



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**“ANÁLISIS DE PROPUESTA DE REGULACIÓN Y CONTROL ACTIVO DE  
PRESIONES EN SISTEMA DE AAPP, EN KM. 65 VÍA GUAYAQUIL - PLAYAS  
PARROQUIA JUAN GÓMEZ RENDÓN (PROGRESO)”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO CIVIL**

**Autor: Pedro Oswaldo Salinas Mite**

**Tutor: Ing. Segundo Eugenio Delgado Menoscal, Dr.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2018**

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.**

En calidad del tutor del proyecto de investigación, nombrado por el consejo Directivo de la Facultad de ingeniería Civil industria y construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

### **Certifico:**

Que el presente trabajo de fin de carrera desarrollado para obtener el título de Ingeniero Civil, con el tema: “ANÁLISIS DE PROPUESTA DE REGULACIÓN Y CONTROL ACTIVO DE PRESIONES EN SISTEMA DE AAPP, EN KM. 65 VÍA GUAYAQUIL - PLAYAS PARROQUIA JUAN GÓMEZ RENDÓN (PROGRESO)” realizado por el profesional en formación: Pedro Oswaldo Salinas Mite, trabajo elaborado bajo mi dirección y minuciosamente supervisado y revisado, por lo que autorizo su presentación como requisito previo a la aprobación para optar al título de:

### **INGENIERO CIVIL.**

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad el mismo que considero debe ser aceptado por reunir los requisitos legales, de viabilidad e importancia del tema.

Presentado por el Egresado:

  
Pedro Oswaldo Salinas Mite

C.I 0920656758



Ing. Segundo Eugenio Delgado Menoscal, Dr.

C.I 1303307340

TUTOR

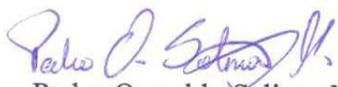
Guayaquil, 28 Noviembre del 2017

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, PEDRO OSWALDO SALINAS MITE con cedula de identidad 0920656758 declaro que el proyecto para la obtención del título de grado denominado “ANÁLISIS DE PROPUESTA DE REGULACIÓN Y CONTROL ACTIVO DE PRESIONES EN SISTEMA DE AAPP, EN KM. 65 VÍA GUAYAQUIL - PLAYAS PARROQUIA JUAN GÓMEZ RENDÓN (PROGRESO)” se ha desarrollado respetando las especificaciones técnicas, mediante las citas en las cuales indican la autoría, y cuyos datos se detallan de manera más completa en las bibliografías.

Guayaquil, Enero 2018

### AUTOR

  
Pedro Oswaldo Salinas Mite.  
C.I. 0920656758

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Por medio de la presente certifico que la responsabilidad del contenido de esta tesis de Grado, me corresponde exclusivamente a PEDRO OSWALDO SALINAS MITE con cedula de identidad 0920656758 cuyo tema es: “ANÁLISIS DE PROPUESTA DE REGULACIÓN Y CONTROL ACTIVO DE PRESIONES EN SISTEMA DE AAPP, EN KM. 65 VÍA GUAYAQUIL - PLAYAS PARROQUIA JUAN GÓMEZ RENDÓN (PROGRESO)”.

Derecho que renuncio y cedo el patrimonio intelectual de la misma a la “UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL” para que haga uso como bien convenga.

Guayaquil, Enero 2018

### **AUTOR**

  
Pedro Oswaldo Salinas Mite.  
C.I. 0920656758

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y a mi familia, a mis padres por su constante motivación.

Un especial agradecimiento al Ing. Segundo Delgado Menoscal, por su estimable colaboración con este trabajo de titulación.

## **DEDICATORIA**

A DIOS

A MI FAMILIA

## ABREVIATURAS

AAPP: Agua potable.

ANC: Agua no contabilizada.

AWWA: American Water Works Association.

bar: Bar.

DH: Distrito Hidrométrico.

ECAPAG: Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil.

FAVAD: Fixed And Variable Area Discharge paths

GSM: Sistema global para las comunicaciones móviles.

HPT: Hormigón Pre-Tensado.

KMD: Factor de mayoración máximo diario.

l/hab/día: Litros habitantes días.

l/s: Litros segundo.

NRO: Norte reservorio oeste.

PEAD: Polietileno de Alta Densidad.

PVC: Polivinilo Cloruro.

QMD: Caudal medio diario, l/s.

QMH: Caudal máximo horario, l/s.

SCADA: Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de datos.

SGP: Sistema de gestión de presiones.

SSA: Subsecretaria de Saneamiento Ambiental 2002.

VRP: Válvula reguladora de presión.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.</b> ....	<b>ii</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA</b> .....	<b>iii</b>
<b>CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>CAPITULO 1.</b> .....	<b>18</b>
<b>EL PROBLEMA</b> .....	<b>18</b>
Antecedentes .....	18
Planteamiento del problema.....	19
Formulación del problema .....	19
Sistematización del problema .....	20
Objetivo de la investigación: .....	20
Objetivo general.....	20
Objetivo específicos:.....	20
Justificación de la investigación .....	21
Delimitación de la investigación.....	21

Hipótesis de la investigación .....	22
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>23</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>
2.1. Características generales .....	23
2.1.1. Marco teórico referencial .....	23
2.1.2. Marco conceptual .....	24
2.1.3. Sector hidráulico .....	25
2.2. Caudal .....	25
2.2.1. Definición de caudal .....	25
2.2.2. Tipos de caudal .....	25
2.3. Presión .....	27
2.3.1. Definición de presión.....	27
2.3.2. Tipos de presión .....	28
2.4. Flujo a presión .....	28
2.5. Presión nominal .....	28
2.6. Pérdidas.....	28
2.6.1. Definición de pérdidas.....	28
2.6.2. Tipo de pérdidas .....	29
2.7. Origen de la fugas .....	30
2.8. Tipos y clasificación de las fugas .....	32
2.9. Porcentaje ANC (Agua No Contabilizada).....	33
2.10. Reducción de pérdidas .....	34
2.10.1. Estrategias para reducción de pérdidas .....	34
2.11. Definición y propósito de la gestión de presiones.....	34
2.12. Definición y tipos de válvulas reguladoras de presión.....	35

2.13.	Casos de empleo típicos .....	35
2.14.	Tipos de modulación para válvulas reguladoras de presión.....	37
2.15.	Control de presiones.....	39
<b>CAPITULO 3.....</b>		<b>40</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>		<b>40</b>
3.1.	Tipo de investigación.....	40
3.2.	Técnicas de la investigación. ....	43
3.2.1.	Línea base del sistema actual en parroquia Progreso. ....	51
3.2.2.	Recopilación de datos.....	51
3.2.3.	Análisis de contenido. ....	52
3.2.4.	Consideraciones de diseño.....	52
3.2.5.	Parámetros de diseño .....	53
3.2.6.	Reducción de pérdidas por la gestión de presión .....	56
<b>CAPITULO 4.....</b>		<b>58</b>
<b>DESARROLLO PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA VRP, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS .....</b>		<b>58</b>
4.1.	Limitaciones de diseño.....	58
4.2.	Selección de Válvula Reguladora de Presión.....	58
4.3.	Cálculos para el diseño de la VRP .....	60
4.4.	Esquema para instalación de la VRP.....	71
4.5.	Operación y mantenimiento de la VRP.....	72
4.6.	Discusión y análisis de resultados.....	79
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>80</b>
Conclusiones.....		80
Recomendaciones. ....		83

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>87</b>
ANEXO 1. Plano de presión manométrica de campo. ....	88
ANEXO 2. Tabla de medición con equipo portátil caudalímetro ultrasónico SIEMENS. ....	89
ANEXO 3. Medición por tres días cada 5 minutos caudales promedio caudalímetro SIEMENS .....	106
ANEXO 4. Cámara tipo A para instalación y ubicación de la VRP.....	117
ANEXO 5. Procedimiento rutinario de Operación y mantenimiento de la VRP.....	118
ANEXO 6. Procedimiento de Mantenimiento Integral preventivo de VRP.....	122
ANEXO 7. Valores típicos de coeficientes de rugosidad. ....	129
ANEXO 8. Carta de aceptación de Interagua. ....	130
<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA.....</b>	
<b>URKUND.....</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categoría asociada al origen de las fugas.....	31
Tabla 2. Línea base de la parroquia Progreso.....	51
Tabla 3. Selección de diámetros.....	55
Tabla 4. Características principal y descripción del producto.....	61
Tabla 5. Selección de diámetros para diseño.....	63
Tabla 6. Selección de diámetros para diseño.....	64
Tabla 7. Cálculo de diseño Punto 1.....	65
Tabla 8. Cálculo de diseño Punto 2.....	66
Tabla 9. Cálculo de diseño Punto 3.....	67
Tabla 10. Cálculo de diseño Punto 4.....	68
Tabla 11. Estimación de la válvula, según el índice de cavitación.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista satelital de la parroquia Progreso.....	24
Figura 2. Plano del sector parroquia Progreso NRO-528.....	41
Figura 3. Sondeo válvulas del sector. ....	42
Figura 4. Sondeo válvulas del sector. ....	42
Figura 5. Sondeo para instalación de caudalímetro portátil ultrasónico SIEMENS. ....	43
Figura 6. Sondeo para instalación de caudalímetro portátil ultrasónico SIEMENS. ....	43
Figura 7. Instalación del sensor para el caudalímetro portátil ultrasónico SIEMENS...	44
Figura 8. Instalación del sensor para el caudalímetro portátil ultrasónico SIEMENS...	44
Figura 9. Caudalímetro Portátil SIEMENS en proceso de medición. ....	45
Figura 10. Caudalímetro Portátil SIEMENS en proceso de medición. ....	45
Figura 11. Caudalímetro Portátil SIEMENS en proceso de medición. ....	46
Figura 12. Área donde se realizó el proceso de medición. ....	46
Figura 13. Metrolog para controlar presión del sector. ....	47
Figura 14. Ejemplo uso del Metrolog para controlar presión del sector. ....	47
Figura 15. Chequeo del funcionamiento del Metrolog.....	48
Figura 16. Instalación de Metrolog y desmontaje de medidor para ubicación dentro del cajetín. ....	48
Figura 17. Instalación de Metrolog en cajetín de medidor. ....	49
Figura 18. Toma de presión manométrica en campo.....	49
Figura 19. Toma de presión manométrica en campo.....	50
Figura 20. Toma de presión manométrica en campo con desmontaje de medidor. ....	50
Figura 21. Toma de presión manométrica en campo.....	51
Figura 22. Flujograma para elección de válvula reguladora .....	53
Figura 23. Válvulas de dos pilotos. ....	54

Figura 24. Válvula tipo globo.....	59
Figura 25. Válvula tipo globo.....	59
Figura 26. Válvula tipo globo.....	60
Figura 27. Grafica de cavitacion de diseño. ....	70
Figura 28. Válvula tipo globo.....	71
Figura 29. Válvula tipo globo.....	71
Figura 30. Válvula tipo globo.....	72
Figura 31. Mantenimiento rutinario toma de presión. ....	73
Figura 32. Mantenimiento rutinario verificación de estado de válvulas. ....	74
Figura 33. Mantenimiento rutinario verificación de VRP y ventosa.....	74
Figura 34. Mantenimiento rutinario verificación de filtro.....	75
Figura 35. Mantenimiento integral preventivo VRP y sus elementos.....	76
Figura 36. Mantenimiento integral preventivo de piloto.....	76
Figura 37. Mantenimiento integral preventivo de piloto.....	77
Figura 38. Mantenimiento integral preventivo elementos internos.....	77
Figura 39. Mantenimiento integral preventivo de plato y resorte. ....	78
Figura 40. Mantenimiento integral preventivo de plato y resorte. ....	78

## RESUMEN

El trabajo de titulación presente denominado, “el análisis de propuesta de regulación y control activo de presiones en sistema de AAPP, con los resultados obtenidos de la aplicación de modulación en el sistema de distribución de agua potable en km. 65 vía Guayaquil - Playas Parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso)”, es una propuesta de solución al problema presentado.

El objetivo general es el de “ Proponer la regulación y control activo de presiones en el sector, km. 65 vía Guayaquil - Playas Parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso), para la optimización y eficiencia de la red existente”.

Se procedió a realizar una investigación de campo, con el fin de obtener resultados confiables en la modulación que puedan alcanzar los objetivos establecidos, también se utilizó la investigación descriptiva, ya que describió los hecho como son observado y es correlacional ya que se estableció las relaciones entre las variables.

Los resultados en base a la modulación propuesta consisten en delimitar el área de regulación de la red de distribución, de tal manera que se logre cumplir con mantener un caudal continuo. Este indicador permite establecer un orden de prioridades para la modulación establecida que influye dentro del área a regular.

Siendo el análisis de modulación operacional de la red de distribución, el control activo de fugas (detección y localización de fugas), la gestión de presión (reducción y regulación de las presiones en servicio), y la gestión de la infraestructura (mantenimiento y renovación de redes).

La conclusión más trascendental fue la evaluación de los diferentes tipos de control de regulación aplicables donde los diámetros de VRP jugaron un papel muy importante

**Palabras clave:** Agua potable, Fugas, Progreso, Reducción, Regulación.

## **ABSTRACT**

The work of this degree called, "the analysis of proposal of regulation and active control of pressure in the system of Government, with the results of the application of modulation in the distribution system of drinking water in km. 65 via Guayaquil - Playas Parroquia Juan Gómez Rendón (progress) ", is a proposal for a solution to the problem presented. The general objective is the of "proposing the regulation and control asset of pressures in the sector, km. 65 via Guayaquil - Playas Parroquia Juan Gómez Rendón (progress), for the optimization and efficiency of the existing network". Was to conduct a field investigation, in order to obtain reliable results in the modulation that can achieve the objectives set, was also used the descriptive research, since it described the fact as they are observed and is correlation since it established relations between the variables. The results based on the modulation proposed consist of delimit the area of regulation of the distribution network, in such a way that is achieved to comply with a continuous flow. This indicator allows you to establish an order of priorities for established modulation that influences within the area to regulate. Being the analysis of operational modulation of the distribution network, active control of leaks (detection and localization of leaks), pressure (reduction and regulation of pressures in service) management, and infrastructure management (maintenance and) renewal of networks). The most important conclusion was the evaluation of the different types of control of regulation applicable where the diameters of VRP played a very important role

### **Keywords.**

Drinking water, leaks, progress, reduction, regulation.

## INTRODUCCIÓN

Siendo el agua el elemento vital para la supervivencia de los seres vivos y de la naturaleza, es importante considerar su máximo aprovechamiento, es por ello que dentro de un sistema de agua potable se debe considerar un diseño eficiente para la reducción de pérdidas de fugas visibles y no visibles y de fondo.

Por lo tanto en este proyecto de tesis tiene como objetivo mostrar un método económico, práctico e inmediato como es la gestión de presión que reduce el efecto sobre fugas visibles, no visibles y de fondo lo que permite tener un impacto positivo sobre las pérdidas reales, disminuyendo las presiones innecesarias o excesivas, y, eliminando presiones fuertes o transitorias, respetando especificaciones técnicas de servicio para el sistema existente de abastecimiento de agua potable.

La Parroquia Progreso efectivamente tiene constantes roturas en la red de AAPP, en este año han existido 22 roturas de tubería que han requerido de reparaciones emergentes. Se puede verificar que la tubería es pegable, lo cual genera constantes roturas, la tubería es de 63 mm PVC, 55% 90 mm, PVC – 40% - 5% PEAD el cual está por debajo del mínimo requerido dentro de las especificaciones técnicas (INEN, 2014) El 95% de la red de AAPP fue instalada en 1983, es decir que la tubería tiene 34 años en funcionamiento y ya cumplió su tiempo de vida útil. (veolia, 2005)

En el sector existe conexión del acueducto de 600 mm HPT, y redes de distribución contemplados para la flexibilidad operativa del sistema lo que permite a su vez proponer una regulación de presiones, existen zonas con presiones por encima del mínimo requerido (6.5 bar), tomando en cuenta que la presión mínima del usuario es (1.5 bar), por lo cual resulta conveniente realizar una regulación de presiones.

## **CAPITULO 1.**

### **EL PROBLEMA**

#### **Antecedentes**

El problema de abastecimiento del agua potable a nivel mundial es un tema que cada día ocupa más la atención de las comunidades al ser un recurso cada vez más insuficiente en ciertas partes del mundo. Debido a esto es necesario que los gestores de sistemas de agua potable tomen decisiones eficientes en cuanto a su gestión del recurso, siendo la disminución de pérdidas de agua en sistemas de abastecimiento y distribución uno de sus puntos fundamentales.

Cabe señalar que el propósito principal de un sistema de distribución de agua potable, es abastecer a todos los usuarios o consumidores finales de agua potable con presión suficiente, con parámetros de calidad que permitan su uso y consumo de manera continua, se deberá plantear varias alternativas de optimización de la red de distribución para garantizar el servicio adecuado para los habitantes.

La creciente necesidad de lograr el equilibrio del sistema que asegure un abastecimiento suficiente de agua para la población, este se puede lograr aplicando distintos métodos para contrarrestar las pérdidas de agua potable, teniendo entre estas la gestión de presiones del sistema.

Se busca mejorar la eficiencia de la red de distribución considerando el mapa de presiones del sector hidráulico en km. 65 vía Guayaquil - Playas Parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso), teniendo en cuenta la infraestructura existente y las condiciones de servicio de los usuarios, en la Parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso). Se requiere en base al método de reducción de pérdidas por gestión de presiones definir el área óptima de influencia e implementar distintos tipos de control de presión.

## **Planteamiento del problema**

El área de estudio de regulación es de suma importancia para la parroquia Juan Gómez Rendón (progreso), debido al alto índice de tuberías averiadas dejando un desabastecimiento a la población por las sobrepresiones que oscilan entre 4.8 bar y 6.5 bar, estando por encima de lo requerido, esto lleva a realizar un análisis de propuesta de regulación y control activo de presiones que asegure el abastecimiento continuo de agua para la población, donde se va aplicar distintos diámetros VRP para contrarrestar las pérdidas de agua potable, teniendo entre estas la gestión de presiones del sistema 1.5 bar, requerido por el ente regulador.

Cuando siendo el agua el elemento vital para la supervivencia de los seres humano es importante su máximo aprovechamiento. Para efectos de reducción de pérdidas, la gestión de presión es el método más económico e inmediato que causa efecto sobre fugas visible, no visibles y de fondo lo que permite tener un impacto positivo sobre las pérdidas reales, disminuyendo las presiones innecesarias o excesivas, eliminando presiones fuertes o transitorias, respetando especificaciones técnicas de servicio para el sistema de abastecimiento de agua potable.

## **Formulación del problema**

Como se debería plantear la estrategia de gestión de presión en la Parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso), cuál sería el método más adecuado para optimizar y mejorar la eficiencia del sistema actual, una vez determinada el área de influencia a considerar.

## **Sistematización del problema**

Se requiere realizar un análisis de propuesta de regulación y control activo de presiones en el sistema de AAPP actual de la parroquia Juan Gómez Rendón Progreso.

Se consideraría varios diámetros de VRP hasta encontrar el más adecuado para optimizar y mejorar la eficiencia del sistema actual.

Se debería observar el área determinada para el proceso de regulación en lo requerido considerando la topografía del terreno.

## **Objetivo de la investigación:**

El objetivo de la investigación es realizar un análisis para definir una propuesta de regulación y control activo de presiones para un mismo escenario, que permita mantener una presión óptima y continua en el sector.

## **Objetivo general**

- ❖ Proponer la regulación y control activo de presiones en el sector, km. 65 vía Guayaquil - Playas Parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso), para la optimización y eficiencia de la red existente

## **Objetivo específicos:**

- ❖ Determinar el área de regulación.
- ❖ Determinar caudales de pérdidas y presiones de servicio actuales y estimación pos-regulación de presiones.
- ❖ Evaluar diferentes tipos de control de regulación aplicables.
- ❖ Definir el tipo de válvula de reguladora de presión a instalar.

## **Justificación de la investigación**

Es de suma importancia para la parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso) realizar una regulación en las presiones de la red ya que en la actualidad estas oscilan entre 4.8 bar y 6.5 bar estando por encima de lo requerido, lo que ha provocado un alto índice de tuberías dañadas que ocasiona un desabastecimiento a la población, (ver anexo 1).

Esto lleva a realizar un análisis de propuesta de regulación y control activo de presiones que asegure el abastecimiento continuo de agua para la población aplicando distintos métodos para contrarrestar las pérdidas de agua potable, teniendo entre estas la gestión de presiones del sistema, proporcionando lo requerido por el ente regulador ECAPAG.

Las pérdidas reales en la parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso) se aprecian desde tuberías de transmisión y distribución, fugas desde conexiones de servicio y fugas desde tanques de almacenamientos, esto debido a las sobrepresiones que se manejan actualmente, las grandes fugas pueden disminuir la cobertura de la demanda de agua existente. Las fallas de abastecimiento, como la presión baja y las interrupciones del servicio, son los impactos más comunes sobre el cliente.

## **Delimitación de la investigación**

Teniendo en cuenta que, el propósito principal de un sistema de distribución de agua potable, es entregarla a todos los usuarios o consumidores finales en cantidades adecuadas, con para metros de calidad que permitan su uso y consumo de manera continua, se deberá plantear varias alternativas de optimización de la red de distribución para garantizar el servicio adecuado de agua potable para los habitantes.

La creciente necesidad de lograr el equilibrio del sistema que asegure el abastecimiento suficiente de agua para la población se puede lograr aplicando distintos métodos para contrarrestar las pérdidas de agua potable, teniendo entre estas la gestión de presiones del sistema.

Se busca mejorar la eficiencia de la red de distribución y el mapa de presiones del sector hidráulico al oeste de la ciudad de Guayaquil, teniendo en cuenta la infraestructura existente y las condiciones de servicio de los usuarios, en la Parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso). Se requiere en base al método de reducción de pérdidas por gestión de presiones definir el área óptima de influencia para la implementación de esta estrategia e implementar distintos diámetros de VRP para el control de presión a la propuesta de gestión de presiones a plantear.

### **Hipótesis de la investigación**

El análisis e implementación de propuesta de regulación y control activo permitirá: Establecer el área óptima de regulación, reducir el índice de rotura del sector, disminuir los índices de pérdidas de agua potable. Establecer obras complementarias del proyecto de regulación propuesto.

## **CAPITULO 2.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Características generales**

Juan Gómez Rendón o también conocida como Progreso es una parroquia rural del Cantón Guayaquil, en la provincia del Guayas, Ecuador. Esta división se encuentra al oeste de la ciudad de Guayaquil. Su carretera principal se divide en dos ramales: el principal es el que lleva a Salinas y el de la izquierda a Playas. De acuerdo a registros que maneja la empresa Interagua existen tres tipos de tuberías, 63 mm PVC, 55% 90 mm, PVC – 40% - 5% PEAD (veolia, 2005).

Actualmente cuenta con 722 usuarios registrados abastecidos del sistema de red de agua potable. (veolia, 2005)

En la toma de presiones se observa que la presión de servicio (6.5 bar) es mayor a la requerida (1.5 bar), por lo que requiere implementar un sistema de regulación de presiones a fin de minimizar las pérdidas ocasionadas por fugas en la red.

##### **2.1.1. Marco teórico referencial**

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y VAG-Armaturen GmbH (VAG), establecida en 2009, El objetivo de esta cooperación era mejorar la capacidad de las empresas de agua para gestionar de manera sostenible los sistemas de abastecimiento de agua y reducir la pérdida de agua, poniendo un especial acento en la gestión de la presión, se analizaran algunos criterios, conceptos y estadísticas a nivel mundial, donde interviene la demanda de gestión de presión, el control de pérdidas y las redes de distribución de agua potable. Además, se analizaran algunos proyectos desarrollados a nivel internacional, en donde interviene la gestión por demanda. Prof. Dr.-Ing. Raimund Herz, profesor emérito de ingeniería urbana,

Universidad Técnica de Dresde, nos indica que para realizar la optimización de la red de distribución de agua potable, se utilizara la regulación como propuesta para garantizar el buen servicio a la comunidad por esta razón se presentara algunos criterios y estadísticas.

### 2.1.2. Marco conceptual

Los criterios de modulación utilizados internacionalmente, se encuentran en manuales de empresas proveedoras del servicio de distribución de agua potable en el país, y hacen parte de las estrategias operativas de reducción de pérdidas, adicionalmente, se evidencia un interés en cuanto a la disposición de las redes principales de transporte de agua o red matriz, la verificación de la operación del sector propuesto y la proyección del sector hidráulico, estos pueden tomarse como criterios para determinar la forma en que se deberán trazar los límites del área de influencia a regular. A continuación vista satelital de la parroquia



Figura 1. Vista satelital de la parroquia Progreso.  
Fuente: Google Earth (2017)

### **2.1.3. Sector hidráulico**

Se define como la mínima unidad autónoma de gestión de red de distribución capaz de independizarse desde el punto de vista hidráulico por medio de maniobras de válvulas, con posibilidad de medir los volúmenes suministrados, consolidar los volúmenes facturados, estimar las pérdidas de agua potable, establecer sus causas y formular proyectos para su reducción y control.

## **2.2. Caudal**

### **2.2.1. Definición de caudal**

Unidad que define el volumen de un fluido entregado en un determinado tiempo.

$$Q = \frac{V}{t}$$

### **2.2.2. Tipos de caudal**

Los tipos de caudal se definen de acuerdo a los horarios de consumo:

#### **Caudal máximo diario**

$$Q_{MH} = K_{MD} * Q_{MD}$$

Dónde:

$Q_{MH}$  = caudal máximo horario, l/s.

$K_{MD}$  = Factor de mayoración máximo diario.

$Q_{MD}$  = Caudal medio diario, l/s.

Según las normas de la SSA, numeral 4.5.2.2; el factor de mayoración máximo diario ( $K_{MD}$ ) tiene un valor de 1.25, para todos los niveles de servicio. Por tanto el caudal máximo diario será:

$$QMH=KMD*Qmd$$

$$QMD=1.25*0.296$$

(SSA SUBSECRETARÍA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL ,  
2002)

### **Caudal máximo horario**

$$QMH=KMH*Qmd$$

Dónde:

QMH= Caudal máximo horario, l/s.

KMH= Factor de mayoración máximo horario.

QMD= Caudal medio diario, l/s.

Las normas de la SSA ha establecido como caudal máximo horario aquel que varía en el 200% al 300% del caudal medio diario (Qmd), coeficiente de variación horario determinado en función de la posibilidad de que un grupo enteros de usuarios consuman agua simultáneamente en un momento dado. Según estas normas recomiendan un coeficiente de variación horaria de 3.0 con el cual se puede cubrir los consumos simultáneos máximo y garantizar el abastecimiento de agua en el área modulado, motivado por el crecimiento de la comunidad y el aumento de consumos futuros.

Por lo tanto el valor del caudal máximo horario será:

$$QMH=KMH*Qmd$$

$$QMH= 3*0.296$$

## **Caudal medio diario**

Cantidad de agua requerida por un habitante en un día cualquiera del año de consumo promedio.

$$Q_{md} = f \cdot DMF / 86400$$

Dónde:

$Q_{md}$  = Caudal medio diario, l/s

$f$  = Factor de corrección por pérdidas y fugas.

