier terreno y en cualquier circunstancia, en cada caso la armadura se calculará para dar respuestas a los diferentes requerimientos.



Paredes de mampostería comunes son muy porosas y permeables. La impermeabilidad de las paredes está dada por un repello impermeable de aproximadamente 1cm de espesor, Como tienen DIFERENTES COEFICIENTES DE DILATACIÓN, con el tiempo aparecen fisuras que rompen la capa impermeable por lo cual el tiempo de vida útil es corto, las paredes de mampostería común trabajan bien con esfuerzos verticales (compresión), pero no tienen un buen desempeño frente a empujes horizontales (flexión).



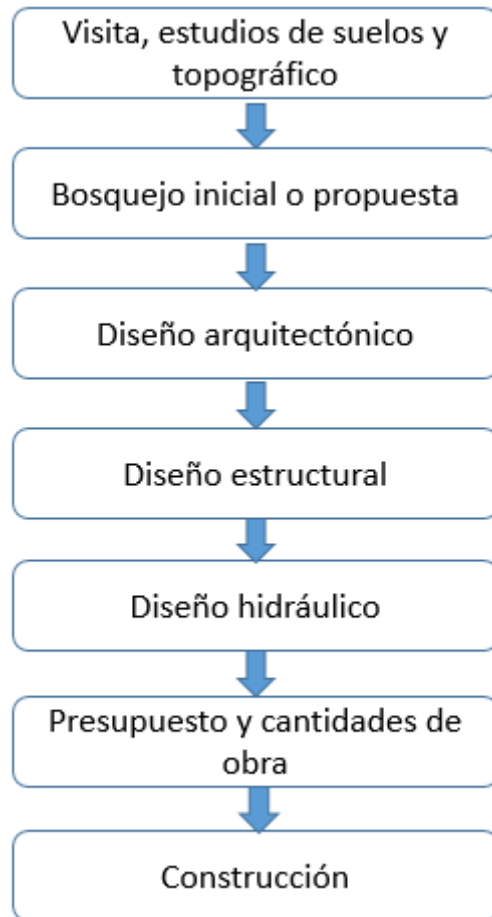
#### 6.2.2.2 SISTEMA MIXTO

En piscinas de dimensiones estándar suele usarse un sistema combinado de losa de hormigón armado para el piso de la piscina y paredes de mampostería. Tanto para este sistema como en el caso del hormigón armado es necesario aislar el piso y las paredes de la tierra circundante, un método apropiado de aislamiento consiste en una barrera de vapor con una lámina de polietileno o una solución más sencilla, pero menos eficaz es el revoque hidrófugo.

#### 6.2.2.3 HORMIGÓN PROYECTADO

El hormigón es proyectado a presión neumática sobre el encofrado, logrando un material con una elevada resistencia y de absoluta impermeabilidad. La cáscara de la pileta posee una uniformidad monolítica y se elimina la necesidad de junta de dilatación.

Para el caso de diseños y construcción de piscinas la empresa utiliza el procedimiento mostrado en el siguiente esquema.



**Ilustración 5. Metodología de diseño de piscinas**  
**Fuente:** Imsaguas Ltda

### 6.3 ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS.

Se denomina costo como toda la acción o inversión que no genera alguna utilidad o ganancia y que sea utilizado para la elaboración del producto final que genera la empresa.

Es importante la correcta elaboración de un costo, omitir o agregar algún concepto afectaría directamente sobre el valor total del producto en este caso el proyecto, perjudicando al contratante o al contratista.

Los costos se dividen en dos grandes grupos:

#### **a) Costos indirectos<sup>5</sup>**

Se denominan costos indirectos a toda erogación necesaria para la ejecución de un proceso constructivo del cual se derive un producto; pero en el cual no se incluya mano de obra, materiales ni maquinaria.