$D$  = Dotación en litros/ habitantes – días.

$DMF$  = Dotación media futura. l/hab/día.

86.400 = segundos que tiene un día.

De acuerdo a las normas de la SSA, se establece el factor de corrección por pérdidas y fugas según el nivel de servicio que se dará a la comunidad de progreso en estudio de modulación.

## **2.3. Presión**

### **2.3.1. Definición de presión**

Unidad que define la relación entre la fuerza ejercida sobre una superficie.

$$P = \frac{F}{A}$$

### **2.3.2. Tipos de presión**

#### **Presión manométrica:**

Se llama presión manométrica a la diferencia entre la presión absoluta o real y la presión atmosférica. Se aplica tan solo en aquellos casos en los que la presión es superior a la presión atmosférica, pues cuando esta cantidad es negativa se llama presión de vacío. (Merino, 2011)

Los aparatos utilizados para medir la presión manométrica reciben el nombre de manómetros. (Merino, 2011)

#### **Presión absoluta:**

Se conoce como presión absoluta la presión real que se ejerce en un punto dado. (Merino, 2011)

### **2.4. Flujo a presión**

Al estar confinado en un conducto cerrado, ocupa todo el interior del conducto, quedando sometida a una presión superior a la atmosférica.

### **2.5. Presión nominal**

Presión máxima que puede resistir el tubo en estado continuo de servicio u operación dada por los fabricantes, con un alto grado de certeza de imposibilidad de falla de la misma.

### **2.6. Pérdidas**

#### **2.6.1. Definición de pérdidas**

Es el volumen de agua obtenido de la diferencia entre el volumen de agua entregado y el contabilizado.

## **2.6.2. Tipo de pérdidas**

### **Pérdidas reales:**

Las pérdidas técnicas o reales de agua, también llamadas fugas, ocurren en los sistemas de distribución de agua potable debido a la no estanqueidad del mismo. Es decir, ocurren debido a roturas, mal acoplamiento de uniones, válvulas, empaquetaduras, y demás elementos del sistema.

Estos flujos de agua no controlados constituyen un importante factor agravante de las pérdidas de agua potable debido a su naturaleza y su gran participación porcentual en la misma. Pues, además de representar una pérdida efectiva de líquido, las fugas tienen como reflejos sociales y económicos importantes en la población; ya que se trata de agua captada, bombeada, tratada, almacenada, y distribuida, que se pierde debido a fallas en el sistema de abastecimiento en el instante en el que está lista para ser consumida, y uno de los puntos principales para mejorar dicha eficiencia es disminuyendo pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento a través de sistema del sistema de gestión y regulación de presión y control activo.

Si una tubería se rompe o presenta fugas durante la operación podría tener inicialmente un defecto, haber sido dañada durante la instalación, estar deteriorada y fatigada ya sea por la corrosión o por el envejecimiento del material, e incluso ser el resultado de fallas producidas por altas presiones el acomodo natural del suelo. (L. Happich, 2009)

### **Pérdidas aparentes**

Corresponden al volumen de agua que no es registrada por los medidores de los usuarios

#### Causas

Las pérdidas aparentes son originadas por errores de medición de caudal por factores como subregistro del consumo, fraude por usuarios ilegales, no-facturación de usuarios activos y por conexiones clandestinas masivas o dispersas. (L. Happich, 2009)

### **2.7. Origen de la fugas**

Los factores que originan las fugas en los sistemas de distribución de agua dependen principalmente de factores relacionados con movimientos del terreno, corrosión de las tuberías, presión de servicio, antigüedad de las tuberías, y las condiciones de instalación de las tuberías.

La corrosión es provocada por factores como presencia del nivel freático o corrientes parásitas en tuberías instaladas sin la protección suficiente en terrenos agresivos (ácidos).

Los movimientos del terreno son una causa muy frecuente de las fugas, especialmente en aquellas tuberías instaladas sin precauciones en suelo inestable.

La tabla siguiente resume de manera concreta las principales categorías asociadas al origen de las fugas mencionadas en el manual AWWA “Water Audits and Leak detection 1990” (L. Happich, 2009).

**Tabla 1. Categoría asociada al origen de las fugas.**

<b>ORIGEN DE LAS FUGAS</b>	<b>CAUSAS DEL ORIGEN DE LAS FUGAS</b>
MATERIAL DEFECTUOSO	Una deficiente elección de los materiales y de las juntas, así como de los asentamientos sobre los que deberán estar los mismos.
DEFICIENCIA EN LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	Debido a una deficiente colocación de las tuberías, piedras alrededor de la tubería que no se han eliminado, o falta de prevención del tráfico pesado.
DEFICIENCIA EN EL SISTEMA DE VÁLVULAS	Se presentan en muchos casos fugas en accesorios como: ventosas, derivaciones en tuberías, hidrantes, válvulas (fugas en asientos de compuertas, incrustaciones, ejes rotos, abrazadera mal puestas, etc.)
CORROSIÓN	Una corrosión interna debida a agua agresiva, y/o externa debida a una insuficiente protección en los materiales metálicos de cierta tierra agresiva y de las aguas subterráneas.
GOLPE DE ARIETE	Operaciones excesivamente rápidas realizadas sobre válvulas de funcionamiento en el sistema que dan lugar ocasionalmente a excesivas presiones, o llenado de tuberías demasiado rápido, dando lugar al fenómeno de ariete.
DESMONTAJE DEFICIENTE	Averías accidentales en hidrantes, llaves de corte, desmontajes de medidor, de manera deficiente originan fugas que deberían evitarse.

## 2.8. Tipos y clasificación de las fugas

### Clasificación

Las pérdidas reales son volúmenes de agua perdidos dentro de un determinado periodo a través de todo tipo de fugas, estallidos y reboses. Las pérdidas reales se pueden clasificar de acuerdo a (a) su ubicación dentro del sistema y (b) su tamaño y al tiempo de la fuga. (L. Happich, 2009)

#### (a) Ubicación

**Fugas desde las troncales de transmisión y distribución**, puede ocurrir en tuberías (estallidos debido a causas foráneas o a corrosión), Uniones (desconexión empaquetaduras dañadas) y válvulas (falla operativa o de mantenimiento) y usualmente tiene tasas de flujo medianas a altas y tiempos de fuga de cortos a medianos (L. Happich, 2009)

**Fugas desde conexiones de servicio** hasta el punto del medidor del cliente. A veces nos referimos a las conexiones de servicios como los puntos débiles en la redes de suministro de agua porque sus uniones y accesorios exhiben tasas de falla altas. Las fugas en las conexiones de servicio son difíciles de detectar debido a sus tasas de flujo comparativamente bajas y por lo tanto tienen tiempos de fuga largos (L. Happich, 2009)

**Fugas y reboses de tanques de almacenamiento.** Estas están causadas por controles de nivel que son deficientes o están dañados. Además puede ocurrir filtración de las paredes de concreto o de la construcción que no son herméticas. A menudo se subestiman las pérdidas de agua desde tanques y aunque son fáciles de detectar, la reparación a menudo es complicada y cara.

#### (b) Tamaño y tiempo de la fuga (L. Happich, 2009)

**Las fugas reportadas o visibles** Proviene principalmente de estallidos súbitos o rupturas de uniones en grandes troncales o tuberías de distribución. El agua que fuga aparecerá en la superficie rápidamente dependiendo de la presión del agua y el tamaño de la fuga así como de las características del suelo y la superficie. No se requiere equipo especial para ubicar fugas (L. Happich, 2009)

**Fugas no reportadas u ocultas.** Estas por definición tienen caudales mayores a 250 l/h a 50 m de presión pero debido a las condiciones no favorables no aparecen en la superficie.

La presencia de las fugas ocultas se pueden identificar analizando tendencias en el comportamiento del consumo de agua dentro de una zona definida de suministro de agua. Existe una amplia gama de instrumentos acústicos y no acústicos para detectar las fugas no reportadas (L. Happich, 2009)

**Fugas de fondo.** Comprende pérdidas de agua con caudales menores a 250 l/h a 50 mm de presión. Estas fugas muy pequeñas (filtración o goteo de uniones, válvulas o accesorios no herméticos) no se pueden detectar utilizando métodos de detección acústicos de fugas. Por lo tanto se asume que muchas fugas de fondo nunca se detectan ni reparan sino que fugan hasta que reemplaza eventualmente la parte defectuosa. Las fugas de fondo a menudo causan una buena parte de las pérdidas reales de agua debido a su gran número y el largo tiempo durante el que ocurren (L. Happich, 2009)

## **2.9. Porcentaje ANC (Agua No Contabilizada)**

Es el porcentaje que se obtiene de la relación entre el volumen de pérdidas y el volumen entregado al sistema.

$$\%ANC = \frac{\text{Volumen entregado} - \text{Volumen contabilizado}}{\text{Volumen entregado}} \times 100\%$$

## **2.10. Reducción de pérdidas**

### **2.10.1. Estrategias para reducción de pérdidas**

Existen cuatro estrategias para la reducción de pérdidas:

- ❖ Gestión de presiones
- ❖ Control activo de fugas
- ❖ Calidad y rapidez en control de fugas
- ❖ Gestión de infraestructura (rehabilitación de redes)

Debido a que el enfoque de esta tesis se centra en la gestión de presiones se desarrollará esta estrategia:

### **2.11. Definición y propósito de la gestión de presiones**

La gestión de la presión comprende así el ajuste y control del agua en los sistemas de suministro a un nivel óptimo. La implementación de un sistema de gestión de presión puede ser rentable no solamente en las redes de distribución de agua sino también en las redes nuevas que se está planificando.

La presión excesiva de agua puede agravar el riesgo de nuevas roturas en el sector hidráulico, la relación entre presión y fuga, también significa que la presión alta puede causar excesivos caudales de fugas. Inversamente, la reducción de la presión de agua en una red de tuberías puede reducir las fugas.

Cuando se reduce la presión, siempre debe asegurarse la presión de suministro requerida mínima en el punto crítico de la red. (L. Happich, 2009)

## **2.12. Definición y tipos de válvulas reguladoras de presión**

Los dos tipos más comunes de válvulas reguladoras de presión en el mercado son las válvulas de diafragma y las válvulas de paso anular. (L. Happich, 2009).

### **Válvulas de diafragma.**

Las válvulas de diafragma, también llamadas válvulas de membrana, consisten generalmente de una válvula principal operada hidráulicamente y un circuito piloto. (L. Happich, 2009)

### **Válvulas de paso anular.**

Las válvulas de paso anular, también conocidas como válvulas de pistón o válvulas de aguja, son igualmente convenientes para reducir y controlar presiones y tasas de flujos de manera segura y confiable. A diferencia de las válvulas de diafragma accionadas hidráulicamente, las válvulas de paso anular requieren actuadores externos que se energizan de manera manual, neumática o eléctrica. (L. Happich, 2009)

## **2.13. Casos de empleo típicos**

Estos casos de empleo proveerán guía para encontrar la solución más conveniente en distintas condiciones de límite

**Caso de empleo 1:** Modulación del punto local, válvula de diafragma con presión de salida fija. Esta es la solución de gestión de presión más básica y conveniente para el área de suministro de energía ( lugares remotos) o con frecuentes fallas de energía – La instalación de válvulas de diafragma con presión de salida fija es relativamente barata y ofrece rápida recuperación de la inversión . Se debe utilizar en áreas con mala información o con información poco confiable, los clientes y los componentes del balance hídrico. Puede ser el primer paso en establecer un SGP y siempre deber estar

acompañado del monitoreo de la presión y el flujo para comprender mejor en la red. Se debe prever mejoras futuras hacia soluciones más avanzadas (L. Happich, 2009)

**Caso de empleo 2: Modulación** del punto local, válvula de diafragma con modulación de tiempo o de flujo. Este caso de empleo combina la modulación de punto local con la modulación basada en el tiempo o en el flujo. Por ejemplo, se reducirá la presión en la noche o de acuerdo a una relación predefinida entre la tasa de presión y la tasa de flujo. Este segundo caso de empleo también es conveniente para áreas con información de fondo mala o poco confiable. Se recomienda medir la presión de ingreso P1, y la tasa de flujo durante un mínimo de tres meses representativos antes de la implementación del proyecto. Es necesario el suministro de energía (batería) para el controlador de la VRP, pero el sistema también trabaja con suministro intermitente o inseguro de energía. La presión diferencial entre P1 y P2 no debe ser muy alta para evitar los problemas de cavitación. El control de la presión sigue siendo básico pero normalmente produce ya mejores resultados que el caso de empleo 1 (L. Happich, 2009).

**Caso de empleo 3:** Modulación del punto local, válvula de paso anular con modulación basada en el tiempo o en el flujo. Este es el mismo que el caso de empleo 2, pero usa una válvula de paso anular. Las válvulas de paso anular requieren una fuente de energía externa pero permiten un diámetro mayor en el ingreso y una diferencia de presión más alta. Además, los costos de mantenimiento son bajos (L. Happich, 2009)

**Caso de empleo 4:** Modulación de punto crítico, válvula de diafragma con modulación basada en el tiempo o en el flujo. Este caso de empleo se requiere comunicación entre un sensor de presión instalado en el punto crítico del **SGP** y uno en la **VRP**. La solución más económica es trabajar con la red móvil local de **GSM**. (L. Happich, 2009)

**Caso de empleo 5:** Modulación de punto crítico, válvula de paso anular con modulación basada en el tiempo o en el flujo. Este caso de empleo requiere

comunicación entre un sensor de presión instalado en él. Punto crítico del SGP y uno en la VRP. La solución más económica es trabajar con la red móvil local de GSM. La modulación del punto crítico ofrece mejores opciones para la optimización. Por lo tanto, estos sistemas serán todavía económicos para redes con pérdidas de agua relativamente bajas. Se recomienda un modelo hidráulico del sistema ya que permitirá un diseño óptimo del mismo. En cualquier caso, los datos de estructuras de la red, así como la presión de ingreso y las mediciones de flujo son absolutamente necesarios para el dimensionamiento correcto y existe una necesidad de abastecimiento continuo y estable de energía tanto en el punto crítico como en la ubicación de la VRP. (L. Happich, 2009)

**Caso de empleo 6:** Ingreso múltiple. Este caso considera SGP con más de un ingreso. Todos los componentes se pueden aplicar de acuerdo con la información hidráulica. (L. Happich, 2009)

**Caso de empleo 7:** Ingreso múltiple, DH dinámico. Este caso de empleo incluye un punto crítico dinámico. El punto crítico puede variar en la ubicación a lo largo del día y una distribución óptima del agua requiere control inteligente.

Son imprescindibles un modelo hidráulico y los datos de consumo y se recomienda tener un sistema SCADA en el caso de sistema con ingresos múltiples. Esta es la solución cara, pero ofrece posibilidades significativas de optimización. Se puede lograr resultados económicos incluso con pérdidas de aguas bajas a medianas. (L. Happich, 2009)

#### **2.14. Tipos de modulación para válvulas reguladoras de presión**

**Modulación de la presión de salida fija:** Una válvula reductora de presión (VRP) de salida fija establece la presión de corriente abajo  $P_2$  al valor deseado. Luego, se actúa continuamente la válvula para mantener esta presión. Se tiene que fijar  $P_2$  de tal manera que el nivel mínimo de servicio siga siendo garantizado en el punto crítico a la

demanda máxima. La desventaja de este tipo de modulación es que la presión de la red aumenta durante los periodos de demanda mínima sin poder aplicar eficazmente un control mayor. No obstante, la modulación de presión de salida fija es eficaz para los SGP con las bajas pérdidas de cargas entre  $P_2$  y  $P_{pc}$  y patrones de consumo más bien uniformes sin variaciones significativas diarias o estacionales (L. Happich, 2009)

**Modulación de la presión basada en el tiempo:** La modulación de la presión basada en el tiempo permite fijar una presión corriente abajo  $P_2$  más alta para el día y una presión más baja para la noche cuando se reduce el consumo. Sin embargo, la modulación basada en el tiempo también puede ser más compleja: un patrón de presión con distintos puntos se puede determinar analizando el consumo de agua normal y su relación con la presión en  $P_{pc}$  a lo largo de un periodo. Este patrón de presión indica la presión de salida  $P_2$  deseada en distintos momentos del día. En vez de eso la apertura de válvulas se tiene que ajustar al nuevo parámetro suavemente a lo largo de un periodo que usualmente dura varios minutos. (L. Happich, 2009)

**Modulación de la presión basada en el flujo:** La modulación de la presión basada en el flujo requiere la instalación de un medidor de flujo en la entrada del SGP que monitoree continuamente el flujo hacia la zona. El controlador de la VRP compara entonces los caudales medidos con la relación específica entre flujo y pérdida de carga del SGP que la empresa de agua debe determinar de antemano. La apertura de la válvula VRP se actúa entonces de acuerdo con esto.

En este ejemplo, los cuatro primeros puntos representan el patrón de flujo normal diario que va de 8 a 19 m<sup>3</sup>/h. Para estos caudales se ha determinado la pérdida de carga entre  $P_2$  y el ( $P_{pc}$ ) como 0.4 a 14.5 m. La presión de salida de VRP,  $P_2$ , se fija ahora a un valor que asegure una presión de servicio mínima en la  $P_{pc}$ . La presión de salida  $P_2$  se fija a valores más altos en caso de tasas de flujo excepcionalmente altas, por ejemplo,

flujo contra incendios. Cuanto mejor se conozca la relación entre caudal y pérdida de carga, se podrá definir con más precisión los parámetros de VRP para asegurar un control perfecto de la presión del sistema. (L. Happich, 2009)

### **2.15. Control de presiones**

Es de esperar que la reparación de tuberías rotas o con algún desperfecto, se refleje en una disminución de volumen de fugas, y eso a su vez, contribuya a bajar el volumen de agua que debe ingresar a la red.

Una presión menor y más estable equivale a una reducción importante de la tensión que soportan las tuberías, en progreso cabe indicar que existen redes de 63 mm, esto lleva a evitar fallas y alargando su vida útil. Por esto, el control de la presión puede asociarse tanto a estrategias de reducción como de control de fugas, siempre que se pueda implementar será una estrategia muy conveniente.

Para estructurar la red en zonas de presión conviene disponer del modelo de la red, pues permite tomar decisiones con mucho más conocimiento de causa. No es en vano un modelo, al reproducir fielmente la realidad, permite anticipar lo que va a pasar.

## **CAPITULO 3.**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo de investigación.**

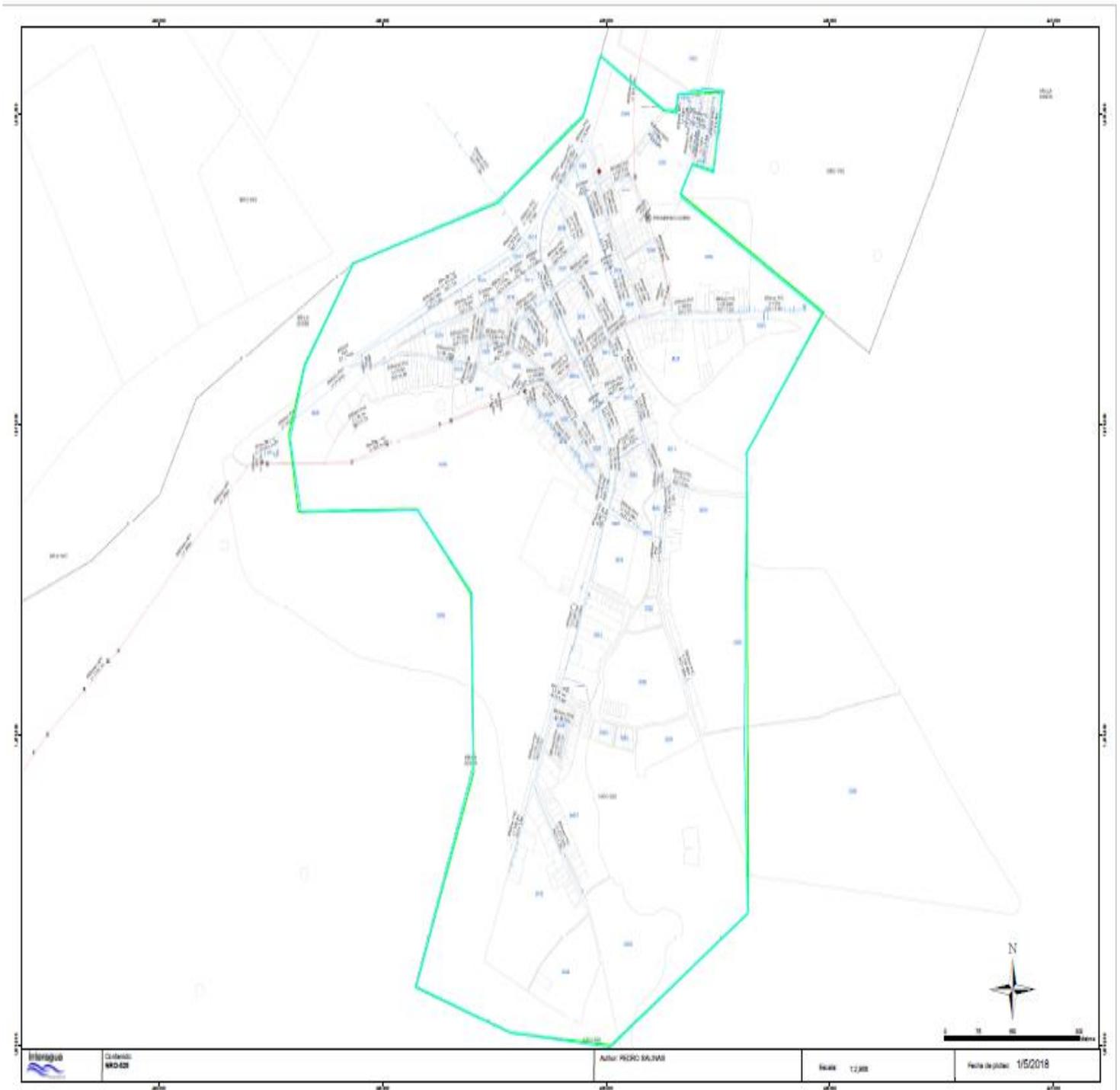
Se procedió a realizar una investigación de campo, con el fin de obtener resultados confiables en la modulación que puedan alcanzar los objetivos establecidos, también se utilizó la investigación descriptiva, ya que describió los hecho como son observado y es correlacional ya que se estableció las relaciones entre las variables.

Es necesario analizar el origen del problema para adoptar la estrategia más acertada con el tipo de investigación y análisis que se desea realizar en la parroquia Progreso para el proceso de regulación.

**Limitación del área a regular.**

**Plano de redes actual del sector.**

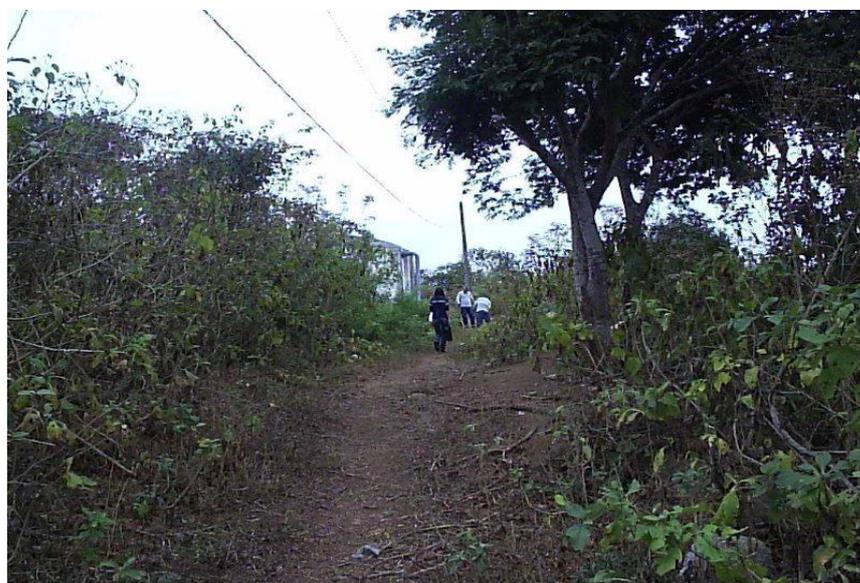
A continuación el plano de redes actual del sector, con sus diferentes accesorios desde la figura 2 ,3 y 4.



**Figura 2. Plano del sector parroquia Progreso NRO-528.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 3. Sondeo válvulas del sector.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 4. Sondeo válvulas del sector.  
Fuente: Datos de la investigación.**

### 3.2. Técnicas de la investigación.

A continuación en la siguientes figuras observamos las técnicas de investigación desde la figura 5 hasta la figura 21.