Todo gasto no utilizable en la elaboración del producto es un costo indirecto, generalmente está representado por los gastos para dirección técnica, administración, organización, vigilancia, supervisión, fletes, acarreos y prestaciones sociales correspondientes al personal técnico, directivo y administrativo.

Es necesario hacer notar que el costo indirecto está considerado en dos partes:

1. Costo indirecto por administración central.
2. Costo indirecto por administración de campo.

Una omisión u error en caso del costo indirecto afectará a todos los costos directos de los conceptos de un contrato.

---

<sup>5</sup> Ing. Álvaro Beltrán Razura, Costos y Presupuestos, instituto tecnológico Tepic, 2012

## **b) Costos directos<sup>6</sup>**

El costo directo se define como: "la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipo necesario para la realización de un proceso productivo".

### **Elaboración del costo directo**

La secuencia para la elaboración del costo directo es:

Planos y especificaciones.- Es el punto de partida para la elaboración del costo directo, para llegar al Precio Unitario y finalmente al presupuesto, se deben estudiar perfectamente todos los planos de cortes, isométricos, etc. así como las especificaciones que en ellos se proponen.

Determinación de los conceptos de obra.- Del estudio anterior se deduce el tipo de obra de que se trata para hacer una apreciación de las partidas y conceptos que en ella puedan intervenir.

Lista de materiales.- Del estudio de los planos se obtiene la lista de materiales fijos, es decir, aquellos materiales que serán instalados y quedaran permanentes en la obra.

Cuantificación de conceptos.- Para la realización de esta actividad es necesario seguir un método que permita cuantificar los conceptos en una forma ordenada y precisa, así como verificar en forma directa las cantidades de obra obtenidas.

Maquinaria y equipo.- El análisis de los planos y especificaciones también permiten determinar el procedimiento constructivo a seguir y, por lo tanto, se puede determinar la maquinaria y equipo necesario para el desarrollo de la obra en cuestión.

---

<sup>6</sup> Ing. Álvaro Beltrán Razura, Costos y Presupuestos, instituto tecnológico Tepic, 2012

## 7 DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS

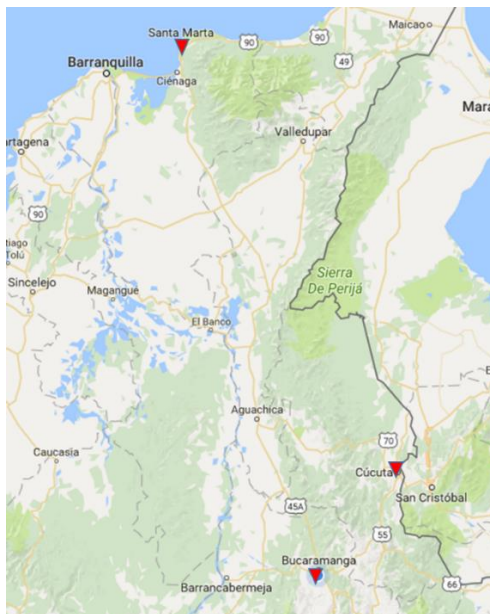
### 7.1 DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

El diseño hidráulico de las plantas de tratamiento requiere un análisis y estudios exhaustivos, como el tipo de comportamiento del crecimiento de poblacional, consumo promedio por persona para la determinación de una dotación, parámetros y calidad del agua tratar.

#### 7.1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La concesión Aeropuertos del Oriente es la encargada del mantenimiento y ampliaciones necesarias en los aeropuertos de Barrancabermeja, Bucaramanga, Santa marta, Cúcuta, Valledupar y Riohacha.

IMSAGUAS Ltda realizo el análisis de los tres aeropuertos principales pertenecientes a esta concesión los cuales son, Aeropuerto Palo negro de Bucaramanga, Aeropuerto Simón Bolívar de Santa marta y Aeropuerto Camilo Daza de Cúcuta.



**Ilustración 6. Ubicación de proyecto plantas de tratamiento**  
Fuente: Google Maps

### **7.1.2 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN**

En el caso de los aeropuertos las poblaciones constantes en relación con la población flotante (pasajeros) es pequeña, considerando lo anterior se decide trabajar con las poblaciones de pasajeros censados históricamente los cuales fueron suministrados de las bases de datos de Aeropuertos Del Oriente.

Las proyecciones se realizaron según los métodos estipulados en el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS 2000) seleccionando los métodos adecuados teniendo en cuenta el nivel de complejidad del sistema.

### **7.1.3 DOTACIÓN UNITARIA DE AGUA**

Teniendo en cuenta que la dotación por pasajero no puede ser tomada de las dotaciones establecidas en el RAS 2000 pues la población diaria es flotante. Cerca de un 90% del agua consumida se estima que corresponde a los pasajeros transitan téis.

Se realiza un análisis exhaustivo de los volúmenes de agua consumidos históricamente en cada uno de los aeropuertos y de los caudales de agua residual tratada.

Cada aeropuerto estudiado consume cantidades agua diferente debido a factores culturales, climáticos y operaciones propias realizadas en los aeropuertos, como mantenimiento de aviones y procedimientos internos necesarios para el funcionamiento del aeropuerto.

Una vez obtenidos los volúmenes de agua consumidos diariamente, mensual y anualmente se relacionan con la cantidad de pasajeros que circularon en determinado intervalo de tiempo.

#### **7.1.4 EVALUACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y RECOLECCIÓN DE AGUA RESIDUAL.**

Entre los compromisos realizados con la empresa contratante se debía realizar un análisis de las redes de distribución de agua potable y redes de recolección de agua residual, donde se especificasen sus características y posibles mejoras.

Uno de los objetivos principales de este análisis se basó en establecer la correcta separación de aguas lluvias y aguas residuales, pues las plantas de tratamiento tendrían que aumentar la capacidad considerablemente si estas estuvieran combinadas.

La empresa contratante proporciono los planos de las redes hidráulicas de cada uno de los establecimientos, sin embargo se realizaron visitas técnicas, pues se había realizado obras posteriores a la realización de los planos, con posibles modificaciones a las redes hidráulicas.



**Ilustración 7. Alcantarillado Aeropuerto Camilo Daza-Cúcuta**  
*Fuente: Archivo fotográfico Imsaguas*

#### **7.1.5 ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS.**

Se realizaron los presupuestos pertinentes para la construcción o reestructuración de las plantas de tratamiento de agua potable y agua residual de los 3 aeropuertos, teniendo en cuenta que con el fin de aprovechar los recursos y obras existentes, se utilizaron los tanques y equipos construidos realizando modificaciones.

Sin embargo fue necesaria la implementación de nuevas estructuras, para lo cual se realizaron los cálculos de volúmenes, materiales y mano de obra necesaria para su ejecución.

Una vez obtenidas las cantidades de obra se realizaron los respectivos análisis de precios unitarios (APU). La empresa cuenta con hojas electrónicas que facilitan esta tarea, sin embargo se implementaron nuevas aplicaciones de acceso con el fin de mejorar el rendimiento.

## 7.2 REMODELACIÓN PISCINA LOMAS DEL VIENTO-PIEDRECUESTA

### 7.2.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Una de las actividades propuestas durante el periodo de práctica empresarial en IMSAGUAS LTDA era la construcción de la piscina recreacional ubicada en el club recreacional lomas del viento en Piedrecuesta.