**Figura 5. Sondeo para instalación de caudalímetro portátil ultrasónico SIEMENS.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 6. Sondeo para instalación de caudalímetro portátil ultrasónico SIEMENS.  
Fuente: Datos de la investigación.**



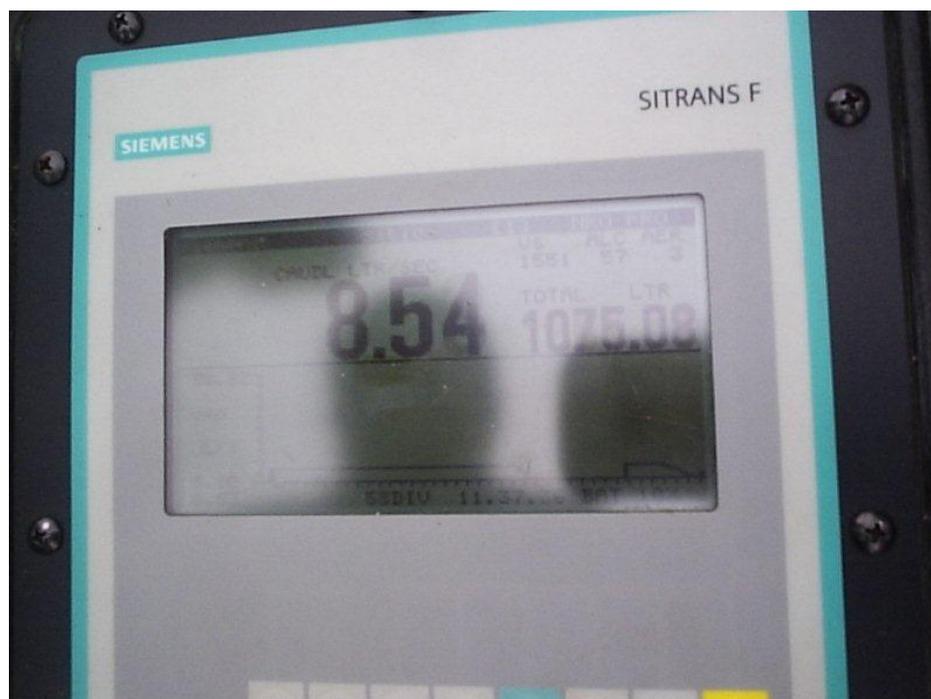
**Figura 7. Instalación del sensor para el caudalímetro portátil ultrasónico SIEMENS.**

**Fuente: Datos de la investigación.a.**

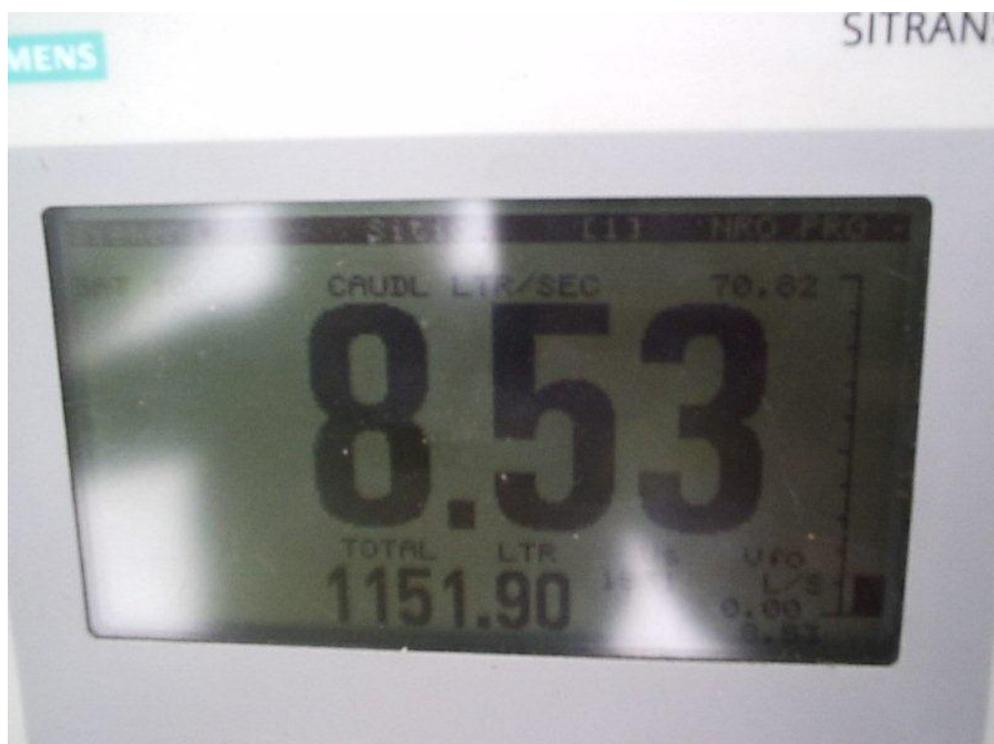


**Figura 8. Instalación del sensor para el caudalímetro portátil ultrasónico SIEMENS.**

**Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 9. Caudalímetro Portátil SIEMENS en proceso de medición.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 10. Caudalímetro Portátil SIEMENS en proceso de medición.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 11. Caudalímetro Portátil SIEMENS en proceso de medición.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 12. Área donde se realizó el proceso de medición.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 13. Metrolog para controlar presión del sector.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 14. Ejemplo uso del Metrolog para controlar presión del sector.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 15. Chequeo del funcionamiento del Metrolog.**  
**Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 16. Instalación de Metrolog y desmontaje de medidor para ubicación dentro del cajetín.**  
**Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 17. Instalación de Metrolog en cajetín de medidor.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 18. Toma de presión manométrica en campo.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 19. Toma de presión manométrica en campo.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 20. Toma de presión manométrica en campo con desmontaje de medidor.  
Fuente: Datos de la investigación.**



**Figura 21. Toma de presión manométrica en campo.  
Fuente: Datos de la investigación..**

### **3.2.1. Línea base del sistema actual en parroquia Progreso.**

**Tabla 2. Línea base de la parroquia Progreso.**

Abastecimiento del sector hidráulico NRO-528	Vía Guayaquil – Salinas, lado Oeste (Tanque alto de Progreso)
Diámetro de la tubería de abastecimiento:	200 mm
Roturas de tubería de enero a junio 2017	22
Material de tubería	55% PVC – 40% HPT - 5% PEAD
Diámetros de tubería	63 mm, 90 mm
Edad máxima de tubería	34 años

**Fuente Datos de la investigación.**

### **3.2.2. Recopilación de datos.**

Es necesario realizar estudio de campo, para un correcto dimensionado que considere las necesidades actuales de consumo y futuras, contemplando la flexibilidad y posibilidad de la construcción a etapas a modular.

Para la recopilación de datos, se realizó toma de presiones y medición de caudal entregado, durante un período de tres días, comprendidos entre el 27 al 29 de Junio del presente año. Obteniendo los siguientes datos:

Caudal promedio entregado:	13,65 l/s
Presión promedio diurna:	4.8 bar
Presión promedio nocturna:	6.54 bar

Existen registros de 722 cuentas catastradas y registradas en el sistema con un caudal promedio estimado de 6 meses entre octubre del 2016 a marzo del 2017, con un caudal contabilizado de 3,95 (l/s).

### **3.2.3. Análisis de contenido.**

En base a los datos obtenidos se puede indicar que se tiene un caudal de pérdida de 9,70 l/s. Considerando la presión mínima establecida por el ente regulador, 1,5 bar, se tiene en horario diurno un exceso de presión de promedio diurno 3,3 bar, mientras que en horario nocturno con un promedio de 5 bar.

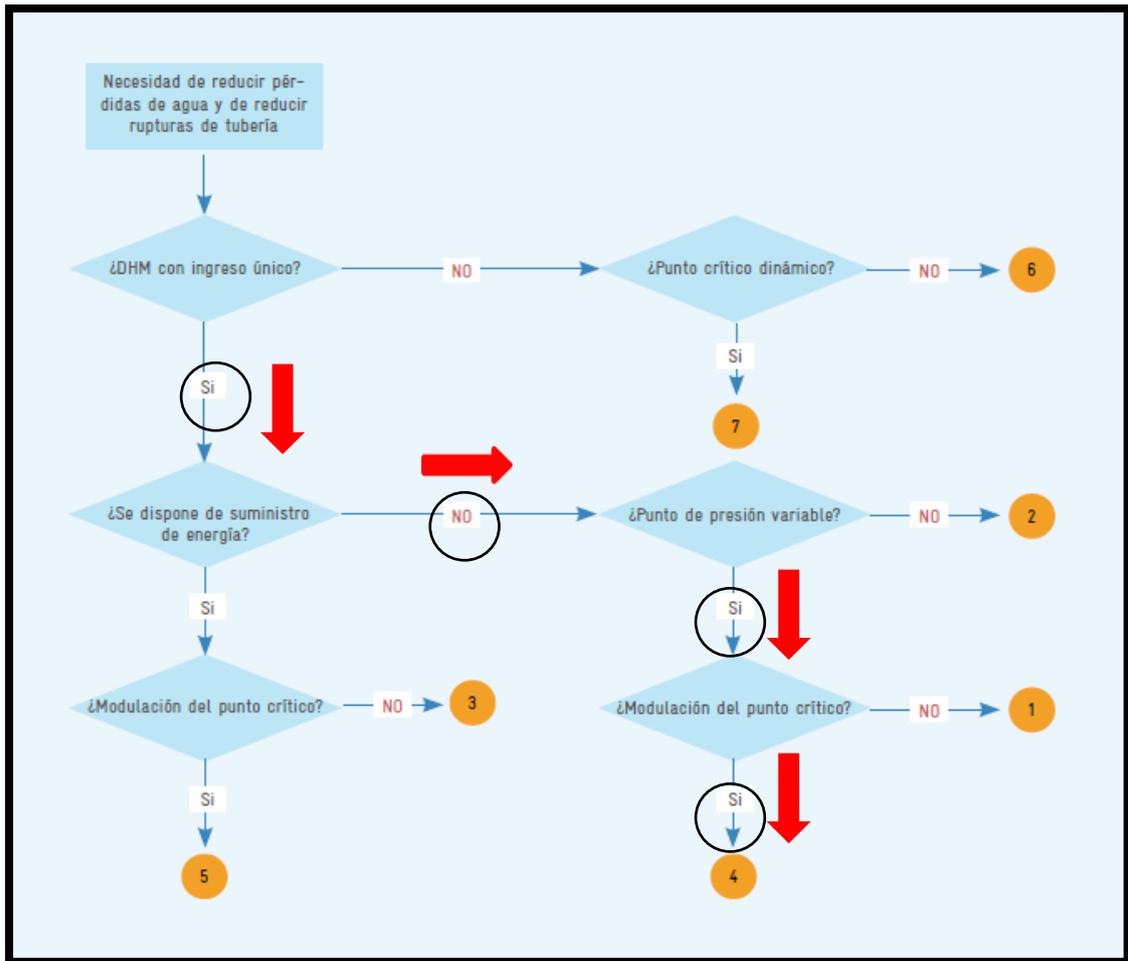
En base a los datos obtenidos se calcula un % ANC para la parroquia Progreso de:

$$\%ANC = \frac{13,65 - 3,95}{13,65} \times 100\%$$

$$\%ANC = 71,06\%$$

### **3.2.4. Consideraciones de diseño.**

En base a los casos de empleo típicos y las condiciones del sector hidráulico se define el tipo de válvula reguladora a considerar para la regulación de presiones, con la ayuda del siguiente flujograma: (L. Happich, 2009)



**Figura 22. Flujograma para elección de válvula reguladora**  
 Fuente: L. Happich 2009

### 3.2.5. Parámetros de diseño

A la hora de seleccionar una válvula reductora de presión, es frecuente limitar el listado de aspectos a tener en cuenta a solo uno o dos. Por ejemplo caudal y presión de entrada. La realidad es que son varios los aspectos a tener en cuenta.

A saber:

Q max Máximo caudal

Q mim mínimo caudal

P1 max Máxima presión de entrada

P1 max/P2 Relación entre la máxima presión de entrada y la presión de salida

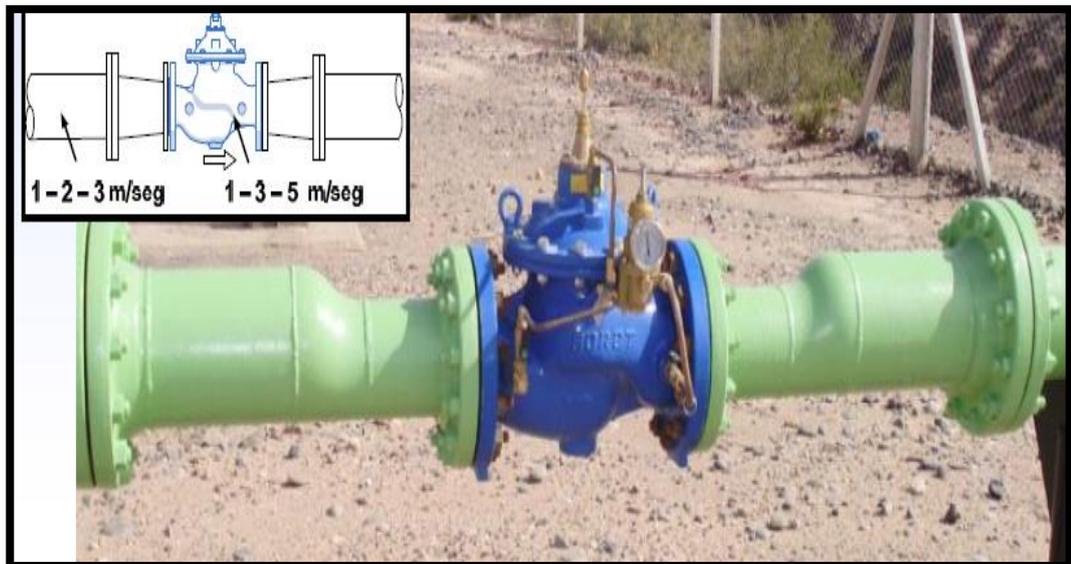
P2 Presión de salida o calibración

P1 min Mínima presión de entrada

**Q max. Máximo caudal:**

Como es bien sabido, el caudal está relacionado con la velocidad de pasaje del agua por la válvula y de la mano de este, es posible dimensionar la válvula. Mientras que una tubería se dimensiona para que el agua circule a 1,2 ò 3 m/seg, para el caso de las válvulas S300 se trabaja con hasta 5.5 m/seg. Por supuesto que a medida que nos acerquemos a los 5,5 m/seg la pérdida de carga aumenta, pero si algo se requiere es una reductora de presión, es perder presión. De todas formas, hay muchos técnicos que prefieren no exceder los 3.5 m/seg.

Las válvulas de la serie 300 están equipadas generalmente con dos pilotos de 2 vías (2W), en la siguiente figura:



**Figura 23. Válvulas de dos pilotos.  
Fuente: Boletín técnico #14 Dorot**

**Tabla 3. Selección de diámetros.**

Tamaño	40 (1½")	50 (2")	55 (2½")	80 (3")	100 (4")	150 (6")	200 (8")	250 (10")	300 (12")	350 (14")	400 (16")	450 (18")	500 (20")	600 (24")	700 (28")	800 (32")	
Caudal máximo recomendado para operación continua (m³/h)	25	40	40	90	160	350	620	970	1400	1900	2500	3100	3600	5000	7600	8135	
Caudal máximo recomendado para operación continua (Gpm)	110	180	180	400	700	1600	2800	4300	6200	8400	11000	13650	Q max para 5.5 m/seg				
Caudal mínimo recomendado	*1m³/h (*5 gpm)																
<b>Cuerpo en globo</b>																	
Factor de caudal:	Kv (Métrico)	43	43	43	103	167	407	676	1160	1600	1600	3000	3150	3300	7000	7000	7000
	Cv (EE.UU.)	50	50	50	120	195	475	790	1360	1900	1900	3500	3700	3860	8200	8200	8200
Factor K de ΔP (sin dimensión)	2.2	5.4	15.4	6.7	5.6	4.8	5.5	4.5	5	9	3.8	6	5.9	4.2	7.8	13.4	
<b>Cuerpo en ángulo</b>																	
Factor de caudal:	Kv (Métrico)	60	60		140	190	460	770	1310	Para pérdida de carga en válvulas totalmente abiertas usar ecuaciones: $H \text{ (Bar)} = \left(\frac{Q \text{ (m}^3\text{/h)}}{Kv}\right)^2$   $H \text{ (Psi)} = \left(\frac{Q \text{ (gpm)}}{Cv}\right)^2$   $H = K \frac{V^2}{2g}$							
	Cv (EE.UU.)	70	70		164	222	537	900	1533								
Factor K de ΔP (sin dimensión)	1.3	2.8		3.3	4.3	4.3	4.2	3.6									

**Fuentes: Boletín técnico #14 Dorot**

**Q min. Mínimo caudal:**

Producto que la mayoría de las válvulas reductoras de presión poseen dificultad de regulación a bajo caudal, los fabricantes ponen mucho énfasis en este aspectos. A tal punto llega la preocupación, que algunos proponen la utilización de dispositivos que restringen el flujo, como son los V-port y U-port. Estos dispositivos, además que desmejoran la capacidad de regulación con alto caudal (por aumento en la pérdida de carga), no solucionan el problema de la regulación abajo caudal. Tal es así que dichos fabricantes proponen la colocación de una válvula de menor tamaño en bypass, para poder operar en los momentos de baja demanda (por ejemplo durante la noche)

**P1 max. Máxima presión de entrada**

Por si sola, la máxima presión de entrada solo importa para poder determinar la presión nominal de operación de la válvula y por ende el modelo:

PN 16 (P1 max. =16 bar) modelo 30

PN 25 (P1 max. =25 bar) modelos 31 y 32

P1 max/P2 Relación entre la máxima presión de entrada y la presión de salida

La cavitación es un fenómeno físico que está relacionado con los líquidos y la velocidad de los mismos.

Si al pasar el agua por una válvula, el salto de presión entre entrada y salida es muy importante, es posible que la presión caiga llegando al valor de la tensión de vapor. En ese caso, el agua pasara del estado líquido a gaseoso. Al regresar nuevamente al estado líquido, la burbuja de vapor “implotará”, generando un microchorro de alta energía, el cual daña las paredes de la válvula. Esto es cavitación.

La cavitación es un efecto no deseado que puede afectar a las válvulas reductoras y que se manifiesta al existir un importante diferencial de presión entre aguas arriba y aguas abajo.

Para determinar si una válvula estará operando o no en condiciones de cavitación destructiva, se utiliza el coeficiente Sigma de Cavitación.

Coeficiente de cavitación  $\sigma = (P1 - P_v) / (P1 - P2)$

P1=presión aguas arriba

P2=presión aguas abajo

P<sub>v</sub>=tensión de vapor del fluido (-9 metros, al nivel del mar)

### 3.2.6. Reducción de pérdidas por la gestión de presión

Considerando la teoría de FAVAD, se puede calcular el caudal futuro de pérdidas con la presión de regulación y un exponente de la fuga.

$$\frac{Q_{fut.perd}}{Q_{act.perd}} = \left( \frac{P_{futura}}{P_{actual}} \right)^{N1}$$

- $Q_{act.perd}$  : Es la diferencia entre el caudal entregado con el caudal contabilizado
- $P_{actual}$ : Es la presión presente en el sector hidráulico.
- $P_{futura}$ : Presión a la que se desea llegar con la regulación de presiones.

- N1: Exponente de fuga.
- $Q_{fut.perd}$ : Es el caudal de pérdidas estimado para la presión de regulación o presión futura.

La presión mínima definida por el ente regulador, 1,5 bares, es la presión de regulación escogida y el caudal de pérdidas es de 9,70 l/s. La IWA (International Water Association) establece un exponente de fuga para sistemas con diferentes materiales de tuberías de 1,17.

$$Q_{fut.perd} = Q_{act.perd} \left( \frac{P_{futura}}{P_{actual}} \right)^{N1}$$

$$Q_{fut.perd} = 9,70 \left( \frac{1,50}{4,80} \right)^{1,17}$$

$$Q_{fut.perd} = 2,49 \text{ l/s}$$

Por lo que se tendría una reducción del caudal de pérdidas de 5,21 l/s y un %ANC de: 38,66%

$$\%ANC = \frac{2,49}{3,95 + 2,49} \times 100\%$$

$$\%ANC = 38,66\%$$

## **CAPITULO 4.**

### **DESARROLLO PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA VRP, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS**

Análisis a un distrito de medición en el sector oeste de la ciudad, se llevara a cabo con los resultados obtenidos, en el km. 65 vía Guayaquil - Playas Parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso).

#### **4.1. Limitaciones de diseño.**

Esta propuesta no implicará la ejecución de obras de rehabilitación. Se desarrollará en el km. 65 vía Guayaquil - Playas Parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso). El área de estudio está delimitada al Norte Guayaquil al Este vía Playas al Oeste vía Salinas.

Los datos para este trabajo se basarán en información histórica registrada, y presiones manométricas registradas en campo. Para el procesamiento y cálculo de resultado se estimará mediante hoja de cálculo electrónica y no software especializado. No se aportará detalles específicos de diseños de ninguna estructura hidráulica.

#### **4.2. Selección de Válvula Reguladora de Presión**

De acuerdo a las consideraciones de diseño mostradas en la sección 3.2.4, se indica lo siguiente, en el lugar de abastecimiento del sector no se cuenta con suministro de energía eléctrica y se escoge una modulación por punto crítico debido a la topografía irregular del terreno, por lo tanto se elige una válvula SINGER 106-PR, tipo globo de diafragma plano, en las figuras siguientes: 24 hasta 26



**Figura 24. Válvula tipo globo**  
**Fuentes: Catalogo Singer. (Singer, 2017)**



**Figura 25. Válvula tipo globo**  
**Fuentes: Catalogo Singer. (Singer, 2017)**



Figura 26. Válvula tipo globo  
**Fuentes: Catalogo Singer.** (Singer, 2017)

#### **4.3. Cálculos para el diseño de la VRP**

##### **3.1.1 Modelación caso de análisis.**

Para la modelación realizada en particular, se ha utilizado la misma red existente de distribución pero cambiando distintos diámetros.

Se consideró cuatro tipos de diámetros de la VRP.

**Tabla 4. Características principal y descripción del producto.**

**Características Principales de la VRP**

Excelente estabilidad a bajo caudal.

Presión aguas abajo precisa y fácilmente ajustable.

**Descripción del producto.**

Las válvulas reductoras de presión serie 106-PR y 206-PR están basadas en las válvulas principales 106- PG o 206-PG.

La válvula piloto detecta la presión aguas abajo a través de una conexión a la salida de la válvula. Bajo condiciones de caudal, el piloto reacciona a pequeños cambios en la presión para controlar la posición de la válvula modulando la presión arriba del diafragma. La presión aguas abajo es mantenida relativamente constante en el punto de calibración del piloto.

En aplicaciones típicas de reducción de presión, el modelo de paso reducido 206-PR es frecuentemente la mejor selección.

Fuente: Singer Valve (Singer, 2017)

**Procedimiento para Modelación.**

Construcción.

SECTOR HIDRÁULICO		NRO-528--		TIPO DE TUBERÍA		PAD		
TIPO DE PRUEBA		CMN	Tipo de Medición	MP	DIÁMETRO DE TUBERÍA		90	
PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN								
PUNTO DE MEDICIÓN								
EQUIPO DE MEDICIÓN				ESPESOR DE PARED		5		
3	FECHA DE PRUEBA		inicio 2017-jun-27-mar	Días	3	TAMAÑO DE SENSOR		C3
			fin 2017-jun-29-jue			DISTANCIA DE REGLA		14
Código LOCALIZACIÓN COMERCIAL					REVERSAMATIC (si) o (no)		SI	



Logger - Manómetro
Logger - Manómetro
Logger - Manómetro
Caudalímetro
Caudalímetro
Caudalímetro

Informe Actual					A	B	C	D	E	F	G				
Cód. Sec	Distrito	Sector Hidráulico	VRP	Bomb. + Tanq.	Fecha de Prueba (aa/mm/dd)	Tipo de Prueba	Tipo de Medición	Procedi. Medición	Na # Acom. (u)	L. Red (Km)	Comercial Prom. anual (l/s)	AZNP P.(2 a 4) (bar)	Qmn Q.(2 a 4) (l/s)	AZP P.Total (CMN-bar)	Qprom Q.Total (CMN-l/s)
528	NRO-3A	NRO-528	NO		2017-jun-27-mar	CMN	MP		722	6,84	6,34	6,50	6,36	4,80	8,02

Se configura sistema definiendo diámetros de Sistema Internacional.

Se procede con la creación de VRP, y sus elementos.

Se genera medición por seis meses con caudalímetro ultrasónico SIEMENS con ayuda software ofimático de Microsoft, Excel, se guardan archivos en formato de Excel, (ver anexo 2).

### Depuración.

Con la ayuda del software ofimático de Microsoft, Excel se verifica estabilidad del sistema con la red existente.

### Asignación de cotas.

Se cargan curvas de nivel en formatos PDF.

### Configuración final.

Se asignan características físicas de: diámetros de VRP, coeficientes de rugosidad, y el índice de cavitación, asignación de cotas en el punto crítico; así como también características hidráulicas de caudales de demanda, calibraciones de presiones y mediciones por tres días, **(ver anexo 3)**.

### Cámara tipo A para protección de la VRP

Cámara tipo con asignación de cota y diámetros establecidos para la ejecución de la misma **(ver anexo 4)**

Selección de diámetros de la VRP en base a las tablas de SINGER.

**Tabla 5. Selección de diámetros para diseño.**

106-PR	Capacidad de Caudal (Ver 106-PG en la sección de Válvulas Principales para otros datos de la válvula)								
	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"
Diámetro (pulgadas)	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"
Diámetro (mm)	15 mm	19 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	65 mm	80 mm	100 mm
Mínimo(USGPM) Diafragma Plano	1	1	1	1	1	5	5	5	10
Mínimo (L/s) Diafragma Plano	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.6
Máximo Continuo (USGPM)	12	19	49	93	125	210	300	460	800
Máximo Continuo (L/s)	0.8	1	3	6	8	13	19	29	50

106-PR	Capacidad de Caudal (Ver 106-PG en la sección de Válvulas Principales para otros datos de la válvula)								
	6"	8"	10"	12"	14"	16"	20"	24"	36"
Diámetro (pulgadas)	6"	8"	10"	12"	14"	16"	20"	24"	36"
Diámetro (mm)	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm	350 mm	400 mm	500 mm	600 mm	900 mm
Mínimo(USGPM) Diafragma Plano	20	40	-	-	-	-	-	-	-
Mínimo(USGPM) Diafragma Rodante	1	1	3	3	3	3	10	10	20
Mínimo (L/s) Diafragma Plano	1.3	2.5	-	-	-	-	-	-	-
Mínimo (L/s) Diafragma Rodante	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	0.6	1.3
Máximo Continuo (USGPM)	1800	3100	4900	7000	8500	11000	17500	25800	55470
Máximo Continuo (L/s)	114	196	309	442	536	694	1104	1628	3500

206-PR	Capacidad de Caudal (Ver 206-PG en la sección de Válvulas Principales para otros datos de la válvula)								
	3"	4"	6"	8"	10"	12"	16"	18"	20"
Diámetro (pulgadas)	3"	4"	6"	8"	10"	12"	16"	18"	20"
Diámetro (mm)	80 mm	100 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm	400 mm	450 mm	500 mm
Mínimo(USGPM) Diafragma Plano	5	5	10	20	40	-	-	-	-
Mínimo(USGPM) Diafragma Rodante	-	-	-	-	-	3	3	3	3
Mínimo (L/s) Diafragma Plano	0.3	0.3	0.6	1.3	2.5	-	-	-	-
Mínimo (L/s) Diafragma Rodante	-	-	-	-	-	0.2	0.2	0.2	0.2
Máximo Continuo (USGPM)	300	580	1025	2300	4100	6400	9230	16500	16500
Máximo Continuo (L/s)	19	37	65	145	260	404	582	1040	1040

**Fuentes: Catalogo Singer. (Singer, 2017)**

**Tabla 6. Selección de diámetros para diseño.**

Diámetro	Dibujo	Estándar	Sistema de Diafragma Plano										
Pulgadas	REF	ANSI	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	6"	8"
<b>Dimensiones - Globo</b>			Todas las cifras se muestran en pulgadas a menos que se indique lo contrario										
Longitud de la Válvula	A	FNPT	3.50	3.50	6.75	6.75	6.75	9.38	11.00	13.50	-	-	-
Centro de línea al Fondo	D	FNPT	1.20	1.20	2.50	2.50	2.50	2.75	3.38	3.68	-	-	-
Longitud de la Válvula	A	150F	-	-	-	-	8.50	9.38	11.00	12.00	15.00	20.00	25.38
Centro de línea al Fondo	D	150F	-	-	-	-	2.75	3.00	3.50	3.75	4.60	5.60	7.63
Longitud de la Válvula	A	300F	-	-	-	-	9.00	10.00	11.63	13.25	15.63	21.00	26.38
Centro de línea al Fondo	D	300F	-	-	-	-	3.25	3.25	3.75	4.13	5.09	6.34	7.88
<b>Dimensiones - Ángulo</b>													
Centro Entrada a Descarga	B	FNPT	-	-	3.38	3.38	3.38	4.69	5.50	6.63	-	-	-
Centro Descarga a Entrada	F	FNPT	-	-	3.00	3.00	3.00	3.25	4.00	4.63	-	-	-
Centro Entrada a Descarga	B	150F	-	-	-	-	-	4.75	5.50	6.06	7.50	10.00	12.75
Centro Descarga a Entrada	F	150F	-	-	-	-	-	3.25	4.00	4.06	5.00	6.00	8.00
Centro Entrada a Descarga	B	300F	-	-	-	-	-	5.00	5.88	6.43	7.88	10.50	13.25
Centro Descarga a Entrada	F	300F	-	-	-	-	-	3.50	4.31	4.43	5.31	6.50	8.50
<b>Dimensiones Comunes (Globo y Ángulo)</b>													
Ancho	C		3.00	3.00	4.88	4.88	6.13	6.50	8.19	9.25	10.88	16.75	21.63
Altura (Hasta la Tapa del Eje) - Globo	E		3.06	3.06	4.38	4.38	4.38	4.75	7.50	8.00	9.15	11.75	14.91
Altura (Hasta la Tapa del Eje) - Ángulo	E		-	-	4.38	4.38	4.38	4.75	7.50	8.00	9.15	11.75	14.91
Puerto Roscado del Cuerpo		FNPT	1/4	1/4	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2
Tapón de la Tapa del Eje		MNPT	1/4	1/4	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
Puerto Roscado de la Tapa		FNPT	-	-	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2
Carrera de la Válvula Interna			1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	9/16	15/16	1-1/8	1-7/16	1-11/16	2-7/8
Volumen Desplazado del Bonete (Galones)			0.002	0.002	0.007	0.007	0.007	0.02	0.1	0.1	0.2	0.6	1.7
Peso Aproximado de Embarque (Lb.)			10	10	20	20	20	40	65	100	175	400	650
<b>Capacidades de Caudal (USGPM) Globo y Ángulo</b>													
C <sub>v</sub> - Globo			6	6	28	30	32	55	80	110	200	460	800
C <sub>v</sub> - Ángulo			-	-	24	24	26	63	90	135	230	535	950
Continuo (Glob0)			12	19	49	93	125	210	300	460	800	1800	3100
Intermitente (Globo)			15	20	61	120	160	260	375	575	1000	2250	3875
Momentáneo (Globo)			28	43	110	170	250	470	670	1030	1800	4000	7000

Fuentes: Catalogo Singer. (Singer, 2017)

### 3.1.2 Conocer los elementos de la VRP para el diseño.

Datos obtenidos para el diseño requerido.

**Tabla 7. Calculo de diseño Punto 1.**

<b>PUNTO 1</b>		
<b>CONDICIÓN</b>	<b>Qmax</b>	<b>Qmin</b>
Diámetro en m	0,0625	0,0625
Diámetro en pulgadas	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>
Cv, max, Válvula SINGER	80	80
<b>V, m/s</b>	<b>5,22</b>	<b>3,26</b>
<b>Q, lps</b>	<b>16,0</b>	<b>10,0</b>
Caudal, GPM	254	159
<b>Presión Entrada Estación, m</b>	<b>90,0</b>	<b>95,0</b>
K Perdidas antes (Salida, Compuerta, Filtro)	<b>5</b>	<b>5</b>
K Perdidas después (Compuerta, Entrada)	<b>2</b>	<b>2</b>
Pérdidas entrada estación, m	6,9	2,7
Pérdidas en tramo recto, 3 m	0,3	0,1
<b>Presión Entrada VRP, m</b>	<b>82,8</b>	<b>92,2</b>
<b>Presión Salida VRP, m</b>	<b>47,8</b>	<b>46,1</b>
Pérdidas después VRP, m	2,8	1,1
<b>Presión Salida Estación, m</b>	<b>45,0</b>	<b>45,0</b>
Cv requerido	36	20
<b>% Apertura, aprox</b>	<b>45%</b>	<b>24%</b>

<b>Pérdidas en la válvula</b>	<b>35,0</b>	<b>46,1</b>
El caudal promedio actual es de	4.8	
Caudal futuro estimado	6.8	
Sector hidráulico considerado	528	

**Fuente Propia Pedro Salinas: Cálculos realizados para el sistema de modelación en Interagua en base a las tablas de Singer.**

**Tabla 8. Cálculo de diseño Punto 2.**

<b>PUNTO 2</b>		
<b>CONDICIÓN</b>	<b>Qmax</b>	<b>Qmin</b>
Diámetro en m	0,075	0,075
Diámetro en pulgadas	<b>3</b>	<b>3</b>
Cv, max, Válvula SINGER	110	110
V, m/s	<b>3,62</b>	<b>2,26</b>
<b>Q, lps</b>	<b>16,0</b>	<b>10,0</b>
Caudal, GPM	254	159
<b>Presión Entrada Estación, m</b>	<b>90,0</b>	<b>95,0</b>
K Perdidas antes (Salida, Compuerta, Filtro)	<b>5</b>	<b>5</b>
K Perdidas después (Compuerta, Entrada)	<b>2</b>	<b>2</b>
Pérdidas entrada estación, m	3,3	1,3
Pérdidas en tramo recto, 3 m	0,1	0,0
<b>Presión Entrada VRP, m</b>	<b>86,5</b>	<b>93,6</b>
<b>Presión Salida VRP, m</b>	<b>46,3</b>	<b>45,5</b>
Pérdidas después VRP, m	1,3	0,5
<b>Presión Salida Estación, m</b>	<b>45,0</b>	<b>45,0</b>
Cv requerido	34	19
<b>% Apertura, aprox</b>	<b>31%</b>	<b>17%</b>

Pérdidas en la válvula

40,2

48,1

**Fuente Propia Pedro Salinas: Cálculos realizados para el sistema de modelación en Interagua en base a las tablas de Singer.**

**Tabla 9. Cálculo de diseño Punto 3.**

<b>PUNTO 3</b>		
<b>CONDICIÓN</b>	<b>Qmax</b>	<b>Qmin</b>
Diámetro en m	0,1	0,1
Diámetro en pulgadas	<b>4</b>	<b>4</b>
Cv, max, Válvula SINGER	200	200
<b>V, m/s</b>	<b>2,04</b>	<b>1,27</b>
<b>Q, lps</b>	<b>16,0</b>	<b>10,0</b>
Caudal, GPM	254	159
<b>Presión Entrada Estación, m</b>	<b>90,0</b>	<b>95,0</b>
K Perdidas antes (Salida, Compuerta, Filtro)	<b>5</b>	<b>5</b>
K Perdidas después (Compuerta, Entrada)	<b>2</b>	<b>2</b>
Pérdidas entrada estación, m	1,1	0,4
Pérdidas en tramo recto, 3 m	0,0	0,0
<b>Presión Entrada VRP, m</b>	<b>88,9</b>	<b>94,6</b>
<b>Presión Salida VRP, m</b>	<b>45,4</b>	<b>45,2</b>
Pérdidas después VRP, m	0,4	0,2
<b>Presión Salida Estación, m</b>	<b>45,0</b>	<b>45,0</b>
Cv requerido	32	19
<b>% Apertura, aprox</b>	<b>16%</b>	<b>9%</b>

Pérdidas en la válvula

43,5

49,4

**Fuente Propia Pedro Salinas: Cálculos realizados para el sistema de modelación en Interagua en base a las tablas de Singer.**

**Tabla 10. Cálculo de diseño Punto 4.**

<b>PUNTO 4</b>		
<b>CONDICIÓN</b>	<b>Qmax</b>	<b>Qmin</b>
Diámetro en m	0,15	0,15
Diámetro en pulgadas	<b>6</b>	<b>6</b>
Cv, max, Válvula SINGER	460	460
<b>V, m/s</b>	<b>0,91</b>	<b>0,57</b>
<b>Q, lps</b>	<b>16,0</b>	<b>10,0</b>
Caudal, GPM	254	159
<b>Presión Entrada Estación, m</b>	<b>90,0</b>	<b>95,0</b>
K Perdidas antes (Salida, Compuerta, Filtro)	5	5
K Perdidas después (Compuerta, Entrada)	2	2
Pérdidas entrada estación, m	0,2	0,1
Pérdidas en tramo recto, 3 m	0,0	0,0
<b>Presión Entrada VRP, m</b>	<b>89,8</b>	<b>94,9</b>
<b>Presión Salida VRP, m</b>	<b>45,1</b>	<b>45,0</b>
Pérdidas después VRP, m	0,1	0,0
<b>Presión Salida Estación, m</b>	<b>45,0</b>	<b>45,0</b>
Cv requerido	32	19
<b>% Apertura, aprox</b>	<b>7%</b>	<b>4%</b>

Pérdidas en la válvula

44,7

49,9

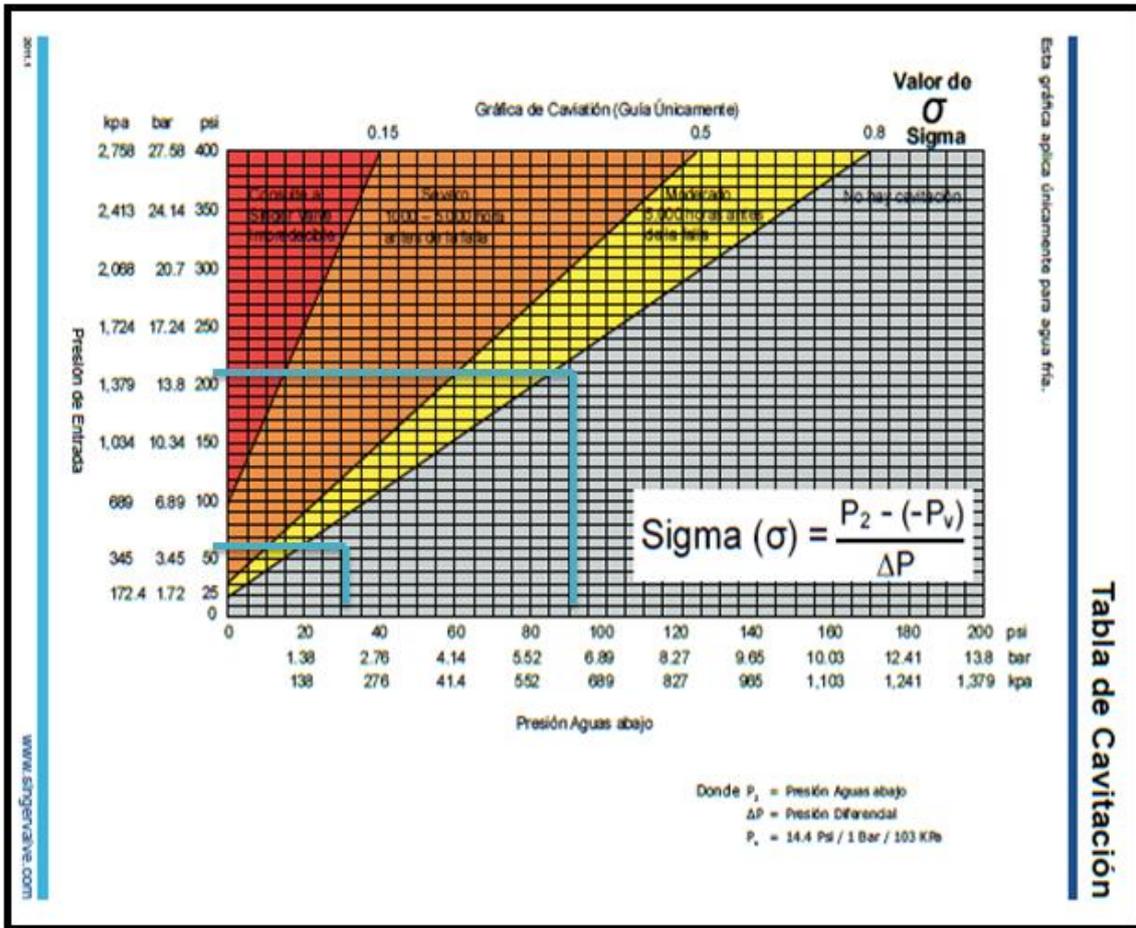
**Fuente Propia Pedro Salinas: Cálculos realizados para el sistema de modelación en Interagua en base a las tablas de Singer.**

**Tabla 11. Estimación de la válvula, según el índice de cavitación.**

Vida estimada de la válvula, según el Índice de cavitación $\sigma$													
Chequeo Velocidad									Selección según Cv mínimo			Índice Cavitación	
Caudal inicial	Caudal futuro	Diámetro (mm)	Área	P. entrada ini	P. entrada fut	P. salida	Velocidad Q promedio	Velocidad Q futuro	Cv Q inicial	Cv Q futuro	Cv Válvula		
16	16	65,00	0,0033	90	90	45	3,01	3,65	31,7	31,7	80	1,21	
10	10	65,00	0,0033	95	95	45	3,01	3,65	18,8	18,8	80	1,09	
33,78	52,49	80,00	0,0050	150	160	30	6,72	8,13	41,0	61,1	110	0,33	
33,78	52,49	80,00	0,0050	150	160	10	6,72	8,13	37,9	56,9	110	0,14	
Chequeo Velocidad									Selección según Cv mínimo			Índice Cavitación	
Caudal inicial	Caudal futuro	Diámetro (mm)	Área	P. entrada ini	P. entrada fut	P. salida	Velocidad Q promedio	Velocidad Q futuro	Cv Q inicial	Cv Q futuro	Cv Válvula		
33,78	52,49	100,00	0,0079	150	160	90	4,30	5,20	57,9	83,3	220	1,64	
33,78	52,49	100,00	0,0079	150	90	40	4,30	5,20	42,8	98,6	220	0,45	
33,78	52,49	100,00	0,0079	150	160	15	4,30	5,20	38,6	57,9	220	0,18	
33,78	52,49	100,00	0,0079	150	160	10	4,30	5,20	37,9	56,9	220	0,14	
Chequeo Velocidad									Selección según Cv mínimo			Índice Cavitación	
Caudal inicial	Caudal futuro	Diámetro (mm)	Área	P. entrada ini	P. entrada fut	P. salida	Velocidad Q promedio	Velocidad Q futuro	Cv Q inicial	Cv Q futuro	Cv Válvula		
34	54	150,00	0,0177	150	160	90	1,92	2,33	58,3	85,7	460	1,66	
34	54	150,00	0,0177	90	90	52	1,92	2,33	73,3	116,4	460	1,63	
34	54	150,00	0,0177	150	160	52	1,92	2,33	45,6	69,0	460	0,63	
34	54	150,00	0,0177	150	160	40	1,92	2,33	43,1	65,5	460	0,45	
Chequeo Velocidad									Selección según Cv mínimo			Índice Cavitación	
Caudal inicial	Caudal futuro	Diámetro (mm)	Área	P. entrada ini	P. entrada fut	P. salida	Velocidad Q promedio	Velocidad Q futuro	Cv Q inicial	Cv Q futuro	Cv Válvula		
33,78	52,49	200,00	0,0314	150	160	90	1,08	1,30	57,9	83,3	840	1,67	
33,78	52,49	200,00	0,0314	90	90	40	1,08	1,30	63,5	98,6	840	1,00	
33,78	52,49	200,00	0,0314	150	160	60	1,08	1,30	47,3	69,7	840	0,78	
33,78	52,49	200,00	0,0314	150	160	40	1,08	1,30	42,8	63,6	840	0,46	

**Fuente Catálogos Singer: Cálculos realizados para el índice de cavitación en base a las tablas de Singer.**

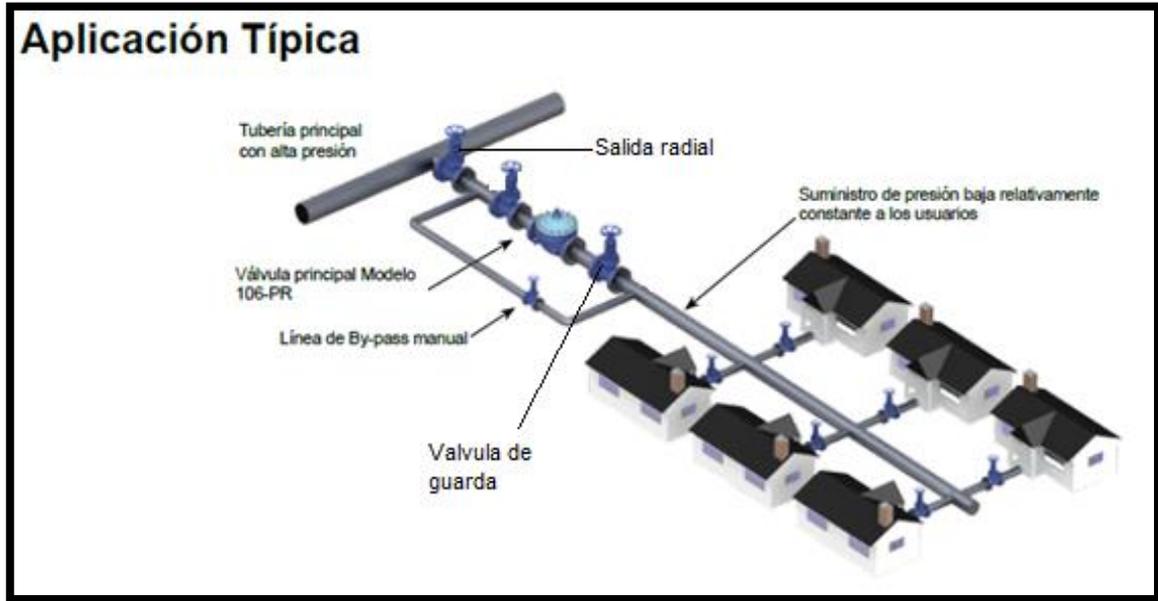
Figura 27. Grafica de cavitacion de diseño.



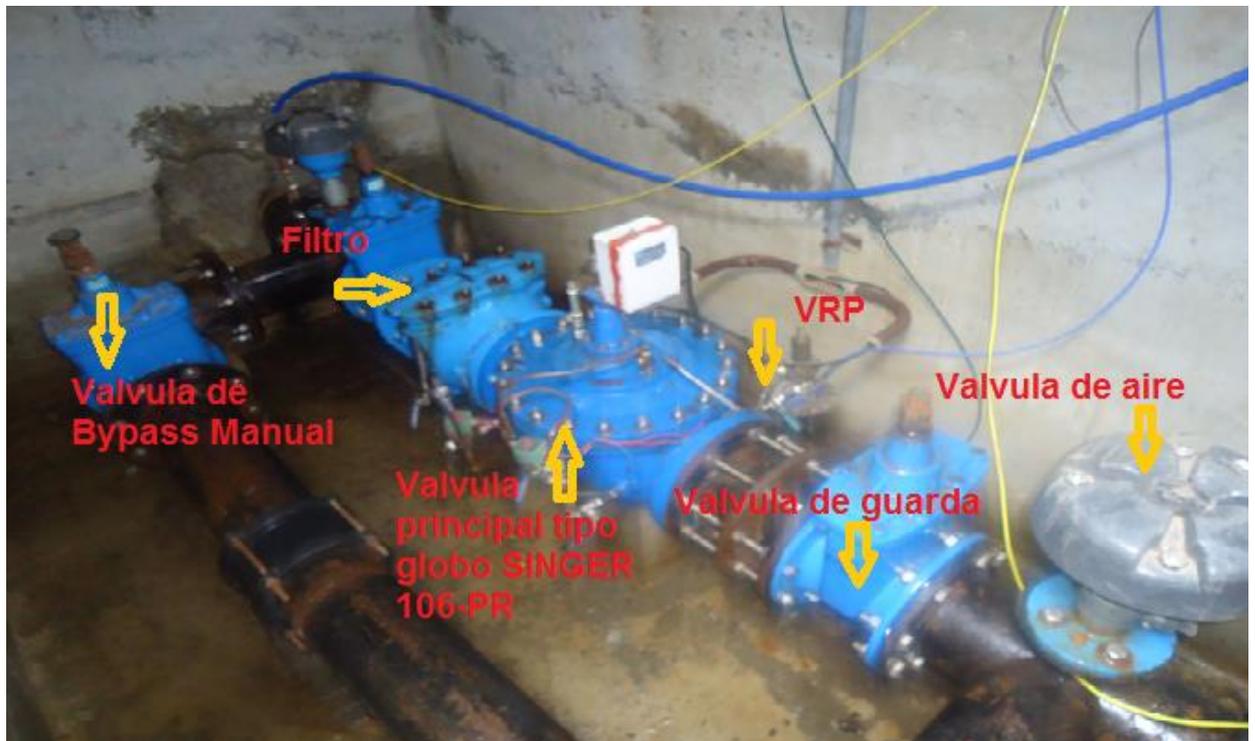
Fuente Catálogos: Singer valve Cálculos realizados para el sistema de modelación en Interagua en base a las tablas de Singer. (Singer, 2017)

#### 4.4. Esquema para instalación de la VRP

En las siguientes figuras se observa la aplicación típica de instalación: de la 28 a 30



**Figura 28. Válvula tipo globo**  
Fuentes: Catalogo Singer. (Singer, 2017)



**Figura 29. Válvula tipo globo**  
Fuente: Interagua operado por VEOLIA.



**Figura 30. Válvula tipo globo**  
**Fuente: Interagua operado por VEOLIA**

#### **4.5. Operación y mantenimiento de la VRP**

##### **Operación:**

Verificar operatividad de la válvula si es la correcta de acuerdo al manual de especificaciones e instrucciones.

Ajustar a una presión más alta cuando el sistema y la válvula estén estabilizados

Hacer todos los ajustes lentamente, permitiendo a la válvula y al sistema de control sentir los cambios.

Ajuste siempre en sentido a las agujas del reloj para incrementar la calibración de la presión.

##### **Mantenimiento rutinario de VRP**

Son actividades netamente de campo que donde se verifica el estado operativo de las VRP, mediante la toma de presiones- revisión elementos de la estación ventosas-filtro-

circuito de control de la VRP- respuesta a modulación de VRP por piloto, verificación de presión de servicio en punto de control o punto crítico del sector regulado- y nos permiten verificar fallas de operación de VRP, prevenir y atender posibles fallas de servicio de manera oportuna, identificar problemas de baja presión por la VRP o problemas internos de la red, (ver anexo 5).

A continuación en las figuras 31 a la 34, se observa el mantenimiento:



**Figura 31. Mantenimiento rutinario toma de presión.  
Fuente: Interagua operado por VEOLIA.**



**Figura 32. Mantenimiento rutinario verificación de estado de válvulas.  
Fuente: Interagua operado por VEOLIA.**



**Figura 33. Mantenimiento rutinario verificación de VRP y ventosa.  
Fuente: Interagua operado por VEOLIA.**



**Figura 34. Mantenimiento rutinario verificación de filtro.  
Fuente: Interagua operado por VEOLIA.**

#### **Mantenimiento Integral preventivo de VRP**

- Actividad que nos permite revisar por completo los elementos de la válvula reguladora y de los elementos que componen la estación reguladora como: ventosas-filtro- circuito de control de la VRP y de elementos internos de la VRP – piloto, con el fin de identificar elementos, deteriorados, dañados, y cambiarlos de manera oportuna, para evitar fallas de servicio y extender la vida útil de la VRP, o programar su respectivo cambio, (**ver anexo 6**).

A continuación en las figuras desde la 35 a la 40 se observa el mantenimiento integral preventivo:



**Figura 35. Mantenimiento integral preventivo VRP y sus elementos.  
Fuente: Interagua operado por VEOLIA.**



**Figura 36. Mantenimiento integral preventivo de piloto.  
Fuente: Interagua operado por VEOLIA.**



**Figura 37. Mantenimiento integral preventivo de piloto.  
Fuente: Interagua operado por VEOLIA.**



**Figura 38. Mantenimiento integral preventivo elementos internos.  
Fuente: Interagua operado por VEOLIA.**



**Figura 39. Mantenimiento integral preventivo de plato y resorte.  
Fuente: Interagua operado por VEOLIA.**



**Figura 40. Mantenimiento integral preventivo de plato y resorte.  
Fuente: Interagua operado por VEOLIA.**

#### **4.6. Discusión y análisis de resultados**

- Los resultados obtenidos en este análisis de aplicación de reducción de pérdidas técnicas en la red de distribución de AAPP, son aquellos relacionados en la evolución de los siguientes parámetros:
- Reducción del caudal de pérdida 5.21 l/s, esto significa una reducción del ANC aproximadamente 38.66% del índice lineal de fugas en la red de distribución de AAPP.
- Reducción de los indicadores de pérdidas técnicas expresados en l/s calculado para el sector hidráulico definido en la red de distribución de la zona de estudio.
- Caudales de perdidas actuales con un 9.70 l/s, caudal de volumen entregado 13.65 l/s, y con un caudal de volumen contabilizado de 3.95 l/s de agua potable suministrado a la red de distribución y con un ANC aproximadamente de 71.06%.
- Con los cálculos realizados esto lleva a una reducción del caudal de pérdida 5.21 l/s, esto significa una reducción del ANC aproximadamente 38.66%.
- Debido al abastecimiento principal del acueducto de 700 mm, HPT se realiza el análisis de modulación con 4 tipos de diámetros de VRP, realizando los cálculos respectivos y considerando las normas establecidas.
- Se llega a la conclusión que el diámetro de 65 mm, sería el óptimo para la regulación requerida, con un porcentaje de apertura de 45% con un caudal máximo, y con un caudal mínimo de 24% de apertura.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Se determinó el área de regulación delimitando el sector hidráulico, usando la misma red existente de distribución.
- Se determinó los caudales de pérdidas y presiones de servicio actuales y estimación pos-regulación de presiones, con mediciones promedio de seis meses desde octubre 2016 a marzo 2017, lo cual se determinó el ANC en 71,06, y cuando la tubería es de PVC la rugosidad es equivalente a 150 (ver Anexo 7).
- Se evaluó los diferentes tipos de control de regulación aplicables, se consideró los diámetros de VRP para el mismo escenario
  - Se definió el tipo de válvula de reguladora de presión a instalar en base al análisis aplicado para la reducción de pérdidas técnicas en la red de distribución de AAPP. de la parroquia Juan Gómez Rendón Progreso de la Ciudad de Guayaquil y la implementación de soluciones a través de la detección, localización y reparación de fugas, y control de la presión.
  - Se logró resultados importantes a corto plazo; reduciendo el nivel de pérdidas técnicas al menor costo posible, y el tiempo de existencia de fugas en un mínimo viable desde criterios técnicos y económicos.
  - El análisis de estos resultados permite afirmar que las fugas en guías domiciliarias, a pesar de presentar pequeños caudales de fugas, constituyen un importante componente de las pérdidas técnicas existentes en la red de distribución de la zona de estudio.
  - La gestión de la presión en la red de distribución de la zona de estudio, permitió la reducción del volumen de agua suministrado, disminuyendo

los volúmenes de las pérdidas técnicas sin comprometer los valores mínimos de servicio.