La ejecución de la piscina recreacional ubicada en el Club Comfenalco Lomas Del Viento finalizó y fue entregada el día 25 de marzo, a continuación se describen las actividades ejecutadas en la obra:

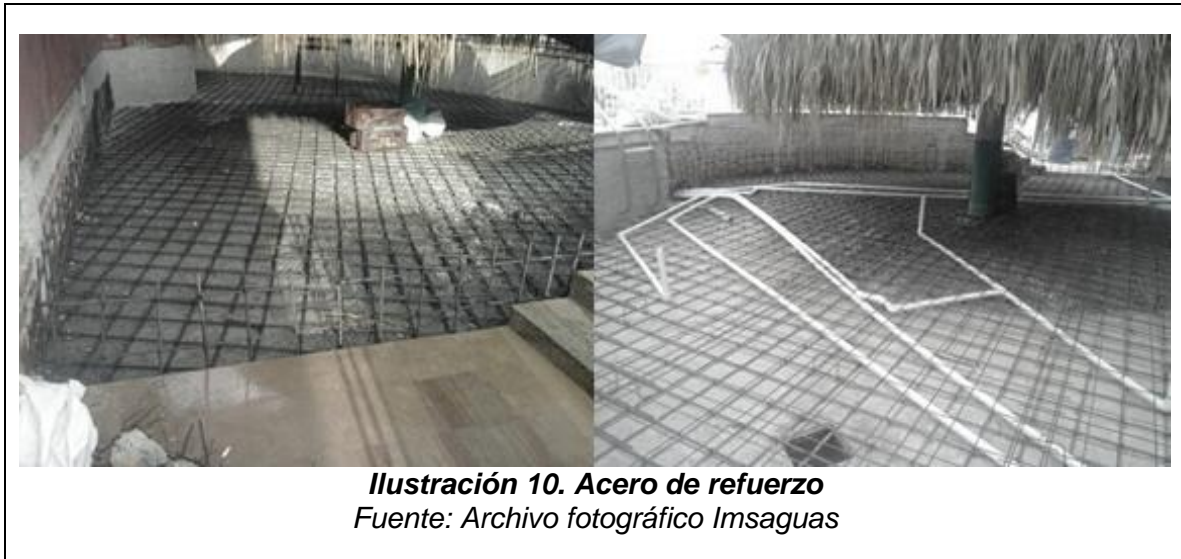
### 7.2.2 DEMOLICIÓN DEL VASO.

Demolición del vaso para ampliación de la piscina dejando el kiosco en perfecto estado para su posterior adecuación en base al nuevo nivel de agua y diferentes atracciones, toma de niveles para verificar que el nivel de agua fuera el correcto.



### 7.2.3 ACERO DE REFUERZO Y MALLA ELECTROSOLDADA

Instalación del acero de refuerzo para soportar los esfuerzos a flexión y evitar agrietamientos del concreto, dejando entre este las tuberías del diseño hidráulico para el conjunto de atracciones, para este proyecto se utilizaron varillas de acero corrugadas de media pulgada espaciadas cada 20 centímetros longitudinal y transversalmente, además en la parte superior se instaló malla electro soldada tipo 20x20x5 con el fin de garantizar la integridad estructural.



#### 7.2.4 CONCRETO IMPERMEABILIZADO

Fundición de concreto de 3000 PSI impermeabilizado para piso y paredes con vibrador para un relleno de espacios con mezcla adecuada y extracción de burbujas de aire, adicionalmente se utilizó una cinta Sika PVC para un sellado impermeable entre juntas, fueron necesarios 16 m<sup>3</sup> para el llenado piso.

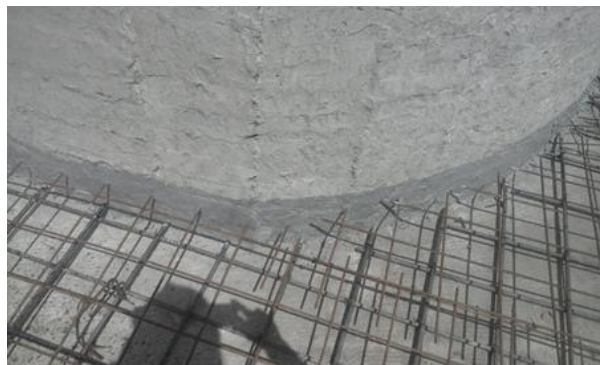


**Ilustración 11. Fundición de concreto**

*Fuente: Archivo fotográfico Imsaguas*

#### 7.2.5 EMPALME CONCRETO ANTIGUO CON NUEVO

Con ayuda de un puente de adherencia de concreto fresco ha endurecido (Sika-32 Primer) se realizó la unión de concreto de muro existente con el concreto nuevo del piso, este tipo de productos ayudan a la unión de concreto ya endurecidos con concretos nuevos que evitan la separación de los bloques.



**Ilustración 12. Empalme de concreto**

*Fuente: Archivo fotográfico Imsaguas*

## 7.2.6 FRISO IMPERMEABILIZADO

Friso impermeabilizado para paredes y piso, se utilizó como aditivo Sika-1 que consiste en un líquido amarillo que actúa como impermeabilizante integral taponando poros y capilares, utilizando las respectivas dosificaciones del aditivo en este tipo de estructuras (estructuras de almacenamiento de agua) es necesario garantizar el sellado de cualquier tipo de poro, una pequeña filtración de agua puede generar a largo plazo daños estructurales de gravedad.



**Ilustración 13. Friso impermeabilizado**

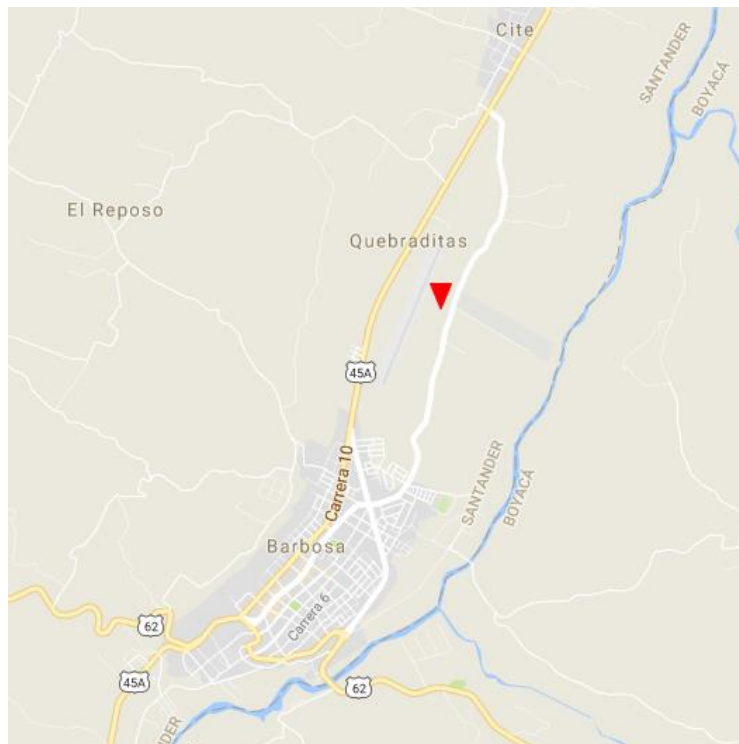
*Fuente: Archivo fotográfico Imsaguas*

### 7.3 CONSTRUCCIÓN DE PISCINA PRIVADA; BARBOSA-SANTANDER

En el municipio de Barbosa se llevó a cabo la construcción de una piscina privada del conjunto residencial La Cava De Los Cesares con un volumen de aproximadamente 65 m3, IMSAGUAS LTDA llevo a cabo la obra desde su diseño inicial, hasta la construcción total y entrega del proyecto.

#### 7.3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Barbosa-Santander, hace parte del conjunto residencial La Cava De Los Cesares situado a las afueras del municipio en la antigua via Barbosa-Cite



**Ilustración 14. Ubicación de proyecto piscinas**  
**Fuente: Google Maps**

### **7.3.1.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO**

Se realizó el desmonte y el montaje del campamento, además se hizo la demarcación del suelo para la identificación de la zona de construcción y se trasladó el equipo y la herramienta necesaria para llevar a cabo las actividades.