- Como beneficio adicional de la gestión de presión se obtuvo la disminución de las frecuencias de las fugas nuevas; interviniendo no solamente en los efectos de las fugas, sino también en sus causas.
- Desde el punto de vista económico, la disminución del nivel de pérdidas técnicas mediante la gestión de la presión, represento un ahorro en los costos de reparación debido a la reducción de las frecuencias de nuevas fugas y el costo de producción al disminuir el volumen de agua desperdiciada.
- Se definió el tipo de válvula de reguladora de presión a instalar y se plantearon cuatro escenarios donde se determinó como factor primordial el diámetro de la VRP, dando como resultado de este análisis la mejor opción, la de una válvula reguladora de presión de 63 mm (SINGER 106-PR), cuyo objetivo es realizar una modulación aguas abajo. Las especificaciones de diseño consideradas en la selección fueron: la falta de suministro de energía eléctrica, la topografía irregular del terreno, el sitio de la salida radial está ubicada en la parte alta del área considerada y se escogió una modulación por punto crítico. Con esta válvula reguladora se puede verificar una modulación con un caudal máximo de consumo con una apertura de 45% y con un caudal mínimo de 24% de apertura, en hoja de cálculo Excel, en los otros escenarios las cifras arrojadas fueron: . 1.- Caso VRP, de 75 mm, caudal máximo de consumo con una apertura de 31% y con un caudal mínimo de 17% de apertura; 2.- Caso VRP, de 100 mm, caudal máximo de consumo con una apertura de 16% y con un caudal mínimo de 9% de

apertura y 3.- Caso VRP, de 150 mm, caudal máximo de consumo con una apertura de 7% y con un caudal mínimo de 4% de apertura.

## **Recomendaciones.**

- Recomendaciones para la detección de pérdidas técnicas generales.

Para los sectores hidráulicos pequeños en los que es posible cerrar todas las acometidas se evita la estimación de los consumos domésticos e industriales y de las fugas pertenecientes a las instalaciones internas de los predios, aumentando la fiabilidad de los datos y permitiendo evaluar el caudal instantáneo de todas las fugas del sector.

- Recomendaciones para la gestión de la infraestructura.

- Para el sistema de modulación se recomienda realizar rehabilitación de redes en la parroquia Progreso.
- Al considerar la instalación de la VRP propuesta, es importante definir el tipo de cámara para protección de la misma.
- Realizar mantenimiento preventivo rutinario, y mantenimiento preventivo integral, a válvula reguladora de presión.
- En proyectos futuros donde se requiera instalar válvula reguladora de presión es recomendable considerar las opciones y métodos alternativos para minimizar costos.
- Para el ámbito constructivo, de la VRP, SINGER 106-PR o de cualquier diámetro es necesario contar con la mano de obra calificada.

- Recomendaciones para la gestión de la presión

Como actividad preliminar el sector hidráulico deberá ser inspeccionado para localizar y reparar todas las fugas existentes. Luego de haber reparado todas las

fugas localizadas hasta alcanzar el nivel más bajo de fugas posibles, teniendo en cuenta el nivel económico de reparaciones de fugas se procede a la puesta en marcha la válvula reguladora de presión.

Una vez puesta en marcha la válvula reguladora de presión se debe realizar un monitoreo de presión a todo el sector hidráulico, de tal manera que se puedan evaluar los resultados de las modificaciones en la presión y que garantice la estabilidad de la presión de servicio regulada.

El monitoreo del sector se debe realizar en la entrada y salida de la VRP en el punto crítico y cola del sector. Esto permitirá controlar y variar la presión de servicio en función de la demanda para las 24 horas del día; reduciendo a un mínimo el valor de la presión en la red de distribución durante la noche.

## BIBLIOGRAFÍA

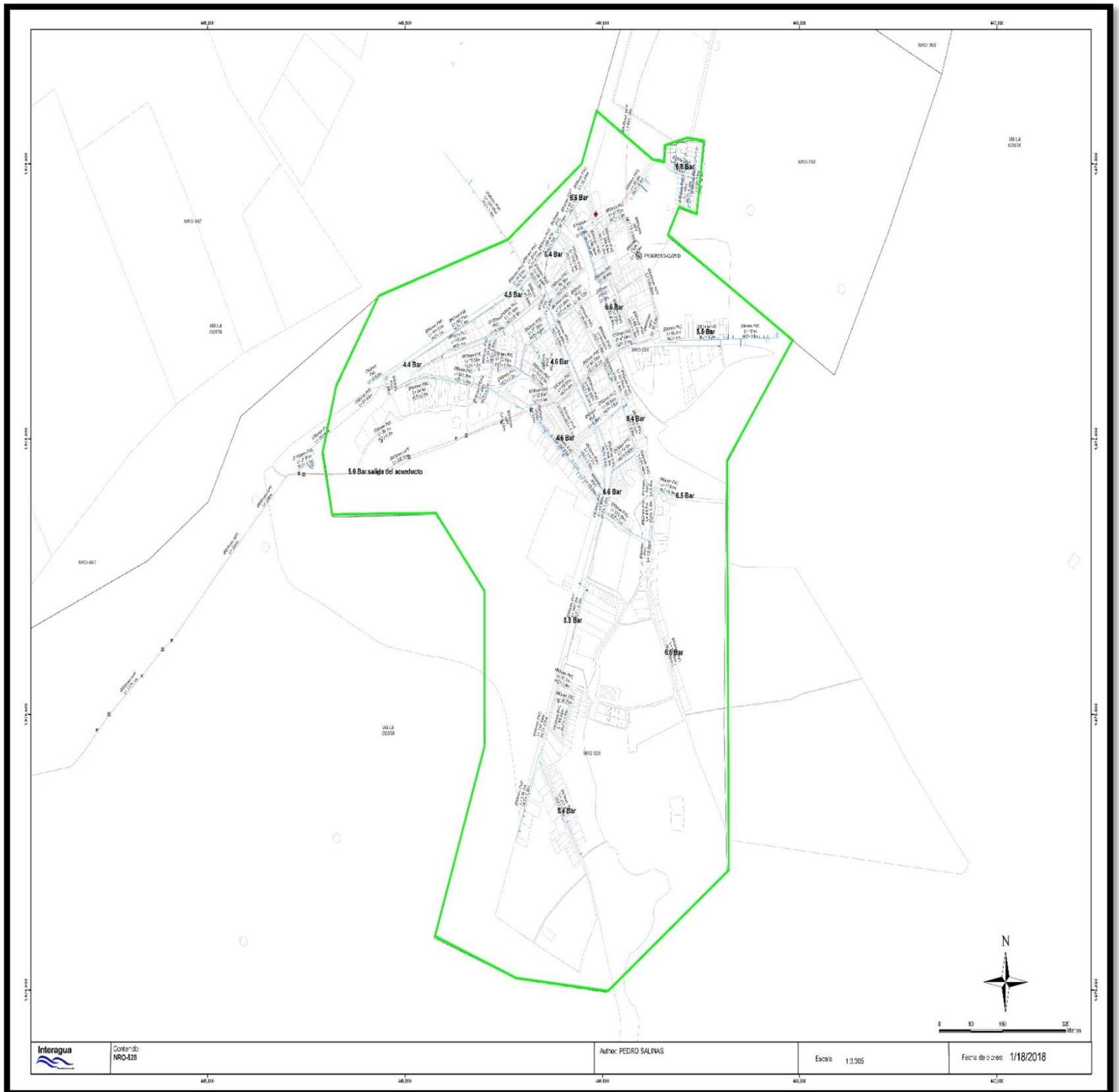
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. The McGraw-Hill.
- INEC. (28 de Noviembre de 2010). *Ecuador en cifras*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/manabi.pdf>
- INEN. (17 de 04 de 2014). [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/nte\\_inen\\_2497.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/nte_inen_2497.pdf). Recuperado el 16 de 09 de 2017, de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/nte\\_inen\\_2497.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/nte_inen_2497.pdf): [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/nte\\_inen\\_2497.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/nte_inen_2497.pdf)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (Noviembre de 2010). VII Censo de Población y VI de Vivienda INEC. Ecuador.
- L. Happich, J. B. (15 de 01 de 2009). [www.vag-gruop.com](http://www.vag-gruop.com). Recuperado el 05 de 09 de 2017, de [www.vag-gruop.com](http://www.vag-gruop.com): [www.vag-gruop.com](http://www.vag-gruop.com)
- Merino, J. P. (06 de 06 de 2011). (<https://definicion.de/presion-absoluta/>). Recuperado el 05 de 09 de 2017, de (<https://definicion.de/presion-absoluta/>): (<https://definicion.de/presion-absoluta/>)
- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid: Espasa Calpe.
- Real Academia Española. (05 de Abril de 2017). *Diccionario Real Academia Española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/srv/fetch/fetch?id=C82f9Fb>
- Singer. (Agosto de 2017). *Singer Valve*. Obtenido de <http://www.singervalve.com/>

SSA SUBSECRETARÍA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL . (2002). Norma de  
calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua.

veolia, I. o. (2005). *Ing. Juan Carlos Bernal*. Interagua, ANC. Guayaquil: Redes  
existentes.

# ANEXOS

# Anexo 1. Plano de presión manométrica de campo.



**Anexo 2. Tabla de medición con equipo portátil caudalímetro ultrasónico**

**SIEMENS.**

**Fuente: Datos de la investigación.**

<b>CUENTA</b>	<b>mar-17</b>	<b>feb-17</b>	<b>ene-17</b>	<b>dic-16</b>	<b>nov-16</b>	<b>oct-16</b>	<b>Promedio</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
0237835	17,37	12,87	14,73	25,79	50,89	38,68	26,72	0,0103
0405449	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
0445637	326,07	437,30	578,76	546,41	475,80	459,39	470,62	0,1816
0445637	326,07	437,30	578,76	546,41	475,80	459,39	470,62	0,1816
0446075	11,63	13,06	5,31	5,52	9,97	11,65	9,52	0,0037
0470083	15,77	52,47	127,81	167,82	169,24	165,49	116,43	0,0449
0470118	22,40	19,96	21,29	21,43	20,93	21,00	21,17	0,0082
660439	22,17	24,28	26,36	27,08	28,01	26,81	25,78	0,0099
660946	13,93	13,31	18,45	23,00	20,73	17,90	17,89	0,0069
664764	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
667110	14,63	18,23	23,42	21,65	20,68	25,19	20,63	0,0080
668895	10,37	12,87	15,26	16,33	14,85	13,45	13,85	0,0053
675649	5,33	4,24	5,65	6,04	4,98	5,55	5,30	0,0020
1275881	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
1276773	12,87	12,36	14,24	14,20	11,86	12,10	12,94	0,0050
1277433	6,47	7,17	7,58	7,14	6,43	6,00	6,80	0,0026
1278343	25,27	64,39	105,84	50,13	49,12	86,90	63,61	0,0245
1279618	17,27	18,06	19,80	18,20	14,30	14,65	17,05	0,0066
1279627	6,90	5,70	7,15	7,61	7,53	6,90	6,97	0,0027
1279636	6,47	8,21	11,20	12,25	10,86	8,90	9,65	0,0037
1280134	220,46	81,97	28,37	27,32	64,87	124,53	91,26	0,0352
1280321	4,33	4,75	6,66	5,96	3,99	4,55	5,04	0,0019
1280447	17,60	18,68	37,47	51,63	36,52	23,52	30,90	0,0119
1286254	23,47	20,91	22,31	22,45	21,93	22,00	22,18	0,0086
1286414	9,73	14,08	15,60	11,06	9,52	8,90	11,48	0,0044
1288305	3,20	2,85	3,04	3,06	2,99	3,05	3,03	0,0012
1299179	8,40	3,63	10,53	16,16	11,76	10,55	10,17	0,0039
1310897	13,13	13,57	13,23	13,73	15,15	20,29	14,85	0,0057
1311556	6,13	1,90	4,15	9,98	5,83	0,00	4,67	0,0018
1315598	10,80	8,82	3,38	0,00	0,00	0,00	3,83	0,0015
1315703	1,63	2,42	1,98	1,57	1,44	0,45	1,58	0,0006
1317943	8,17	9,51	10,67	9,57	9,07	10,00	9,50	0,0037
1343175	14,93	13,31	14,20	15,94	16,94	17,00	15,39	0,0059
1351003	9,60	8,56	33,03	25,31	0,00	0,00	12,75	0,0049
1360048	87,97	202,74	268,86	165,63	94,44	79,68	149,88	0,0578
1408685	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	0,0006
1413740	14,57	16,24	19,85	20,88	18,84	20,19	18,43	0,0071

1414204	5,97	7,17	8,64	7,53	5,98	6,55	6,97	0,0027
1415445	1,13	1,90	2,56	6,92	6,13	2,45	3,52	0,0014
1422259	5,90	5,70	8,21	7,45	5,53	5,45	6,37	0,0025
1423267	0,57	0,95	0,48	0,55	2,64	2,35	1,26	0,0005
1423436	1,00	0,52	2,08	3,06	4,64	3,81	2,52	0,0010
1432872	8,10	11,14	14,20	13,18	10,86	13,29	11,80	0,0046
1462517	16,20	18,14	21,34	21,35	21,58	20,81	19,90	0,0077
1463053	1,63	0,87	0,53	0,47	0,55	1,55	0,93	0,0004
1467898	1,07	1,47	7,34	9,49	8,62	11,65	6,60	0,0025
1468334	2,70	4,40	5,55	2,90	2,09	2,45	3,35	0,0013
1468931	17,97	30,74	42,64	47,74	45,99	43,55	38,10	0,0147
1481257	32,80	24,70	3,72	3,28	24,86	54,75	24,02	0,0093
1486234	10,63	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	0,0007
1486840	12,43	12,27	43,51	63,74	40,65	20,23	32,14	0,0124
1488214	6,63	1,90	17,43	18,39	7,53	12,39	10,71	0,0041
1499541	11,37	12,36	14,50	14,71	13,74	14,55	13,54	0,0052
1675253	21,40	15,60	0,00	0,00	0,00	0,00	6,17	0,0024
1686474	4,20	1,82	2,61	11,81	11,36	6,55	6,39	0,0025
1692403	22,40	13,76	12,31	20,82	27,66	28,90	20,98	0,0081
1746702	35,93	38,72	40,66	39,00	37,08	34,61	37,67	0,0145
1747104	7,60	10,62	14,24	15,31	13,85	10,81	12,07	0,0047
1747113	23,43	22,91	22,94	30,48	33,89	33,45	27,85	0,0107
1754177	3,33	6,82	6,47	1,88	1,10	2,00	3,60	0,0014
1754408	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,0001
1754417	20,27	8,23	0,00	0,00	0,00	0,00	4,75	0,0018
1765584	4,83	2,68	2,08	4,16	3,34	4,19	3,55	0,0014
1767323	13,37	12,36	15,31	14,59	9,77	9,65	12,51	0,0048
1787221	2,77	2,77	2,56	3,61	4,54	5,55	3,63	0,0014
1787230	19,40	19,96	21,29	21,43	21,48	20,90	20,74	0,0080
1787249	30,97	37,24	36,26	30,53	35,48	43,74	35,70	0,0138
1787258	8,53	7,60	4,92	80,78	65,97	2,00	28,30	0,0109
1787267	22,40	22,03	22,69	18,20	16,49	17,00	19,80	0,0076
1787294	3,00	0,00	0,00	3,31	5,98	2,71	2,50	0,0010
1787301	8,53	7,60	8,25	9,85	11,35	12,55	9,69	0,0037
1787347	8,67	9,51	11,73	11,06	10,07	10,45	10,25	0,0040
1787383	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
1790315	4,00	17,59	20,66	8,16	7,97	44,13	17,09	0,0066
1794838	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,87	1,65	0,0006
1794847	19,53	18,76	18,30	22,70	28,76	27,61	22,61	0,0087
4635559	0,00	0,00	0,00	77,79	140,53	141,00	59,89	0,0231
4807524	8,50	8,79	8,21	9,38	16,94	17,00	11,47	0,0044
4807524	8,50	8,79	8,21	9,38	16,94	17,00	11,47	0,0044
4807533	10,23	10,46	14,34	16,80	16,49	15,90	14,04	0,0054
4807542	6,40	6,74	9,17	8,55	7,53	7,45	7,64	0,0029
4807551	9,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,58	0,0006

4807579	5,09	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,0004
4807597	13,07	15,73	21,49	19,99	17,14	15,71	17,19	0,0066
4807613	7,47	7,69	10,19	10,12	7,87	7,00	8,39	0,0032
4807622	16,77	21,68	25,83	17,79	13,16	21,16	19,40	0,0075
4807631	1,07	0,95	4,73	4,85	1,99	3,10	2,78	0,0011
4807659	13,87	12,87	22,70	26,20	20,83	24,94	20,23	0,0078
4807668	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4807677	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4807686	21,10	23,33	28,01	28,96	27,46	28,55	26,23	0,0101
4807695	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,0000
4807711	15,67	4,33	5,31	10,20	9,97	10,00	9,25	0,0036
4807926	22,80	24,11	29,65	29,73	26,56	23,06	25,99	0,0100
4807935	1,13	1,90	2,03	2,04	12,41	9,48	4,83	0,0019
4807944	1,07	0,43	0,53	1,02	1,00	1,00	0,84	0,0003
4807962	0,00	0,00	1,59	1,41	1,10	0,90	0,83	0,0003
4808168	6,40	8,29	11,15	9,02	6,98	7,00	8,14	0,0031
4936859	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,0001
4936877	7,03	6,05	5,60	5,57	4,98	5,55	5,80	0,0022
4936895	35,83	43,10	61,66	51,27	33,69	32,55	43,02	0,0166
4936902	10,30	16,06	26,08	28,96	31,85	32,16	24,23	0,0093
4936911	9,17	10,54	13,23	12,08	10,52	10,45	11,00	0,0042
4936920	27,13	33,00	40,17	38,45	33,89	32,90	34,26	0,0132
4936939	0,50	0,52	1,01	0,47	0,55	1,00	0,67	0,0003
4936948	14,63	15,13	12,02	7,53	8,72	10,45	11,41	0,0044
4936957	18,20	18,14	21,87	20,71	20,68	23,00	20,44	0,0079
4936966	40,00	42,78	41,91	40,43	46,90	54,19	44,37	0,0171
4936975	8,10	7,00	12,46	36,02	38,32	65,83	27,96	0,0108
4936984	0,50	0,00	0,00	0,00	1,10	0,90	0,42	0,0002
4936993	3,20	2,85	3,04	1,96	2,09	4,10	2,87	0,0011
4937000	12,00	15,81	24,63	73,10	74,84	33,10	38,91	0,0150
4937019	14,77	12,37	8,11	6,51	11,56	14,81	11,35	0,0044
4937037	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4937046	7,10	8,56	10,19	9,57	7,97	7,45	8,47	0,0033
4937055	35,17	38,54	40,51	34,28	31,65	34,00	35,69	0,0138
4937073	6,47	7,69	10,19	10,12	8,97	9,00	8,74	0,0034
4937082	0,00	0,52	0,48	0,55	1,00	1,55	0,68	0,0003
4937117	8,67	8,47	10,77	12,16	11,51	10,35	10,32	0,0040
4937126	9,80	10,89	11,69	10,59	10,62	9,81	10,56	0,0041
4937144	11,93	14,34	17,29	16,16	13,95	14,55	14,70	0,0057
4937153	1,07	1,47	1,50	1,57	0,90	1,10	1,27	0,0005
4937162	10,67	9,51	10,14	10,20	9,97	10,00	10,08	0,0039
4937171	8,10	10,62	16,90	18,20	11,01	13,03	12,98	0,0050
4937180	1,07	0,95	1,55	1,49	1,55	1,45	1,34	0,0005
4937199	8,47	10,27	14,20	9,32	6,08	5,90	9,04	0,0035
4937206	48,53	54,52	50,70	46,34	39,96	18,84	43,15	0,0166

4937215	10,23	11,49	12,65	10,59	11,16	11,35	11,25	0,0043
4937224	31,33	33,27	39,74	38,91	36,08	35,81	35,86	0,0138
4937233	7,53	8,12	9,13	9,74	8,87	8,55	8,66	0,0033
4937242	4,27	4,32	10,91	10,81	3,79	1,45	5,92	0,0023
4937251	8,67	9,51	9,61	7,53	7,08	11,29	8,95	0,0035
4937260	18,47	19,88	20,81	19,22	17,49	19,10	19,16	0,0074
4937279	16,07	15,73	18,83	18,20	14,85	16,19	16,65	0,0064
4937288	5,97	6,65	7,10	7,14	6,98	7,55	6,90	0,0027
4937297	2,63	2,94	4,06	3,53	3,54	5,10	3,63	0,0014
4937304	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4937313	29,87	26,62	28,39	28,57	27,91	28,00	28,23	0,0109
4937322	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4937331	8,10	7,52	9,75	10,59	9,52	10,00	9,25	0,0036
4937331	8,10	7,52	9,75	10,59	9,52	10,00	9,25	0,0036
4937340	8,73	9,94	12,80	14,20	11,86	9,35	11,15	0,0043
4937377	17,83	19,01	22,41	22,84	21,48	20,35	20,65	0,0080
4937386	27,20	30,85	31,92	28,32	26,01	26,45	28,46	0,0110
4937395	13,73	12,53	7,24	0,00	0,00	10,42	7,32	0,0028
4937402	13,40	20,48	23,37	21,73	20,03	21,00	20,00	0,0077
4937411	7,67	18,82	28,39	26,92	28,21	24,42	22,40	0,0086
4937411	7,67	18,82	28,39	26,92	28,21	24,42	22,40	0,0086
4937420	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4937439	6,27	3,29	5,17	9,90	11,41	11,55	7,93	0,0031
4937457	1,13	1,90	2,03	2,59	2,44	2,00	2,02	0,0008
4937466	10,23	10,46	12,22	10,51	10,72	11,90	11,01	0,0042
4937475	20,77	18,58	20,81	20,33	17,84	19,74	19,68	0,0076
4937484	1,07	1,47	2,03	1,49	1,55	1,45	1,51	0,0006
4937493	9,00	12,19	10,62	10,20	11,61	9,71	10,56	0,0041
4937509	11,93	13,83	15,21	14,20	14,05	14,45	13,95	0,0054
4937509	11,93	13,83	15,21	14,20	14,05	14,45	13,95	0,0054
4937518	7,03	7,60	9,17	9,65	8,42	9,65	8,59	0,0033
4937527	7,60	7,52	8,16	8,08	7,53	6,90	7,63	0,0029
4937545	4,97	7,17	9,71	10,67	11,06	11,45	9,17	0,0035
4937554	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4937563	9,17	8,99	10,19	8,47	7,08	6,35	8,37	0,0032
4937572	31,33	35,34	49,11	50,99	42,76	39,81	41,56	0,0160
4937581	24,87	31,27	38,05	33,81	32,74	30,52	31,88	0,0123
4937590	3,20	2,33	3,09	4,08	3,44	3,00	3,19	0,0012
4937607	9,10	8,56	11,25	12,16	10,41	10,55	10,34	0,0040
4937616	18,90	17,38	19,41	19,14	19,79	23,00	19,60	0,0076
4937625	2,13	2,42	2,51	2,04	1,44	0,45	1,83	0,0007
4937634	1,57	1,99	1,45	0,00	0,00	0,00	0,83	0,0003
4937652	9,67	8,47	8,11	8,72	9,52	11,10	9,26	0,0036
4937661	15,43	12,79	16,90	17,65	14,95	15,00	15,45	0,0060
4937670	13,00	13,74	15,26	13,02	13,26	16,00	14,05	0,0054

4937689	11,87	12,36	15,31	16,80	14,85	14,55	14,29	0,0055
4937698	15,77	22,72	26,27	20,63	23,52	21,32	21,70	0,0084
4937705	19,53	21,86	27,04	28,41	28,11	30,00	25,83	0,0100
4937714	14,07	14,69	17,34	17,18	16,05	15,90	15,87	0,0061
4937723	11,87	12,87	15,26	15,22	13,95	13,45	13,77	0,0053
4937732	8,53	6,05	7,20	8,63	10,72	11,35	8,75	0,0034
4937741	17,77	19,10	23,42	16,13	18,39	25,90	20,12	0,0078
4937769	19,30	13,77	10,96	15,69	14,50	14,45	14,78	0,0057
4937778	10,67	8,47	8,64	11,94	13,95	12,35	11,01	0,0042
4937787	9,30	11,41	15,36	13,95	12,71	13,90	12,77	0,0049
4937796	4,90	5,19	6,66	13,13	19,69	15,97	10,92	0,0042
4937803	8,60	10,11	12,17	10,59	9,52	10,55	10,26	0,0040
4937812	17,33	18,49	20,86	19,69	18,04	18,45	18,81	0,0073
4937821	17,03	19,79	18,20	16,24	15,50	16,00	17,13	0,0066
4937830	3,20	4,92	5,50	2,98	1,44	0,45	3,08	0,0012
4937849	9,80	11,92	13,18	8,85	6,08	7,55	9,56	0,0037
4937858	1,63	1,90	3,09	3,53	3,54	2,90	2,77	0,0011
4937867	20,60	21,78	24,96	22,59	17,94	16,35	20,70	0,0080
4937876	31,66	27,40	9,22	19,23	24,02	7,23	19,79	0,0076
4937885	14,10	20,23	18,73	15,61	12,96	9,71	15,22	0,0059
4937894	29,90	35,77	41,67	40,02	36,43	35,90	36,62	0,0141
4937901	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4937910	10,30	12,44	15,79	15,14	13,51	13,45	13,44	0,0052
4937929	1,57	0,95	1,55	1,49	1,00	1,00	1,26	0,0005
4937938	8,73	9,42	10,19	9,57	8,52	9,00	9,24	0,0036
4937947	4,33	4,24	4,06	4,08	5,63	10,29	5,44	0,0021
4937956	2,20	2,85	3,04	3,61	2,89	3,10	2,95	0,0011
4937965	15,07	16,76	21,92	21,73	20,58	23,65	19,95	0,0077
4937974	17,27	17,03	17,24	16,80	20,33	21,81	18,41	0,0071
4937983	1,07	0,95	1,55	1,49	1,00	1,55	1,27	0,0005
4937992	13,23	14,59	16,61	13,18	13,06	12,90	13,93	0,0054
4938009	3,77	3,29	4,64	5,57	6,08	8,65	5,33	0,0021
4938018	20,47	22,46	18,98	14,92	16,49	15,90	18,20	0,0070
4938027	33,64	6,36	0,53	18,12	36,28	40,00	22,49	0,0087
4938036	13,57	15,21	17,82	18,29	19,14	21,00	17,50	0,0068
4938045	1,07	0,43	0,53	1,02	1,00	1,00	0,84	0,0003
4938054	3,00	13,97	13,57	2,12	2,99	1,35	6,17	0,0024
4938081	5,97	6,14	6,08	6,12	5,98	7,10	6,23	0,0024
4938090	21,90	16,34	14,73	21,93	23,07	22,74	20,12	0,0078
4938107	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,58	1,10	0,0004
4938116	12,87	12,36	15,31	14,59	12,51	11,90	13,26	0,0051
4938125	24,30	26,70	41,09	41,56	45,05	56,55	39,21	0,0151
4938134	4,90	6,74	7,58	5,49	5,08	6,00	5,97	0,0023
4938143	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4938152	28,63	29,90	33,56	28,54	32,89	33,77	31,22	0,0120