***Ilustración 15. Desmonte y montaje de campamento***  
*Fuente: Archivo fotográfico Imsaguas*

### **7.3.1.2 ARMADO DE VARILLA DE REFUERZO**

Basados en los planos de diseño estructural, se verifico que las cantidades de acero de refuerzo fueran las necesarias para cumplir con lo dispuesto en los planos estructurales, es este tipo de estructuras “No uniformes” pueden surgir pequeños cambios en obra, con el fin de facilitar el método constructivo.



**Ilustración 16. Armado de acero de refuerzo**  
Fuente: Archivo fotográfico Imsaguas

### **7.3.1.3 ARMADO DE FORMALETA Y FUNDICIÓN DE CONCRETO**

Fueron necesarios aproximadamente 13 m<sup>3</sup> de concreto de 3500 PSI con un aditivo de fibra de vidrio que reduce la aparición de poros evitando que se generen en este fisuras por acción del fluido, en este caso por efecto del agua.



**Ilustración 17. Fundición de concreto**  
Fuente: Archivo fotográfico Imsaguas

## **8 METODOLOGÍA DE TRABAJO**

A continuación se describe la metodología implementada para cumplir cada una de las actividades desarrolladas dentro del proyecto.

### **8.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE**

Es trascendental la recopilación de información, esta determinará la orientación que se le debe proporcionar al proyecto, una información verídica dará como resultado diseños ajustados a la necesidad de cualquier tipo de proyecto, en este caso la información fue suministrada por la entidad contratante:

- Objetivos del proyecto, establecerá el curso y los lineamientos que se deberán seguir para la obtención del resultado final.
- Datos históricos recopilados como cantidad de población, volúmenes agua, características físicas y químicas del agua, entre otras.
- Información del sistema existente, planos y estudios realizados con anterioridad.
- Visitas de campo que permitan una mayor comprensión del proyecto y la verificación de lo plasmado en la información suministrada.

### **8.2 ORGANIZACIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN**

En base a la información recopilada se organiza y extraen los datos útiles para el objetivo del proyecto, teniendo en cuenta las visitas de campo realizadas es posible reconocer los valores reales, una organización errónea de datos puede generar variaciones que afectan directamente al proyecto, pues no toda información llega a ser real o actualizada.

### 8.3 DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO

Los proyectos requieren el trabajo mancomunado de especialistas en diferentes ramas, en el caso de plantas de tratamiento, la empresa cuenta con personal profesional destinado a tareas específicas, el siguiente cuadro muestra la relación del personal destinado al desarrollo de proyectos.

**Tabla 5. personal participante**

| TITULO  | CARGO   | LABOR  |
|---|---|--|
| <b>Ingeniero Mecánico. EST<br/>ESP en Aguas y<br/>Saneamiento Ambiental</b> | Diseñador                                     | Coordinación general de proyectos de ingeniería, diseñador de plantas de tratamiento   |
| <b>Ingeniero Ambiental</b>  | Coordinador de proyecto                       | Análisis de características de los fluidos y aspectos ambientales  |
| <b>Ingeniero de Alimentos<br/>especialista en<br/>Ingeniería Ambiental</b>  | Evaluación de alternativas, diseño de planta. | Encargado de la recopilación de datos y visitas de campo, cuenta con amplia experiencia en plantas de tratamiento.   |
| <b>Ingeniero Industrial</b>   | Evaluar costos, evaluación alternativa.       | Encargado de la elaboración de estudio de costos, de elementos, maquinas e insumos.  |
| <b>Tecnología<br/>Electromecánica</b>                                       | Auxiliar de diseño y dibujo industrial        | Ejecución de información técnica, planos, equipos y demás información para el área de ingeniería. Estructuras de fabricación y equipos para el tratamiento de agua potable y residual. |

Fuente: Imsaguas Ltda

### 8.4 CONTROL DEL INVENTARIO Y SUMINISTROS:

Es fundamental tener claro que elementos son necesarios para realizar la construcción de cualquier tipo de proyectos, para esto se realiza el inventario de maquinaria y herramientas, con el fin de enviar a campo los implementos necesarios para realizar cada actividad.