4938161	15,13	15,64	18,35	19,31	17,94	20,19	17,76	0,0069
4938170	8,67	11,06	13,18	12,71	11,96	12,55	11,69	0,0045
4938189	7,03	13,29	20,33	18,12	13,85	11,35	14,00	0,0054
4938198	7,47	6,14	7,68	8,08	6,98	6,45	7,13	0,0028
4938205	6,53	5,02	3,57	3,53	2,99	3,00	4,11	0,0016
4938214	2,70	2,85	4,10	4,55	5,63	5,35	4,20	0,0016
4938223	7,10	8,04	9,17	8,00	5,43	7,74	7,58	0,0029
4938241	3,20	2,85	4,10	4,00	3,54	4,00	3,62	0,0014
4938250	10,30	11,92	13,71	11,53	10,62	10,90	11,50	0,0044
4938269	6,90	6,74	8,11	7,61	9,17	11,00	8,26	0,0032
4938278	23,93	19,00	58,61	66,99	30,94	16,35	35,97	0,0139
4938287	9,87	10,29	13,38	14,59	14,15	14,90	12,86	0,0050
4938303	11,87	13,39	16,27	17,35	15,85	18,29	15,50	0,0060
4938312	9,67	10,54	14,29	15,22	12,86	21,32	13,98	0,0054
4938321	8,67	4,85	1,01	1,02	1,00	1,00	2,92	0,0011
4938349	1,57	0,43	0,00	0,00	0,55	0,45	0,50	0,0002
4938358	10,93	12,27	14,29	13,02	8,59	5,78	10,81	0,0042
4938367	21,83	16,94	18,35	20,96	21,48	19,26	19,80	0,0076
4938376	15,13	23,40	28,78	28,74	24,96	19,90	23,49	0,0091
4938385	8,60	7,52	8,69	8,55	8,07	8,45	8,31	0,0032
4938394	2,13	2,42	3,57	2,98	2,54	3,55	2,87	0,0011
4938401	54,77	36,07	39,82	44,15	22,52	18,45	35,96	0,0139
4938410	16,83	19,01	23,47	23,77	21,48	20,90	20,91	0,0081
4938429	4,33	5,27	7,68	9,18	6,23	5,65	6,39	0,0025
4938438	35,83	22,41	16,85	16,63	22,18	22,42	22,72	0,0088
4938447	15,20	21,25	25,83	22,20	17,84	15,90	19,70	0,0076
4938456	12,00	16,84	17,62	14,20	10,76	6,26	12,95	0,0050
4938483	3,20	2,85	3,04	3,06	2,99	4,65	3,30	0,0013
4938492	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4938508	19,40	25,13	29,31	22,04	17,49	23,48	22,81	0,0088
4938535	2,77	2,77	3,09	3,53	3,54	2,90	3,10	0,0012
4938544	36,63	42,38	22,98	14,12	11,96	13,65	23,62	0,0091
4938553	11,43	11,76	11,15	10,67	10,52	10,45	11,00	0,0042
4938562	9,17	10,02	10,09	9,74	16,00	17,71	12,12	0,0047
4938571	12,43	15,38	18,78	17,73	17,59	19,00	16,82	0,0065
4938580	14,13	16,16	16,18	13,65	11,41	10,45	13,66	0,0053
4938599	2,63	2,94	3,52	3,61	3,99	3,45	3,36	0,0013
4938615	17,63	16,16	17,77	17,82	16,94	18,10	17,40	0,0067
4938624	8,67	10,54	12,70	11,06	14,45	10,23	11,27	0,0043
4938633	8,10	10,11	14,29	11,91	8,52	10,65	10,60	0,0041
4938642	9,00	0,00	9,56	18,37	17,94	18,00	12,15	0,0047
4938679	3,20	3,37	3,52	2,51	3,09	3,45	3,19	0,0012
4938713	8,67	5,37	11,06	17,18	11,66	9,00	10,49	0,0040
4938722	6,10	6,49	5,60	6,12	7,63	9,00	6,82	0,0026
4938731	6,53	8,12	9,66	9,65	11,71	11,26	9,49	0,0037

4938740	10,67	12,09	17,34	19,39	17,29	16,00	15,46	0,0060
4938759	16,77	18,58	25,59	27,86	23,82	21,35	22,33	0,0086
4938768	9,80	12,44	14,73	16,41	13,65	9,35	12,73	0,0049
4938777	7,10	5,97	3,52	4,16	6,63	7,45	5,81	0,0022
4938795	1,63	1,90	7,34	6,73	1,99	2,00	3,60	0,0014
4938802	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4938811	17,33	17,46	19,89	22,45	20,28	19,00	19,40	0,0075
4938820	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4938839	5,97	6,14	6,62	6,04	5,53	5,45	5,96	0,0023
4938848	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4938866	8,17	8,99	15,50	13,71	6,43	7,65	10,07	0,0039
4938875	10,37	14,94	19,85	17,02	14,05	14,45	15,11	0,0058
4938884	11,93	13,83	29,55	34,03	31,95	27,68	24,83	0,0096
4938893	1,07	3,54	6,62	7,70	7,97	8,55	5,91	0,0023
4938900	11,43	14,86	16,71	16,33	13,75	13,10	14,36	0,0055
4938919	17,27	19,61	23,37	22,28	18,84	20,74	20,35	0,0079
4938928	19,83	21,60	25,88	25,98	22,17	21,10	22,76	0,0088
4938937	13,63	16,16	28,39	25,54	21,63	25,81	21,86	0,0084
4938946	9,73	11,49	13,71	15,94	14,20	11,45	12,76	0,0049
4938955	1,07	0,43	0,00	0,00	0,55	0,45	0,42	0,0002
4938964	22,37	21,96	18,20	14,04	12,61	12,90	17,01	0,0066
4938973	22,30	23,60	25,45	24,79	21,93	24,74	23,80	0,0092
4938982	33,53	49,57	79,77	90,02	95,68	79,23	71,30	0,0275
4939017	11,37	12,87	12,60	12,33	17,34	17,16	13,95	0,0054
4939026	10,80	8,30	6,62	5,49	6,18	7,45	7,47	0,0029
4939035	6,47	5,62	6,13	5,49	4,54	5,00	5,54	0,0021
4939044	17,90	18,41	19,31	19,31	17,94	18,00	18,48	0,0071
4939053	1,07	3,02	9,85	13,73	17,34	20,45	10,91	0,0042
4939062	13,87	10,81	10,14	8,55	6,43	5,45	9,21	0,0036
4939071	10,43	12,79	16,37	17,73	19,79	20,81	16,32	0,0063
4939080	11,87	12,36	15,84	19,47	18,84	17,45	15,97	0,0062
4939099	5,47	7,69	12,31	10,34	4,88	7,84	8,09	0,0031
4939106	10,80	9,34	9,71	23,25	30,61	18,58	17,05	0,0066
4939115	3,77	4,32	6,13	5,49	5,63	7,55	5,48	0,0021
4939124	35,77	26,63	34,48	39,38	32,79	33,10	33,69	0,0130
4939133	12,37	12,87	15,26	14,67	13,51	13,45	13,69	0,0053
4939142	4,83	4,24	4,06	2,43	3,74	6,00	4,22	0,0016
4939151	16,63	16,16	12,46	7,61	6,98	9,19	11,51	0,0044
4939160	5,90	6,22	9,22	15,64	21,68	21,81	13,41	0,0052
4939179	4,83	6,82	7,00	5,10	4,98	5,00	5,62	0,0022
4939188	5,97	7,69	10,19	10,67	10,52	10,45	9,25	0,0036
4939197	8,60	8,04	9,71	10,12	9,52	8,90	9,15	0,0035
4939204	16,00	14,78	16,22	15,22	11,76	13,84	14,64	0,0056
4939213	1,57	1,47	6,28	9,65	10,07	11,55	6,76	0,0026
4939222	25,53	43,36	58,57	47,74	42,76	38,39	42,73	0,0165

4939231	15,63	17,71	22,41	25,59	23,17	19,90	20,74	0,0080
4939240	5,47	7,69	8,06	6,59	4,33	3,55	5,95	0,0023
4939259	6,40	5,70	5,55	4,00	2,44	2,55	4,44	0,0017
4939268	3,27	3,29	6,23	10,84	15,25	9,77	8,11	0,0031
4939277	0,00	4,14	21,92	31,39	25,16	22,45	17,51	0,0068
4939286	11,80	11,41	13,76	12,55	11,06	10,90	11,91	0,0046
4939295	6,97	7,69	9,13	9,74	9,97	10,00	8,91	0,0034
4939302	37,80	43,54	42,25	32,41	25,06	26,39	34,58	0,0133
4939311	5,97	7,17	10,24	10,59	8,97	9,55	8,75	0,0034
4939320	11,30	12,96	14,15	12,71	10,86	10,00	12,00	0,0046
4939339	27,13	26,28	29,12	32,02	32,09	32,35	29,83	0,0115
4939357	5,20	3,89	6,66	7,06	7,08	8,55	6,41	0,0025
4939366	10,10	10,11	12,17	10,59	8,97	9,00	10,16	0,0039
4939375	7,60	9,07	12,80	14,76	13,40	11,35	11,50	0,0044
4939384	26,93	26,53	31,10	30,28	25,36	23,90	27,35	0,0106
4939393	15,13	19,26	23,85	11,80	12,51	20,90	17,24	0,0067
4939428	10,67	9,51	10,14	10,20	9,97	10,00	10,08	0,0039
4939446	10,57	0,95	1,01	1,02	1,00	1,00	2,59	0,0010
4939455	6,20	8,54	12,60	17,85	16,34	20,60	13,69	0,0053
4939464	7,47	6,65	9,22	11,23	10,96	11,00	9,42	0,0036
4939482	12,17	10,54	13,76	14,20	13,51	14,55	13,12	0,0051
4939491	25,47	22,46	30,66	29,10	22,37	24,74	25,80	0,0100
4939507	11,73	10,46	11,15	11,23	10,96	11,00	11,09	0,0043
4939516	20,43	15,38	26,22	32,57	28,15	26,00	24,79	0,0096
4939543	5,33	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	0,0005
4939552	11,43	14,34	19,94	17,95	15,15	17,00	15,97	0,0062
4939561	7,67	15,71	18,06	13,18	10,86	10,00	12,58	0,0049
4939570	19,13	18,75	20,18	18,37	17,94	19,65	19,00	0,0073
4939598	17,63	14,61	14,20	15,39	12,11	7,90	13,64	0,0053
4939605	22,23	26,27	32,59	32,41	30,55	33,65	29,62	0,0114
4939623	17,83	21,08	25,40	22,67	18,39	16,35	20,29	0,0078
4939632	8,67	8,47	5,46	3,06	1,89	1,00	4,76	0,0018
4939641	7,10	8,56	12,31	14,20	13,51	12,90	11,43	0,0044
4939650	4,00	4,14	3,86	4,41	3,59	0,00	3,33	0,0013
4939669	19,60	22,30	24,38	22,20	24,42	32,10	24,17	0,0093
4939678	5,70	5,44	9,17	9,10	10,17	9,26	8,14	0,0031
4939687	6,47	6,65	12,94	19,47	17,74	16,23	13,25	0,0051
4939696	15,20	19,70	31,82	37,04	33,89	41,35	29,83	0,0115
4939703	4,33	5,27	6,62	8,80	9,42	9,55	7,33	0,0028
4939712	1,07	0,95	1,55	1,49	1,55	1,45	1,34	0,0005
4939721	7,53	8,12	9,13	8,08	8,07	9,55	8,41	0,0032
4939730	9,67	8,99	5,41	0,94	0,00	5,48	5,08	0,0020
4939749	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	0,90	0,33	0,0001
4939758	5,33	3,20	3,09	3,53	2,99	5,74	3,98	0,0015
4939767	16,27	14,96	17,43	18,12	16,05	17,00	16,64	0,0064

4939776	11,87	14,43	16,71	15,22	18,89	20,26	16,23	0,0063
4939785	7,67	9,51	5,89	4,80	3,14	0,00	5,17	0,0020
4939794	9,53	7,60	8,11	8,72	7,32	2,71	7,33	0,0028
4939801	6,40	5,70	6,08	6,12	4,88	6,74	5,99	0,0023
4939810	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4939829	3,13	1,90	3,09	5,74	6,98	4,81	4,27	0,0016
4939838	23,80	26,70	26,75	21,73	18,94	19,00	22,82	0,0088
4939847	1,07	0,43	2,13	3,53	2,99	1,90	2,01	0,0008
4939856	0,00	0,00	0,00	0,55	0,45	0,00	0,17	0,0001
4939865	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4939874	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4939883	18,33	17,46	19,89	20,24	17,94	16,35	18,37	0,0071
4939892	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4939918	6,53	7,60	8,11	7,61	8,07	10,10	8,01	0,0031
4939927	16,27	20,65	32,30	31,52	25,57	25,90	25,37	0,0098
4939936	4,83	4,75	5,60	6,12	7,08	6,35	5,79	0,0022
4939945	16,63	15,64	16,76	14,04	10,96	11,00	14,17	0,0055
4939963	9,23	8,90	9,71	8,47	5,43	6,10	7,97	0,0031
4939981	35,63	17,71	18,16	15,78	16,60	16,35	20,04	0,0077
4939990	19,60	22,81	26,99	28,49	25,81	23,90	24,60	0,0095
4940005	0,50	0,52	1,01	0,47	0,55	1,00	0,67	0,0003
4940014	15,13	16,16	20,96	22,28	22,68	29,39	21,10	0,0081
4940023	14,20	18,14	22,41	23,94	24,57	24,35	21,27	0,0082
4940032	15,70	19,18	23,90	24,96	22,82	22,55	21,52	0,0083
4940041	16,13	14,09	15,31	17,90	17,94	18,55	16,65	0,0064
4940050	11,87	13,91	18,88	20,88	20,48	20,45	17,74	0,0068
4940069	23,87	29,72	29,70	23,30	20,93	21,00	24,75	0,0095
4940078	11,43	15,89	16,08	12,71	16,35	18,35	15,14	0,0058
4940087	9,17	9,51	11,73	11,06	8,97	9,00	9,91	0,0038
4940096	5,90	5,19	7,73	10,20	5,58	4,19	6,47	0,0025
4940103	62,27	68,60	64,70	36,68	37,63	49,55	53,24	0,0205
4940112	20,60	22,81	24,34	21,18	19,59	19,35	21,31	0,0082
4940121	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4940130	8,60	8,56	10,72	11,69	10,96	11,00	10,26	0,0040
4940149	7,73	16,56	34,91	24,96	4,78	3,00	15,32	0,0059
4940158	3,77	7,94	6,86	2,04	3,09	5,10	4,80	0,0019
4940167	14,93	13,31	15,79	14,04	12,61	15,65	14,39	0,0056
4940176	10,60	8,04	9,71	9,57	8,52	8,45	9,15	0,0035
4940210	8,60	9,07	10,67	9,02	8,07	7,90	8,89	0,0034
4940229	0,00	0,00	0,53	0,47	1,65	1,35	0,67	0,0003
4940238	11,23	12,53	14,68	12,08	8,87	8,00	11,23	0,0043
4940256	6,03	7,60	11,30	16,49	21,78	25,00	14,70	0,0057
4940274	21,57	16,76	24,58	32,35	27,85	24,10	24,53	0,0095
4940292	15,13	15,64	16,76	14,59	18,54	25,65	17,72	0,0068
4940309	19,87	25,58	18,93	10,59	7,32	6,55	14,81	0,0057

4940318	22,70	19,43	17,38	5,79	1,99	3,10	11,73	0,0045
4940327	16,57	12,11	16,52	15,28	7,87	11,94	13,38	0,0052
4940354	7,60	6,63	6,99	3,28	3,84	7,74	6,01	0,0023
4940390	3,83	3,72	5,17	7,14	11,91	18,96	8,46	0,0033
4940407	19,97	20,91	29,75	35,08	32,89	33,55	28,69	0,0111
4940416	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4940425	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4940434	10,93	14,34	15,69	15,31	13,85	12,45	13,76	0,0053
4940443	16,20	20,21	27,52	19,03	15,55	17,16	19,28	0,0074
4940522	1,07	0,95	0,48	0,55	1,00	3,74	1,30	0,0005
4940531	3,77	4,84	5,55	5,10	5,53	7,65	5,41	0,0021
4940540	19,47	20,40	27,14	29,90	28,01	33,94	26,47	0,0102
4940559	4,47	5,62	4,01	1,96	1,00	2,65	3,28	0,0013
4940568	9,73	12,01	13,66	12,71	11,96	12,55	12,10	0,0047
4940586	26,17	44,75	54,80	46,20	38,52	56,45	44,48	0,0172
4940595	12,80	10,37	12,80	14,20	12,96	11,90	12,51	0,0048
4940602	4,70	2,33	10,53	19,47	21,03	21,45	13,25	0,0051
4940611	1,50	0,00	1,59	3,06	2,99	3,00	2,02	0,0008
4940648	6,47	7,69	9,13	8,63	9,07	7,81	8,13	0,0031
4940657	23,67	21,70	19,17	17,35	15,30	15,10	18,71	0,0072
4940693	9,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,58	0,0006
4940700	14,57	16,24	19,85	18,67	14,30	15,74	16,56	0,0064
4940755	37,03	34,57	35,49	35,16	34,98	34,90	35,36	0,0136
4940764	12,87	9,77	8,11	8,72	8,97	7,90	9,39	0,0036
4940773	9,73	10,46	12,22	13,82	13,95	12,90	12,18	0,0047
4940782	9,60	14,24	26,12	29,43	28,01	27,35	22,46	0,0087
4940791	9,23	12,53	15,74	16,33	16,49	14,81	14,19	0,0055
4940808	24,80	27,91	26,99	18,74	19,34	16,97	22,46	0,0087
4940817	9,93	9,69	8,16	8,63	9,07	10,55	9,34	0,0036
4940826	6,47	4,59	1,98	1,02	2,64	6,19	3,81	0,0015
4940844	9,17	6,40	6,71	10,29	9,87	8,45	8,48	0,0033
4940862	12,50	14,78	18,35	16,55	14,60	13,26	15,01	0,0058
4940871	33,20	48,96	72,19	56,12	46,10	51,90	51,41	0,0198
4940880	10,00	0,00	10,63	9,38	10,97	9,03	8,33	0,0032
4940906	43,43	49,36	58,33	65,53	57,51	58,84	55,50	0,0214
4940915	24,13	16,16	22,02	27,64	29,55	28,26	24,63	0,0095
4940924	4,40	5,70	7,15	7,61	6,98	7,00	6,47	0,0025
4940933	11,93	14,86	15,64	13,73	12,96	16,29	14,24	0,0055
4940942	7,03	6,05	6,13	5,49	2,34	0,45	4,58	0,0018
4940951	1,07	0,95	1,01	1,02	1,00	0,45	0,92	0,0004
4940979	1,07	0,43	0,53	1,02	1,00	0,45	0,75	0,0003
4940988	56,67	43,49	40,66	35,14	33,39	35,26	40,77	0,0157
4940997	18,90	18,93	20,86	19,69	18,04	17,90	19,05	0,0074
4941004	41,97	36,79	17,34	13,87	6,23	5,10	20,22	0,0078
4941022	3,83	5,27	7,68	8,63	9,07	18,23	8,78	0,0034

4941031	16,33	17,46	17,77	16,71	14,95	15,00	16,37	0,0063
4941040	4,83	5,27	9,27	11,69	9,87	9,55	8,41	0,0032
4941068	6,47	8,72	11,69	10,59	7,87	7,55	8,81	0,0034
4941077	13,00	14,26	18,93	21,90	19,28	19,65	17,84	0,0069
4941086	7,03	8,64	12,80	13,65	12,51	15,74	11,73	0,0045
4941095	14,00	16,33	21,39	20,16	18,04	16,81	17,79	0,0069
4941120	10,30	11,92	14,24	13,65	13,61	13,90	12,94	0,0050
4941139	15,40	22,03	24,82	24,49	21,18	17,90	20,97	0,0081
4941166	22,73	24,71	29,02	32,19	29,15	30,84	28,11	0,0108
4941175	26,07	28,43	33,66	32,24	31,85	35,45	31,28	0,0121
4941184	2,70	9,06	17,34	15,53	7,57	4,00	9,37	0,0036
4941200	5,33	4,75	6,66	8,16	7,97	8,00	6,81	0,0026
4941219	13,63	16,16	18,30	20,49	19,83	17,90	17,72	0,0068
4941228	5,40	5,70	6,08	5,57	4,98	5,55	5,55	0,0021
4941237	9,60	9,59	12,75	12,63	10,96	10,45	11,00	0,0042
4941246	3,27	3,80	5,22	8,94	6,96	4,55	5,46	0,0021
4941255	12,37	15,46	21,39	26,23	22,42	21,29	19,86	0,0077
4941264	15,37	13,39	17,87	17,65	14,95	16,10	15,89	0,0061
4941273	0,00	1,03	3,09	4,63	2,79	3,74	2,55	0,0010
4941282	7,67	9,51	14,92	17,73	15,40	15,00	13,37	0,0052
4941291	4,63	1,90	8,40	10,42	9,72	13,65	8,12	0,0031
4941308	7,10	14,24	36,75	25,56	11,76	20,10	19,25	0,0074
4941317	16,27	18,58	22,94	22,75	20,48	19,35	20,06	0,0077
4941326	48,00	19,50	0,00	0,00	0,00	0,00	11,25	0,0043
4941335	8,67	8,99	9,66	8,55	6,43	7,10	8,23	0,0032
4941362	2,83	2,17	0,00	2,76	2,24	0,00	1,67	0,0006
4941380	13,57	16,24	18,78	17,18	15,50	17,10	16,40	0,0063
4941399	11,37	13,91	17,05	15,61	14,29	15,55	14,63	0,0056
4941406	3,20	2,85	4,64	3,36	6,48	13,74	5,71	0,0022
4941415	5,33	4,75	2,41	2,76	2,24	0,00	2,92	0,0011
4941433	4,13	0,87	0,53	0,47	0,00	0,55	1,09	0,0004
4941442	9,80	7,79	7,73	10,20	9,97	10,00	9,25	0,0036
4941451	1,13	1,90	0,97	1,10	1,44	1,55	1,35	0,0005
4941460	7,03	11,74	17,29	15,06	12,51	14,10	12,95	0,0050
4941479	7,60	9,59	10,62	8,00	5,98	6,00	7,97	0,0031
4941488	3,27	3,29	2,51	3,70	3,89	3,00	3,27	0,0013
4941497	7,03	8,12	10,19	9,57	8,52	9,00	8,74	0,0034
4941503	18,13	15,64	18,35	18,20	15,95	16,00	17,05	0,0066
4941521	21,93	22,91	21,34	22,45	19,18	15,90	20,62	0,0080
4941530	1,07	0,95	1,55	3,70	4,43	3,45	2,52	0,0010
4941549	7,47	7,69	16,03	18,59	22,63	30,65	17,17	0,0066
4941558	30,67	26,35	33,08	34,61	35,63	36,90	32,87	0,0127
4941567	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,09	0,0000
4941576	1,00	2,07	6,71	5,87	3,54	3,45	3,77	0,0015
4941594	2,13	0,87	0,53	0,47	1,65	2,45	1,35	0,0005

4941601	23,43	28,08	26,70	25,68	28,01	22,97	25,81	0,0100
4941610	14,63	16,68	22,50	21,02	15,95	17,10	17,98	0,0069
4941629	9,23	10,46	13,28	12,00	10,07	10,45	10,91	0,0042
4941638	18,83	19,01	22,41	22,84	20,93	21,00	20,84	0,0080
4941647	2,13	1,90	2,03	2,04	1,99	2,00	2,02	0,0008
4941656	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4941674	11,17	13,13	14,05	10,67	9,97	10,00	11,50	0,0044
4941683	13,87	5,63	6,91	6,09	7,13	13,00	8,77	0,0034
4941692	5,67	5,37	7,34	12,25	11,96	10,90	8,91	0,0034
4941709	14,63	14,09	16,37	16,08	14,60	13,81	14,93	0,0058
4941718	25,97	34,14	26,46	74,37	107,86	126,42	65,87	0,0254
4941727	3,20	3,37	19,89	28,53	13,05	8,84	12,81	0,0049
4941736	6,40	5,19	9,85	10,98	8,52	9,00	8,32	0,0032
4941745	16,07	15,21	19,94	17,40	14,15	13,26	16,01	0,0062
4941754	31,47	36,21	39,55	34,28	30,00	36,48	34,66	0,0134
4941763	3,27	3,80	3,52	3,06	2,99	3,55	3,37	0,0013
4941772	4,27	3,80	1,93	0,00	0,00	0,00	1,67	0,0006
4941781	5,40	3,63	2,03	2,59	4,09	5,55	3,88	0,0015
4941790	1,50	1,55	1,45	1,66	1,89	1,00	1,51	0,0006
4941816	13,80	10,89	10,09	8,63	8,52	11,19	10,52	0,0041
4941825	0,00	1,03	15,31	26,45	24,37	24,55	15,28	0,0059
4941834	18,70	18,66	21,29	17,02	17,34	14,42	17,91	0,0069
4941843	8,60	9,07	12,27	12,63	12,61	13,45	11,44	0,0044
4941852	88,07	89,09	75,03	104,21	116,75	76,81	91,66	0,0354
4941861	14,70	17,11	22,50	24,33	25,22	27,45	21,88	0,0084
4941870	1,63	1,90	2,03	2,59	2,44	2,00	2,10	0,0008
4941889	10,30	18,65	33,80	34,20	24,62	22,55	24,02	0,0093
4941898	14,13	15,13	17,87	19,31	18,49	19,00	17,32	0,0067
4941905	16,50	14,78	17,82	17,18	16,05	16,45	16,46	0,0064
4941914	1,57	1,47	4,15	5,57	5,53	4,90	3,87	0,0015
4941923	32,80	38,37	44,33	42,91	37,97	32,42	38,13	0,0147
4941941	33,03	34,57	39,21	37,89	32,89	34,10	35,28	0,0136
4941950	1,70	2,85	3,04	3,06	2,99	3,00	2,77	0,0011
4941969	20,97	21,43	25,98	24,71	23,12	23,35	23,26	0,0090
4941987	9,87	9,77	9,17	9,10	6,33	3,90	8,02	0,0031
4941996	4,33	5,79	7,10	6,59	8,17	8,90	6,81	0,0026
4942003	1,63	1,90	2,03	2,59	2,99	3,55	2,45	0,0009
4942012	1,63	1,38	2,08	1,96	0,45	0,00	1,25	0,0005
4942021	17,27	19,61	41,43	53,67	31,94	17,35	30,21	0,0117
4942030	1,13	1,90	2,03	2,04	1,99	2,00	1,85	0,0007
4942049	9,60	8,04	9,17	8,55	7,53	8,55	8,57	0,0033
4942058	14,50	13,74	13,66	13,27	11,31	8,90	12,56	0,0048
4942067	2,13	1,90	2,03	2,04	1,99	2,00	2,02	0,0008
4942076	10,67	9,51	11,20	11,14	7,77	8,19	9,75	0,0038
4942085	5,97	6,14	7,15	7,06	5,98	6,00	6,38	0,0025

4942094	8,73	8,90	8,11	6,51	5,53	4,90	7,12	0,0027
4942101	7,03	7,09	9,22	7,91	7,73	7,26	7,71	0,0030
4942110	19,53	22,38	25,93	24,79	22,47	22,45	22,93	0,0088
4942129	11,87	12,87	16,85	17,18	14,40	15,65	14,80	0,0057
4942138	9,60	10,62	15,84	14,51	13,16	14,45	13,03	0,0050
4942147	1,07	0,43	0,53	0,47	1,65	3,00	1,19	0,0005
4942156	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4942165	10,37	12,87	16,85	17,73	15,95	18,19	15,33	0,0059
4942174	15,70	21,77	23,66	19,86	20,03	22,65	20,61	0,0080
4942183	0,00	0,00	0,00	1,10	0,90	0,00	0,33	0,0001
4942209	10,87	12,36	12,65	11,14	9,97	8,90	10,98	0,0042
4942218	7,53	8,12	12,31	14,76	15,05	16,00	12,30	0,0047
4942227	23,73	23,68	22,74	19,77	19,59	18,81	21,39	0,0083
4942236	9,17	11,06	13,71	12,63	10,96	9,35	11,15	0,0043
4942245	12,47	20,91	22,31	22,45	21,93	9,94	18,33	0,0071
4942254	3,27	3,29	1,98	1,02	2,09	2,45	2,35	0,0009
4942263	11,17	10,02	13,28	14,76	13,40	14,10	12,79	0,0049
4942272	0,00	0,00	0,00	8,28	6,72	0,00	2,50	0,0010
4942281	190,30	217,98	256,79	121,49	1,00	1,00	131,42	0,0507
4942290	10,30	11,92	13,18	14,92	14,79	12,86	13,00	0,0050
4942307	8,03	7,09	8,16	9,18	8,97	7,90	8,22	0,0032
4942316	13,63	16,68	18,25	16,71	16,60	16,90	16,46	0,0064
4942334	27,37	31,02	31,05	14,06	20,29	32,06	25,98	0,0100
4942343	18,13	16,68	24,10	27,94	22,07	17,90	21,14	0,0082
4942352	15,07	15,21	15,69	20,82	18,88	15,10	16,80	0,0065
4942361	17,27	21,16	27,48	26,84	23,37	21,90	23,00	0,0089
4942370	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4942389	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,0002
4942398	25,10	23,33	29,07	30,45	27,91	29,65	27,58	0,0106
4942405	6,53	7,60	7,58	6,59	10,37	10,71	8,23	0,0032
4942414	7,03	7,60	10,77	11,61	9,42	7,90	9,06	0,0035
4942423	23,43	26,01	26,36	24,33	22,47	20,26	23,81	0,0092
4942432	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4942441	11,73	9,94	10,14	9,10	9,62	13,19	10,62	0,0041
4942450	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,0003
4942469	9,80	9,86	10,19	11,23	10,96	12,10	10,69	0,0041
4942478	9,67	10,02	10,62	10,20	9,97	10,00	10,08	0,0039
4942487	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4942496	0,00	0,00	1,06	2,04	1,99	5,84	1,82	0,0007
4942511	5,97	8,21	13,33	13,02	8,87	9,65	9,84	0,0038
4942520	2,70	2,85	3,57	7,39	7,77	4,35	4,77	0,0018
4942557	16,77	17,03	18,83	20,41	18,84	16,90	18,13	0,0070
4942566	9,80	11,92	22,21	37,23	37,03	32,09	25,05	0,0097
4942575	5,90	6,22	8,69	9,10	8,52	7,90	7,72	0,0030
4942584	2,13	1,90	2,03	2,04	1,99	2,00	2,02	0,0008

4942600	0,00	21,72	20,28	0,00	23,03	18,97	14,00	0,0054
4942619	7,33	6,82	11,25	11,61	10,52	11,00	9,76	0,0038
4942628	3,70	3,37	3,52	3,06	3,54	3,45	3,44	0,0013
4942655	7,53	8,12	8,59	8,16	7,97	8,55	8,16	0,0031
4942664	22,10	25,50	27,38	17,79	10,41	10,55	18,96	0,0073
4942673	9,80	10,89	11,15	9,02	7,53	7,45	9,31	0,0036
4942682	10,67	10,02	10,09	9,18	9,52	10,55	10,01	0,0039
4942691	1,00	1,03	2,03	2,04	1,99	2,00	1,68	0,0006
4942708	2,13	1,90	2,03	2,04	1,99	0,90	1,83	0,0007
4942717	3,27	4,32	6,13	7,70	9,07	8,90	6,56	0,0025
4942735	12,23	9,94	11,73	12,71	13,06	14,00	12,28	0,0047
4942744	2,00	1,03	2,56	1,96	1,00	1,55	1,68	0,0006
4942753	7,53	6,57	7,68	7,53	5,98	6,00	6,88	0,0027
4942762	4,83	4,24	5,65	5,49	3,99	2,90	4,52	0,0017
4942780	9,73	12,01	16,32	21,68	25,02	23,81	18,09	0,0070
4942806	2,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,0002
4942815	10,17	9,51	10,14	10,20	8,87	8,00	9,48	0,0037
4942824	1,63	1,90	2,03	1,49	1,00	1,00	1,51	0,0006
4942833	13,00	13,22	14,24	14,20	12,41	12,00	13,18	0,0051
4942879	4,90	7,77	9,61	8,08	6,98	7,00	7,39	0,0029
4942888	5,70	2,85	14,73	31,03	25,01	17,55	16,15	0,0062
4942897	9,10	9,07	11,73	16,02	17,94	14,16	13,01	0,0050
4942904	6,17	9,51	12,27	13,18	12,51	13,55	11,20	0,0043
4942913	9,73	9,42	8,59	8,16	9,07	8,35	8,89	0,0034
4942922	5,47	6,14	7,15	7,06	10,92	16,65	8,90	0,0034
4942940	9,23	10,97	12,70	12,71	10,86	11,65	11,35	0,0044
4942968	1,63	1,90	2,03	3,14	2,89	2,00	2,27	0,0009
4943011	0,50	0,00	44,49	77,88	36,31	4,06	27,21	0,0105
4943020	9,30	12,44	24,82	25,87	16,84	12,71	17,00	0,0066
4943039	12,87	9,77	13,42	15,06	13,06	14,00	13,03	0,0050
4943048	53,77	20,95	5,50	5,74	5,88	2,81	15,77	0,0061
4943057	14,53	15,66	10,62	9,65	10,07	9,90	11,74	0,0045
4943066	2,20	5,44	10,77	14,37	11,11	8,55	8,74	0,0034
4943075	16,20	17,63	20,86	19,69	18,59	17,81	18,46	0,0071
4943084	6,97	6,65	7,10	6,04	7,18	7,90	6,97	0,0027
4943100	21,10	21,78	23,37	21,73	21,13	19,16	21,38	0,0082
4943119	1,13	1,90	0,97	0,00	0,00	0,00	0,67	0,0003
4943128	2,77	3,29	3,57	3,53	2,99	3,00	3,19	0,0012
4943137	18,37	13,91	17,82	17,73	16,49	16,45	16,80	0,0065
4943146	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4943164	10,80	10,89	16,47	20,33	18,39	21,29	16,36	0,0063
4943173	12,87	11,32	11,69	12,80	13,51	17,29	13,24	0,0051
4943182	12,23	12,53	12,55	9,65	11,16	10,26	11,40	0,0044
4943208	13,43	12,27	14,29	11,91	7,97	7,45	11,22	0,0043
4943217	10,80	10,37	10,67	10,67	10,52	11,55	10,76	0,0042

4943226	4,90	4,15	4,10	4,00	3,54	3,45	4,02	0,0016
4943244	10,77	18,06	19,27	19,39	18,94	19,00	17,57	0,0068
4943262	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4943271	8,67	10,02	9,03	6,59	5,43	5,00	7,46	0,0029
4943306	1,50	2,07	5,65	4,38	2,54	3,00	3,19	0,0012
4943315	16,07	20,38	16,27	10,45	12,96	14,10	15,04	0,0058
4943333	12,73	12,01	14,73	15,31	12,21	9,45	12,74	0,0049
4943342	3,20	2,85	3,04	3,06	2,99	3,00	3,02	0,0012
4943351	4,20	4,40	2,90	0,55	0,45	1,10	2,27	0,0009
4943360	1,13	1,90	2,06	2,04	1,96	2,00	1,85	0,0007
4943379	16,70	18,14	20,28	19,86	19,48	18,35	18,80	0,0073
4943388	3,20	2,85	3,04	3,61	3,44	2,45	3,10	0,0012
4943404	9,17	9,51	10,67	12,33	15,15	15,35	12,03	0,0046
4943413	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4943422	12,30	10,37	13,86	15,14	14,60	15,45	13,62	0,0053
4943431	14,00	15,81	20,38	21,35	19,38	19,55	18,41	0,0071
4943440	2,13	5,00	10,77	19,89	18,88	13,45	11,69	0,0045
4943477	0,57	0,43	0,53	0,47	0,55	0,45	0,50	0,0002
4943486	11,37	11,84	12,70	11,06	10,62	14,74	12,05	0,0047
4943495	1,13	3,97	8,21	7,45	4,98	5,00	5,12	0,0020
4943501	18,13	17,19	17,67	16,33	15,95	16,00	16,88	0,0065
4943510	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4943529	4,50	4,66	4,34	4,97	8,97	9,00	6,07	0,0023
4943547	10,17	9,51	12,27	13,18	12,51	15,19	12,14	0,0047
4943556	7,53	7,60	8,64	8,63	7,97	8,55	8,16	0,0031
4943574	6,53	15,88	20,09	16,88	12,01	7,45	13,14	0,0051
4943592	3,27	4,84	7,15	6,51	4,98	4,45	5,20	0,0020
4943609	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4943618	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
4943627	4,70	3,89	6,66	7,61	8,62	9,45	6,82	0,0026
4943636	12,00	14,78	18,88	19,77	18,49	17,35	16,88	0,0065
4943645	7,03	5,54	6,18	7,61	8,07	9,00	7,24	0,0028
4943654	3,27	4,32	7,20	9,74	9,42	10,10	7,34	0,0028
4943663	6,23	10,46	11,34	11,20	10,80	11,00	10,17	0,0039
4943690	15,13	16,16	17,53	17,31	17,33	16,82	16,71	0,0064
4943707	11,10	9,07	11,73	14,92	15,40	14,45	12,78	0,0049
4943716	4,07	6,12	12,75	14,29	11,21	10,65	9,85	0,0038
4943725	8,37	10,81	12,27	11,53	8,42	8,55	9,99	0,0039
4943743	10,20	17,11	18,25	8,44	0,00	0,00	9,00	0,0035
4943752	14,57	15,21	18,35	20,96	18,19	16,00	17,21	0,0066
4943761	3,27	3,80	5,12	5,57	5,53	7,10	5,06	0,0020
4943770	0,00	2,59	28,45	38,97	31,10	26,42	21,25	0,0082
4943798	4,83	5,27	6,62	6,59	6,53	7,00	6,14	0,0024
5594920	4,33	4,75	5,07	5,10	4,43	4,55	4,71	0,0018
5595705	8,17	9,51	11,20	10,59	10,62	11,45	10,26	0,0040

5787071	4,25	3,75	4,06	4,08	3,99	4,00	4,02	0,0016
5788766	8,91	1,59	0,00	0,00	0,55	0,45	1,92	0,0007
5805514	30,43	26,53	28,44	93,04	118,29	59,61	59,39	0,0229
5805523	2,77	3,29	6,76	8,00	5,98	5,45	5,37	0,0021
5824245	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	0,0006
5846695	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
5911766	9,73	13,04	14,63	8,85	3,89	3,55	8,95	0,0035
5911775	10,17	9,51	10,67	9,57	7,97	7,45	9,22	0,0036
5911793	3,70	3,37	4,06	2,98	6,38	8,90	4,90	0,0019
5911846	3,27	6,39	10,72	6,73	3,64	7,19	6,32	0,0024
5911855	2,13	1,90	2,56	1,41	0,00	0,00	1,33	0,0005
5911882	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
5911891	7,03	8,64	5,36	0,47	0,00	0,00	3,58	0,0014
5911917	1,63	2,42	3,04	3,06	2,44	2,00	2,43	0,0009
5911953	13,93	15,38	15,60	12,16	11,51	11,45	13,34	0,0051
5911962	1,63	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,0002
5911971	13,80	13,48	14,10	11,69	10,41	11,10	12,43	0,0048
5911980	13,43	14,86	19,36	18,67	15,40	15,00	16,12	0,0062
5912006	10,73	10,46	12,22	12,71	11,96	12,00	11,68	0,0045
5912015	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
5912024	2,13	1,90	2,56	3,06	2,44	2,00	2,35	0,0009
5912033	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
5912042	8,30	11,92	11,59	11,86	15,15	14,81	12,27	0,0047
5912060	1,13	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,0001
5912079	5,97	6,65	8,16	8,63	7,42	6,45	7,22	0,0028
5912088	5,47	5,62	5,60	5,57	4,98	6,10	5,56	0,0021
5912097	1,00	0,52	3,22	3,96	1,85	2,10	2,11	0,0008
5912113	19,53	22,38	22,74	20,33	18,39	18,00	20,23	0,0078
5912122	4,33	4,75	6,13	6,59	5,98	6,00	5,63	0,0022
5912131	8,80	12,96	18,40	19,22	14,75	11,90	14,34	0,0055
5912159	7,97	7,69	10,19	9,57	7,42	7,55	8,40	0,0032
5912168	5,77	6,39	8,59	7,61	6,98	7,00	7,06	0,0027
5912177	11,43	10,72	11,78	12,63	11,51	10,35	11,41	0,0044
5912195	2,20	3,89	4,01	2,51	2,54	6,29	3,57	0,0014
5912202	10,23	11,49	13,18	11,06	8,97	9,00	10,66	0,0041
5912211	12,93	12,27	6,89	9,97	14,06	15,74	11,98	0,0046
5912220	5,33	5,27	7,15	5,96	3,99	4,00	5,28	0,0020
5912239	6,40	5,19	5,07	4,55	3,99	4,55	4,96	0,0019
5912248	8,17	9,51	12,27	18,70	20,28	17,90	14,47	0,0056
5912266	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,0001
5912275	10,20	7,80	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,0012
5912284	6,47	7,69	9,66	8,55	6,98	8,10	7,91	0,0031
5912293	9,93	12,27	13,76	15,86	21,43	23,26	16,09	0,0062
5912300	5,97	7,17	7,58	6,59	7,08	8,00	7,06	0,0027
5912319	18,37	21,44	21,44	22,84	24,22	25,90	22,37	0,0086

5912328	2,70	3,37	7,77	9,02	5,33	4,55	5,46	0,0021
5912337	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,09	0,0000
5912346	19,97	19,88	20,28	25,93	23,87	18,45	21,40	0,0083
5912364	6,47	8,21	9,08	8,16	9,07	11,10	8,68	0,0033
5912373	2,20	1,82	2,08	3,06	2,99	3,00	2,52	0,0010
5927544	6,97	7,69	10,19	11,78	11,96	10,90	9,91	0,0038
660959	9,50	0,52	1,01	1,57	0,90	0,00	2,25	0,0009
669699	6,97	6,14	6,62	8,25	11,16	11,90	8,51	0,0033
673818	0,57	4,57	19,27	33,46	52,33	46,26	26,08	0,0101
9919608	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000
<b>Total</b>	<b>8696,99</b>	<b>9292,04</b>	<b>11245,96</b>	<b>11307,54</b>	<b>10454,28</b>	<b>10396,54</b>	<b>10232,22</b>	<b>3,95</b>

### Anexo 3. Medición por tres días cada 5 minutos caudales promedio

#### caudalimetro SIEMENS

Etiquetas de fila	Caudal Promedio
27/06/2017 11:20	15,26
27/06/2017 11:25	15,13
27/06/2017 11:30	15,07
27/06/2017 11:35	15,27
27/06/2017 11:40	14,95
27/06/2017 11:45	15,09
27/06/2017 11:50	15,54
27/06/2017 11:55	14,95
27/06/2017 12:00	15,51
27/06/2017 12:05	15,27
27/06/2017 12:10	15,47
27/06/2017 12:15	15,08
27/06/2017 12:20	14,86
27/06/2017 12:25	14,83
27/06/2017 12:30	14,82
27/06/2017 12:35	14,54
27/06/2017 12:40	14,86
27/06/2017 12:45	14,47
27/06/2017 12:50	14,64
27/06/2017 12:55	14,49
27/06/2017 13:00	14,07
27/06/2017 13:05	14,04
27/06/2017 13:10	15,38
27/06/2017 13:15	14,69
27/06/2017 13:20	14,75
27/06/2017 13:25	14,33
27/06/2017 13:30	14,63
27/06/2017 13:35	14,64
27/06/2017 13:40	14,37
27/06/2017 13:45	14,59
27/06/2017 13:50	15,04
27/06/2017 13:55	14,40
27/06/2017 14:00	14,69
27/06/2017 14:05	14,70
27/06/2017 14:10	14,76
27/06/2017 14:15	15,17
27/06/2017 14:20	14,64
27/06/2017 14:25	14,23
27/06/2017 14:30	14,08
27/06/2017 14:35	13,96
27/06/2017 14:40	14,47
27/06/2017 14:45	14,68
27/06/2017 14:50	14,22
27/06/2017 14:55	14,52
27/06/2017 15:00	14,81
27/06/2017 15:05	14,87
27/06/2017 15:10	15,12
27/06/2017 15:15	14,48

27/06/2017 15:20	14,39
27/06/2017 15:25	14,27
27/06/2017 15:30	14,94
27/06/2017 15:35	14,93
27/06/2017 15:40	14,74
27/06/2017 15:45	14,86
27/06/2017 15:50	15,00
27/06/2017 15:55	15,47
27/06/2017 16:00	15,34
27/06/2017 16:05	14,67
27/06/2017 16:10	14,87
27/06/2017 16:15	14,32
27/06/2017 16:20	14,39
27/06/2017 16:25	13,94
27/06/2017 16:30	15,10
27/06/2017 16:35	14,50
27/06/2017 16:40	13,96
27/06/2017 16:45	13,89
27/06/2017 16:50	14,55
27/06/2017 16:55	14,38
27/06/2017 17:00	14,17
27/06/2017 17:05	14,73
27/06/2017 17:10	14,75
27/06/2017 17:15	14,64
27/06/2017 17:20	14,63
27/06/2017 17:25	14,85
27/06/2017 17:30	15,34
27/06/2017 17:35	15,10
27/06/2017 17:40	15,27
27/06/2017 17:45	14,87
27/06/2017 17:50	14,78
27/06/2017 17:55	14,82
27/06/2017 18:00	15,24
27/06/2017 18:05	15,22
27/06/2017 18:10	15,86
27/06/2017 18:15	15,09
27/06/2017 18:20	14,56
27/06/2017 18:25	14,84
27/06/2017 18:30	14,79
27/06/2017 18:35	15,38
27/06/2017 18:40	15,24
27/06/2017 18:45	15,80
27/06/2017 18:50	15,47
27/06/2017 18:55	15,28
27/06/2017 19:00	15,21
27/06/2017 19:05	15,01
27/06/2017 19:10	15,10
27/06/2017 19:15	15,27
27/06/2017 19:20	15,00
27/06/2017 19:25	14,32
27/06/2017 19:30	14,69
27/06/2017 19:35	14,75
27/06/2017 19:40	14,77
27/06/2017 19:45	14,42

27/06/2017 19:50	14,89
27/06/2017 19:55	13,95
27/06/2017 20:00	14,36
27/06/2017 20:05	14,60
27/06/2017 20:10	14,62
27/06/2017 20:15	14,88
27/06/2017 20:20	14,07
27/06/2017 20:25	13,56
27/06/2017 20:30	13,54
27/06/2017 20:35	13,55
27/06/2017 20:40	13,18
27/06/2017 20:45	13,23
27/06/2017 20:50	13,14
27/06/2017 20:55	13,15
27/06/2017 21:00	13,38
27/06/2017 21:05	13,80
27/06/2017 21:10	13,96
27/06/2017 21:15	13,57
27/06/2017 21:20	13,97
27/06/2017 21:25	14,05
27/06/2017 21:30	13,75
27/06/2017 21:35	13,70
27/06/2017 21:40	13,14
27/06/2017 21:45	13,11
27/06/2017 21:50	13,39
27/06/2017 21:55	13,11
27/06/2017 22:00	13,15
27/06/2017 22:05	13,20
27/06/2017 22:10	13,02
27/06/2017 22:15	12,58
27/06/2017 22:20	12,72
27/06/2017 22:25	13,23
27/06/2017 22:30	12,74
27/06/2017 22:35	12,26
27/06/2017 22:40	12,48
27/06/2017 22:45	12,46
27/06/2017 22:50	12,21
27/06/2017 22:55	12,09
27/06/2017 23:00	11,85
27/06/2017 23:05	12,29
27/06/2017 23:10	12,53
27/06/2017 23:15	11,97
27/06/2017 23:20	12,02
27/06/2017 23:25	12,13
27/06/2017 23:30	12,22
27/06/2017 23:35	12,21
27/06/2017 23:40	12,25
27/06/2017 23:45	11,91
27/06/2017 23:50	11,67
27/06/2017 23:55	11,64
28/06/2017 0:00	11,68
28/06/2017 0:05	11,96
28/06/2017 0:10	11,75
28/06/2017 0:15	11,54

28/06/2017 0:20	11,56
28/06/2017 0:25	11,75
28/06/2017 0:30	11,67
28/06/2017 0:35	11,60
28/06/2017 0:40	11,69
28/06/2017 0:45	11,53
28/06/2017 0:50	11,73
28/06/2017 0:55	11,56
28/06/2017 1:00	11,89
28/06/2017 1:05	11,56
28/06/2017 1:10	11,50
28/06/2017 1:15	11,61
28/06/2017 1:20	11,62
28/06/2017 1:25	11,37
28/06/2017 1:30	11,43
28/06/2017 1:35	11,39
28/06/2017 1:40	11,73
28/06/2017 1:45	11,57
28/06/2017 1:50	11,58
28/06/2017 1:55	11,54
28/06/2017 2:00	11,46
28/06/2017 2:05	11,56
28/06/2017 2:10	11,55
28/06/2017 2:15	11,43
28/06/2017 2:20	11,46
28/06/2017 2:25	11,44
28/06/2017 2:30	11,64
28/06/2017 2:35	11,46
28/06/2017 2:40	11,33
28/06/2017 2:45	11,37
28/06/2017 2:50	11,51
28/06/2017 2:55	11,53
28/06/2017 3:00	11,41
28/06/2017 3:05	11,36
28/06/2017 3:10	11,33
28/06/2017 3:15	11,44
28/06/2017 3:20	11,51
28/06/2017 3:25	11,48
28/06/2017 3:30	11,88
28/06/2017 3:35	11,66
28/06/2017 3:40	11,43
28/06/2017 3:45	11,44
28/06/2017 3:50	11,41
28/06/2017 3:55	11,31
28/06/2017 4:00	11,41
28/06/2017 4:05	11,45
28/06/2017 4:10	11,41
28/06/2017 4:15	11,56
28/06/2017 4:20	11,80
28/06/2017 4:25	11,68
28/06/2017 4:30	11,56
28/06/2017 4:35	11,77
28/06/2017 4:40	11,85
28/06/2017 4:45	11,69

28/06/2017 4:50	12,11
28/06/2017 4:55	11,88
28/06/2017 5:00	11,94
28/06/2017 5:05	11,95
28/06/2017 5:10	11,92
28/06/2017 5:15	12,35
28/06/2017 5:20	12,01
28/06/2017 5:25	12,14
28/06/2017 5:30	12,21
28/06/2017 5:35	12,84
28/06/2017 5:40	12,84
28/06/2017 5:45	12,62
28/06/2017 5:50	12,50
28/06/2017 5:55	13,04
28/06/2017 6:00	13,34
28/06/2017 6:05	13,40
28/06/2017 6:10	13,62
28/06/2017 6:15	13,44
28/06/2017 6:20	14,07
28/06/2017 6:25	14,01
28/06/2017 6:30	14,59
28/06/2017 6:35	14,77
28/06/2017 6:40	14,93
28/06/2017 6:45	14,85
28/06/2017 6:50	14,72
28/06/2017 6:55	14,97
28/06/2017 7:00	14,55
28/06/2017 7:05	14,38
28/06/2017 7:10	13,61
28/06/2017 7:15	13,34
28/06/2017 7:20	13,77
28/06/2017 7:25	13,42
28/06/2017 7:30	13,78
28/06/2017 7:35	14,22
28/06/2017 7:40	14,65
28/06/2017 7:45	14,33
28/06/2017 7:50	13,93
28/06/2017 7:55	14,30
28/06/2017 8:00	14,73
28/06/2017 8:05	14,81
28/06/2017 8:10	14,39
28/06/2017 8:15	14,01
28/06/2017 8:20	14,16
28/06/2017 8:25	14,04
28/06/2017 8:30	14,55
28/06/2017 8:35	14,56
28/06/2017 8:40	13,99
28/06/2017 8:45	13,50
28/06/2017 8:50	14,38
28/06/2017 8:55	14,52
28/06/2017 9:00	14,24
28/06/2017 9:05	14,25
28/06/2017 9:10	13,38
28/06/2017 9:15	14,59

28/06/2017 9:20	14,96
28/06/2017 9:25	14,95
28/06/2017 9:30	14,94
28/06/2017 9:35	14,43
28/06/2017 9:40	14,65
28/06/2017 9:45	14,82
28/06/2017 9:50	15,16
28/06/2017 9:55	14,92
28/06/2017 10:00	14,73
28/06/2017 10:05	14,59
28/06/2017 10:10	14,62
28/06/2017 10:15	14,47
28/06/2017 10:20	14,86
28/06/2017 10:25	14,68
28/06/2017 10:30	15,24
28/06/2017 10:35	15,32
28/06/2017 10:40	14,99
28/06/2017 10:45	15,18
28/06/2017 10:50	15,40
28/06/2017 10:55	15,35
28/06/2017 11:00	13,42
28/06/2017 11:05	14,64
28/06/2017 11:10	14,74
28/06/2017 11:15	15,34
28/06/2017 11:20	14,83
28/06/2017 11:25	14,32
28/06/2017 11:30	15,13
28/06/2017 11:35	15,09
28/06/2017 11:40	15,15
28/06/2017 11:45	14,77
28/06/2017 11:50	14,41
28/06/2017 11:55	14,83
28/06/2017 12:00	14,92
28/06/2017 12:05	14,98
28/06/2017 12:10	14,83
28/06/2017 12:15	15,02
28/06/2017 12:20	14,89
28/06/2017 12:25	14,45
28/06/2017 12:30	14,11
28/06/2017 12:35	14,23
28/06/2017 12:40	14,38
28/06/2017 12:45	14,77
28/06/2017 12:50	14,64
28/06/2017 12:55	14,40
28/06/2017 13:00	14,67
28/06/2017 13:05	14,05
28/06/2017 13:10	13,48
28/06/2017 13:15	13,93
28/06/2017 13:20	14,22
28/06/2017 13:25	15,01
28/06/2017 13:30	15,42
28/06/2017 13:35	15,01
28/06/2017 13:40	14,78
28/06/2017 13:45	15,20