Antes de salir los equipos de la bodega, durante el proyecto y al finalizar, era necesario tener un control de los siguientes ítems:

- ✓ Inspección del estado de los elementos
- ✓ Inventario de los elementos que salen de bodega
- ✓ Consumo de combustible de los equipos y vehículos, gastos de operación.
- ✓ gasto de cantidades obra.

## 9 APORTE AL CONOCIMIENTO

Durante el desarrollo de la práctica empresarial se realizaron actividades de supervisión y diseño en proyectos de consultoría, donde se aplicaron y reforzaron los conocimientos adquiridos durante la formación académica y donde se aprendieron nuevos.

Entre las experiencias significativas se menciona el conocimiento de los pasos en la residencia y el diseño de plantas de tratamiento de agua potable, agua residual y redes de distribución y recolección de aguas.

En el desarrollo de diseños de acueductos y distribución de agua potable el diseñador tiene la facultad de establecer métodos para solucionar problemas en cada uno de los proyectos, siempre regidos bajo las normas y leyes establecidas que en este caso se hable del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

Los años de experiencia del personal de mano de obra proporcionan soluciones en campo rápidas y eficaces que desde el punto de vista técnico producirían problemas de gran magnitud, de igual manera es de gran importancia que el personal diseñador de los proyectos tenga la suficiente experiencia para la solución de problemas de cada proyecto.

Otros puntos relacionados con el aporte al conocimiento adicional a los expuestos anteriormente son:

- Metodología organizativa para evaluación de datos.

- La importancia del trabajo producto de un trabajo en equipo mancomunado entre profesionales de diferentes ramas.

- La correcta presentación y entrega de planos e informes tal como lo expresan las normas técnicas.

- La planeación para la ejecución de un proyecto, los detalles a tener en cuenta, las herramientas y equipos.
- Conocimiento más profundo en el manejo de programas de diseño como el AUTOCAD CIVIL 3D.

## 10 CONCLUSIONES

- En el diseño de proyectos de distribución de agua potable es importante tener gran conocimiento en la metodología de diseño establecidos por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.
- Las piscinas como estructuras hidráulicas requieren un manejo especial en la fase constructiva que en otras estructuras no son de gran importancia, como por ejemplo el tipo de concreto utilizado el cual requiere aditivos adicionales para evitar porosidades, especial cuidado en la juntas, entre otras características.
- Es de gran importancia el trabajo en equipo de profesionales en diferentes áreas de la ingeniería, para la realización adecuada del diseño de un proyecto de acueducto, el trabajo organizado facilita y hace eficiente el desarrollo del proyecto.
- Los profesionales deben tener la capacidad de solucionar problemas de campo teniendo en cuenta los conceptos teóricos aprendidos en la academia y los reglamentos pertinentes a cada sector.
- La experiencia en proyectos de obra civil hacen una gran diferencia en el momento de ejecución de estas, esta experiencia evita cometer errores cotidianos en una obra civil.

## 11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Héctor Gonzales Muralles**, Manual técnico de diseño y construcción de piscinas (2012); Facultad de arquitectura de la universidad de San Carlos de Guatemala.
- **Eden Frias**, Cálculo Hidráulico De Piscinas.
- **Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico**, RAS – 2000, sistemas de acueducto, título C.
- **Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico**, RAS – 2000, tratamiento de aguas residuales, título E.
- **GUSTAVO A. MORA**, Manual para el diseño y construcción de piscinas residenciales y semideportivas, 2008.
- **Álvaro Beltrán Razura**, Costos y presupuesto, enero del 2012