28/06/2017 13:50	14,99
28/06/2017 13:55	15,39
28/06/2017 14:00	14,10
28/06/2017 14:05	14,22
28/06/2017 14:10	13,99
28/06/2017 14:15	14,61
28/06/2017 14:20	13,95
28/06/2017 14:25	14,63
28/06/2017 14:30	15,00
28/06/2017 14:35	14,83
28/06/2017 14:40	14,25
28/06/2017 14:45	14,54
28/06/2017 14:50	14,15
28/06/2017 14:55	14,90
28/06/2017 15:00	14,72
28/06/2017 15:05	14,54
28/06/2017 15:10	14,55
28/06/2017 15:15	14,67
28/06/2017 15:20	14,37
28/06/2017 15:25	14,14
28/06/2017 15:30	14,78
28/06/2017 15:35	13,92
28/06/2017 15:40	13,46
28/06/2017 15:45	14,16
28/06/2017 15:50	14,76
28/06/2017 15:55	14,87
28/06/2017 16:00	15,36
28/06/2017 16:05	15,71
28/06/2017 16:10	14,97
28/06/2017 16:15	14,66
28/06/2017 16:20	14,75
28/06/2017 16:25	14,60
28/06/2017 16:30	14,63
28/06/2017 16:35	14,97
28/06/2017 16:40	15,21
28/06/2017 16:45	14,96
28/06/2017 16:50	15,34
28/06/2017 16:55	15,33
28/06/2017 17:00	15,69
28/06/2017 17:05	15,21
28/06/2017 17:10	15,30
28/06/2017 17:15	15,26
28/06/2017 17:20	15,24
28/06/2017 17:25	15,25
28/06/2017 17:30	15,02
28/06/2017 17:35	14,75
28/06/2017 17:40	15,04
28/06/2017 17:45	15,51
28/06/2017 17:50	14,92
28/06/2017 17:55	15,18
28/06/2017 18:00	15,19
28/06/2017 18:05	15,63
28/06/2017 18:10	15,61
28/06/2017 18:15	15,65

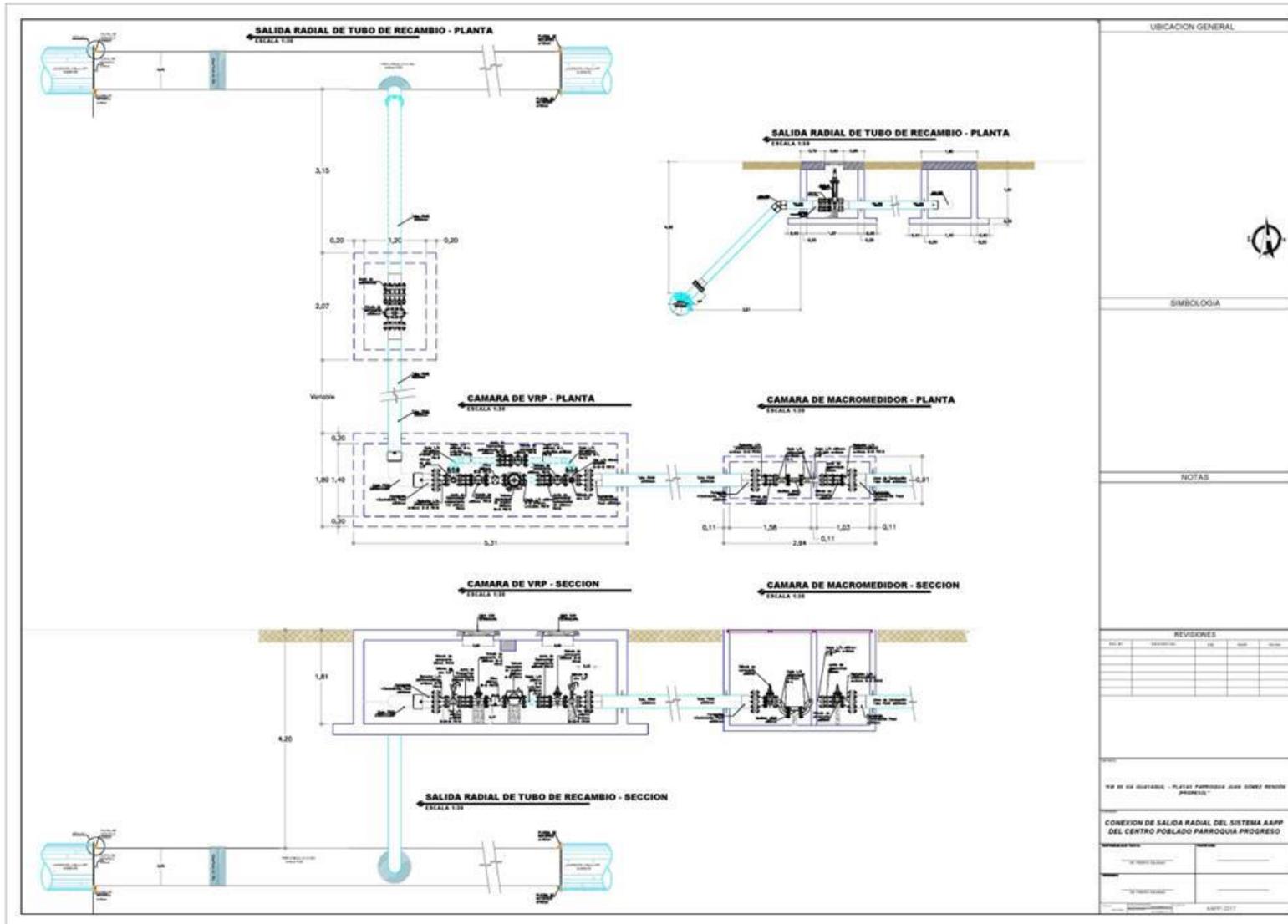
28/06/2017 18:20	15,32
28/06/2017 18:25	15,10
28/06/2017 18:30	15,51
28/06/2017 18:35	14,95
28/06/2017 18:40	14,74
28/06/2017 18:45	15,00
28/06/2017 18:50	14,88
28/06/2017 18:55	14,94
28/06/2017 19:00	14,94
28/06/2017 19:05	14,53
28/06/2017 19:10	14,91
28/06/2017 19:15	14,29
28/06/2017 19:20	14,50
28/06/2017 19:25	15,25
28/06/2017 19:30	14,78
28/06/2017 19:35	14,11
28/06/2017 19:40	14,16
28/06/2017 19:45	14,83
28/06/2017 19:50	14,30
28/06/2017 19:55	13,80
28/06/2017 20:00	13,64
28/06/2017 20:05	13,50
28/06/2017 20:10	14,06
28/06/2017 20:15	14,44
28/06/2017 20:20	14,53
28/06/2017 20:25	13,48
28/06/2017 20:30	14,03
28/06/2017 20:35	13,97
28/06/2017 20:40	14,17
28/06/2017 20:45	13,92
28/06/2017 20:50	14,22
28/06/2017 20:55	13,42
28/06/2017 21:00	13,28
28/06/2017 21:05	13,22
28/06/2017 21:10	13,68
28/06/2017 21:15	13,25
28/06/2017 21:20	13,55
28/06/2017 21:25	12,54
28/06/2017 21:30	13,11
28/06/2017 21:35	13,12
28/06/2017 21:40	13,77
28/06/2017 21:45	13,45
28/06/2017 21:50	13,73
28/06/2017 21:55	13,72
28/06/2017 22:00	13,90
28/06/2017 22:05	14,31
28/06/2017 22:10	13,52
28/06/2017 22:15	13,77
28/06/2017 22:20	13,86
28/06/2017 22:25	13,46
28/06/2017 22:30	13,11
28/06/2017 22:35	12,83
28/06/2017 22:40	13,24
28/06/2017 22:45	13,17

28/06/2017 22:50	12,67
28/06/2017 22:55	12,09
28/06/2017 23:00	12,37
28/06/2017 23:05	13,22
28/06/2017 23:10	13,11
28/06/2017 23:15	13,01
28/06/2017 23:20	12,66
28/06/2017 23:25	12,42
28/06/2017 23:30	12,35
28/06/2017 23:35	12,14
28/06/2017 23:40	11,61
28/06/2017 23:45	11,88
28/06/2017 23:50	11,84
28/06/2017 23:55	11,96
29/06/2017 0:00	11,94
29/06/2017 0:05	11,77
29/06/2017 0:10	11,89
29/06/2017 0:15	11,85
29/06/2017 0:20	11,72
29/06/2017 0:25	11,82
29/06/2017 0:30	11,91
29/06/2017 0:35	11,80
29/06/2017 0:40	11,85
29/06/2017 0:45	11,76
29/06/2017 0:50	11,53
29/06/2017 0:55	11,69
29/06/2017 1:00	11,54
29/06/2017 1:05	11,68
29/06/2017 1:10	11,70
29/06/2017 1:15	11,64
29/06/2017 1:20	11,81
29/06/2017 1:25	11,79
29/06/2017 1:30	11,82
29/06/2017 1:35	11,51
29/06/2017 1:40	11,54
29/06/2017 1:45	11,55
29/06/2017 1:50	11,55
29/06/2017 1:55	11,55
29/06/2017 2:00	11,58
29/06/2017 2:05	11,66
29/06/2017 2:10	11,55
29/06/2017 2:15	11,53
29/06/2017 2:20	11,56
29/06/2017 2:25	11,61
29/06/2017 2:30	11,62
29/06/2017 2:35	11,71
29/06/2017 2:40	11,66
29/06/2017 2:45	11,79
29/06/2017 2:50	11,67
29/06/2017 2:55	11,58
29/06/2017 3:00	11,57
29/06/2017 3:05	11,49
29/06/2017 3:10	11,69
29/06/2017 3:15	11,56

29/06/2017 3:20	11,51
29/06/2017 3:25	11,55
29/06/2017 3:30	11,55
29/06/2017 3:35	11,69
29/06/2017 3:40	11,72
29/06/2017 3:45	11,91
29/06/2017 3:50	11,77
29/06/2017 3:55	11,57
29/06/2017 4:00	11,53
29/06/2017 4:05	11,08
29/06/2017 4:10	11,75
29/06/2017 4:15	11,57
29/06/2017 4:20	11,91
29/06/2017 4:25	11,88
29/06/2017 4:30	11,79
29/06/2017 4:35	11,91
29/06/2017 4:40	11,82
29/06/2017 4:45	11,92
29/06/2017 4:50	12,24
29/06/2017 4:55	12,13
29/06/2017 5:00	12,10
29/06/2017 5:05	11,79
29/06/2017 5:10	12,07
29/06/2017 5:15	12,59
29/06/2017 5:20	12,42
29/06/2017 5:25	12,37
29/06/2017 5:30	12,06
29/06/2017 5:35	12,48
29/06/2017 5:40	12,82
29/06/2017 5:45	13,01
29/06/2017 5:50	12,45
29/06/2017 5:55	12,96
29/06/2017 6:00	12,57
29/06/2017 6:05	12,97
29/06/2017 6:10	12,61
29/06/2017 6:15	13,01
29/06/2017 6:20	13,53
29/06/2017 6:25	13,43
29/06/2017 6:30	13,62
29/06/2017 6:35	14,47
29/06/2017 6:40	13,89
29/06/2017 6:45	14,00
29/06/2017 6:50	14,65
29/06/2017 6:55	14,43
29/06/2017 7:00	14,52
29/06/2017 7:05	14,12
29/06/2017 7:10	14,08
29/06/2017 7:15	13,81
29/06/2017 7:20	13,77
29/06/2017 7:25	13,74
29/06/2017 7:30	13,68
29/06/2017 7:35	14,11
29/06/2017 7:40	13,99
29/06/2017 7:45	13,17

29/06/2017 7:50	13,65
29/06/2017 7:55	13,54
29/06/2017 8:00	13,69
29/06/2017 8:05	13,83
29/06/2017 8:10	14,28
29/06/2017 8:15	14,38
29/06/2017 8:20	14,51
29/06/2017 8:25	14,39
29/06/2017 8:30	14,87
29/06/2017 8:35	14,15
29/06/2017 8:40	14,43
29/06/2017 8:45	14,11
29/06/2017 8:50	13,83
29/06/2017 8:55	14,02
29/06/2017 9:00	14,49
29/06/2017 9:05	13,78
29/06/2017 9:10	13,72
29/06/2017 9:15	14,17
29/06/2017 9:20	14,15
29/06/2017 9:25	13,79
29/06/2017 9:30	14,40
29/06/2017 9:35	14,30
29/06/2017 9:40	14,87
29/06/2017 9:45	14,35
29/06/2017 9:50	14,72
29/06/2017 9:55	14,96
29/06/2017 10:00	14,85
29/06/2017 10:05	14,50
29/06/2017 10:10	14,09
29/06/2017 10:15	14,56
29/06/2017 10:20	14,24
29/06/2017 10:25	13,34
29/06/2017 10:30	13,81
29/06/2017 10:35	13,68
29/06/2017 10:40	14,01
29/06/2017 10:45	14,01
29/06/2017 10:50	14,66
29/06/2017 10:55	14,89
29/06/2017 11:00	15,13
29/06/2017 11:05	15,12
29/06/2017 11:10	15,72
29/06/2017 11:15	15,25
29/06/2017 11:20	14,79
29/06/2017 11:25	15,44
29/06/2017 11:30	15,63
(en blanco)	
<b>Total general</b>	<b>13,65</b>

### Anexo 4. Cámara tipo A para instalación y ubicación de la VRP.



## Anexo 5. Procedimiento rutinario de Operación y mantenimiento de la

### VRP.



#### MANTENIMIENTO RUTINARIO DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN

APROBADO	REVISADO	ELABORADO
SUGERENTE DE OPERACIÓN Y CONTROL ANC JUAN CARLOS BERNAL	DEPARTAMENTO DE CONTROL ANC ANGELA ROJAS	JEFE ESTACIONES REGULADORAS DE PRESIÓN JIMMY CHANTONG
09-Marzo-10	002	PR-VRP-001

#### Control de Cambios

Breve Descripción	Ubicación en el Documento
Se cambia el texto ubicación de registros físicos de órdenes de trabajo en la sede de jefatura de E'VRP y se aumento programación mensual.	Acápite 10. <i>Registros</i> , columna ubicación, pagina 4/4. Archivo digital en computador
Responsabilidades del jefe de estaciones reguladoras de presión se cambiara la Revisión diaria AST por, Revisión Mensual.	Acápite 6.Descripción, columna Actividades, ítem 2 pagina 2/4.
En descripciones del asistente técnico de vrp, suprimir la letra y del texto, luego de la palabra iniciales.	Acápite2 Descripción, columna Actividades, ítem 2 pagina 2/4.

#### 1. Objetivos

El documento tiene por objetivo, la revisión y calibración de las válvulas reguladoras de presión, en la ciudad de Guayaquil.

#### 2. Alcance

Se aplica para el personal de Interagua, que realice el mantenimiento preventivo en las estaciones reguladoras de presión.

#### 3. Referencias

Para la elaboración de este documento se consideraron los criterios establecidos en:

- PR-GEN-001 Elaboración de documentos del sistema de Gestión de IA.
- Catalogo Singer Valve # 2
- Presentación Spanish Singer Valve modelo 106-206 Body Styles.

#### 4. Definiciones y Abreviaturas

- EPP: Equipo de Protección Personal.
- VRP: Válvula Reguladora de Presión es una válvula que permite controlar la presión de la red.

#### Advertencia:

Este documento es de propiedad de Interagua C. Ltda. y no puede ser reproducido, en su totalidad o parcialmente, ni facilitado a terceros sin el consentimiento de su Propietario.  
Al momento de ser impreso sin autorización se considera como **COPIA NO CONTROLADA**, para confirmar el estado de revisión consultar el documento que se encuentra publicado en la Intranet de propiedad de Interagua C. Ltda.

ORIGINAL  
Pág. 1 de 4

- **E`VRP:** Estación de Válvula Reguladora de Presión es el conjunto de tuberías, válvulas, VRP, filtro, ventosas y cámara que de manera conjunta permiten hacer la regulación..
- **IA:** Interagua
- **AST:** Análisis de Seguridad de Tareas

**5. Disposiciones Generales**

Para garantizar el normal funcionamiento de la VRP se establecieron varias actividades

- **Mantenimiento de VRP.-** consiste en revisar la limpieza general de la cámara de la estación reguladora, luego se procederá tomar datos iniciales del estado actual de la E`VRP, y seguidamente a desmontar el filtro principal, filtro pequeño, cañerías y limpiar su interior, Al finalizar la actividad se hace la calibración de la VRP y se deja trabajando con las presiones de funcionamiento, como registros de cada actividad se llenara un formulario en Excel, que permita ingresar todos los datos, requeridos.
- **Verificación de operación de E`VRP:** consiste en revisar obtener registros de presiones de entrada y salida de la VRP, y correspondan a la ya establecidas, según setting de diseño de cada E`VRP, la presión de salida dependerá de un punto control designado como punto de control de referencia del sector que este más lejano y crítico del sector regulado, de no cumplir con estos requisitos, se ajusta la presión de salida y se deja el valor correcto, también se hace el lavado de la cámara y apertura de filtros para purgar las partículas.

**6. Descripción**

RESPONSABLE	ACTIVIDADES
Jefe del área de regulación de presión	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planeación, coordinación y seguimiento e implementación de todas las actividades para el cumplimiento de las metas y el mantenimiento preventivo de las E`VRP, el cumplimiento y ejecución de la respectiva programación, será notificada a diario a la jefatura por correo electrónico o vía celular con las observaciones encontradas.</li> <li>2. Se realizara una Revisión diaria del análisis de seguridad de Tareas con el personal de cuadrilla, de acuerdo a lo indicado según Documento del sistema de gestión PR-GEN-013,</li> <li>3. imprimir los documentos:(Ordenes de trabajo para mantenimiento de vrp) y deberán entregarse al asistente técnico para su llenado y posterior Revisión.</li> <li>4. Administración de recursos disponibles, control de accesorios y materiales utilizados para una correcta ejecución de la actividad.</li> </ol>
Asistente técnico de vrp	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpieza y retiro de escombros de cámara E`VRP.</li> </ol>

**Nombre:**

MANTENIMIENTO RUTINARIO DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN  
PR-VRP-01



2. Llenar registro de orden de trabajo para mantenimiento de vrp tomando datos iniciales, indicando las actividades y las novedades encontradas dentro de la estación.
3. Se realiza la limpieza del filtro y cañerías y accesorios de la VRP.
4. El Retiro y colocación de tapas, para protección de la E`VRP, y retiro de señalización se realizara de acuerdo a lo indicado en el documento del sistema de gestión PO-GEN-019.
5. Se tomara la presión, en un predio escogido como referencia del sector hidráulico, para verificar la presión de servicio y si cumple con los parámetros de servicio.

## **6. Seguridad & Salud Ocupacional (S&SO)**

- Cumplir las leyes y reglamentos aplicables a la seguridad y al salud ocupacional (S&SO).
- Para la revisión, y mantenimiento, todo el personal de la empresa involucrado en ejecutar esta actividad, deberán tener en consideración el documento PO-GEN-010, y llevar su respectivo equipo de protección personal EPP.
- Si la E`VRP se encuentra en un espacio confinado, el personal deberá contar con la debida autorización de ingreso a espacios confinados según lo indicado en el formato FO-ES&H-0305, y el procedimiento de prevención de caidas PO-GEN-018.
- En caso de existir un incidente o accidente se deberá acatar el procedimiento de respuesta ante emergencia médica – 1ros. Auxilios y, o ayuda médica según documento, PR-GEN-028, se notificara de manera inmediata al jefe inmediato
- La identificación, evaluación y control de factores de riesgos de (seguridad y salud ocupacional), serán coordinadas con un supervisor del área de seguridad industrial, de acuerdo a lo indicado en el procedimiento de Documentos Generales PR-GEN-021 para mejorar continuamente la ejecución de actividades, en torno a la Seguridad y a la Salud Ocupacional.

## **7. Medio Ambiente**

Según lo indicado en el sistema de gestión según documento PP-GEN-000 de calidad – Seguridad – Salud Ocupacional, versión 8.

## **8. Plan de Contingencia**

Se revisara la guía de soluciones de problemas en el manual de instrucciones.

- Si se visualizara alguna una fuga en red, dentro de la E`VRP, se deberá tratar de dejar aislado la fuga, mediante el movimiento de válvulas, dentro de este sistema, y se deberá

### **Nombre:**

MANTENIMIENTO RUTINARIO DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN  
PR-VRP-01

ORIGINAL

Pág. 3 de 4

reportar inmediatamente vía radio celular o por correo electrónico, para que la fuga sea atendida por el área atención de fugas.

- Para este caso los movimientos de válvulas deberán ser notificados a Sala de Control, e indicando que la VRP no estará en servicio hasta que se realice la reparación respectiva. el encargado del área de regulación de presiones a su vez reportara novedad a la jefatura de mantenimiento de redes, indicando la situación en cual de la VRP, solicitando su posterior reprogramación.

## 9. Anexos

Manual de mantenimiento válvula reguladora piloteada, de 3", 4", y 6" y 8".

## 10. Registros

CÓDIGO	NOMBRE	UBICACIÓN	TIEMPO DE RETENCIÓN	RESPONSABLE
FO-VRP-0101	Orden de trabajo de mantenimiento de válvulas reguladoras de presión vrp	En la sede donde funcione la oficina del jefe de estaciones reguladoras de presión. Información digital en computador.	1 año	Jefe de estación reguladora
Sin código	Programación, de las E`VRP	Archivo digital en computador	1 año	Jefe de estación reguladora presiones.

**Nota:** Una vez cumplido el tiempo de retención el Responsable del registro deberá disponer la destrucción o reubicación al Archivo General.

### Nombre:

MANTENIMIENTO RUTINARIO DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN  
PR-VRP-01

ORIGINAL

Pág. 4 de 4

## Anexo 6. Procedimiento de Mantenimiento Integral preventivo de VRP.



### MANTENIMIENTO INTEGRAL PREVENTIVO DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN

APROBADO	REVISADO	ELABORADO
SUBGERENTE DE OPERACIÓN CONTROL ANC JUAN CARLOS BERNAL	DEPARTAMENTO DE CONTROL ANC ANGELA ROJAS	JFE DE ESTACIONES REGULADORAS DE PRESIÓN JIMMY CHANTONG
30-09-10	002	PR-VRP-02

#### Control de Cambios

Breve Descripción	Ubicación en el Documento
Responsabilidades del jefe de estaciones reguladoras de presión.	Acápites 6.Descripción, columna actividades, ítem 1 pagina 2/7.
Se elimina una actividad del asistente técnico de vrp.	Acápites 6.Descripción, columna actividades, ítem 1 pagina 2/7.
Se incluye numeración y se elimina el siguiente texto: Antes y después, el personal de cuadrilla, con los datos iniciales, finales estado operativo de vrp.	Acápites 6.Descripción, columna actividades, ítem 4, respectivamente pagina 3/7.
Registros: se incluye referencia, en la sede donde funcione, la oficina del jefe de estaciones reguladoras de presión. Información digital en computador.	Acápites. Registros, columna actividades, pagina 7/7.
Responsabilidades del jefe de estaciones reguladoras de presión se cambiara la Revisión diaria AST, por una Revisión Mensual.	Acápites 6.Descripción, columna actividades ítem 2 pagina 2/7.

#### 1. Objetivos

El documento tiene por objetivo establecer los pasos a seguir para, la revisión, limpieza y mantenimiento preventivo de las válvulas reguladoras de presión, en la ciudad de Guayaquil.

#### 2. Alcance

Se aplica para el mantenimiento integral preventivo, que realice el personal de Interagua en las estaciones reguladoras de presión.

#### 3. Referencias

Para la elaboración de este documento se consideraron los criterios establecidos en:

- PR-GEN-001 Elaboración de documentos del sistema de Gestión de IA.
- Catalogo Singer Valve # 2
- Presentación Spanish Singer Valve modulo, 106-206 Body Styles

#### 4. Definiciones y Abreviaturas

#### Advertencia:

Este documento es de propiedad de Interagua C. Ltda. y no puede ser reproducido, en su totalidad o parcialmente, ni facilitado a terceros sin el consentimiento de su Propietario.

Al momento de ser impreso sin autorización se considera como COPIA NO CONTROLADA, para confirmar el estado de revisión consultar el documento que se encuentra publicado en la Intranet de propiedad de Interagua C. Ltda.

ORIGINAL  
Pág. 1 de 7

- EPP:** Equipo de Protección Personal.
- VRP:** Válvula Reguladora de Presión.
- E`VRP:** Estación de Válvula Reguladora de Presión.
- IA:** Interagua
- AST:** Análisis de Seguridad de Tareas

**5. Disposiciones Generales**

- NO APLICA

**6. Descripción**

RESPONSABLE	ACTIVIDADES
Jefe del área de regulación de presión	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El jefe de estaciones reguladoras de presión, enviara o notificara, durante los primeros diez días, de cada trimestre por correo electrónico o vía celular, la respectiva programación, de las E`VRP para revisión de la jefatura del departamento de Control ANC...El cumplimiento y ejecución de la respectiva programación, será notificada a diario a la jefatura por correo electrónico, o por vía celular con las observaciones encontradas.</li> <li>2. Imprimir el documento FO-VRP-0101, para el registro de la respectiva orden de trabajo, por mantenimiento de vrp para ser entregadas al asistente técnico de vrp.</li> <li>3. Se realizara una Revisión mensual del análisis de seguridad de Tareas con el personal de cuadrilla, de acuerdo a lo indicado según Documento del sistema de gestión PR-GEN-013.</li> <li>4. Administración de recursos disponibles, control de recursos accesorios y materiales utilizados para una correcta ejecución de la actividad.</li> </ol>
Asistente técnico de vrp	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El personal deberá señalar el área de trabajo, y usar los respectivos EPP, facilitados por la empresa para ejecutar esta actividad.</li> <li>2. Se realizara la apertura de cámara de la E`VRP, para su respectiva limpieza considerando los siguientes documentos del sistema de gestión: PO-GEN-019 levantamiento de cargas.</li> <li>3. Los desperdicios sólidos encontrados en la cámara de E`VRP, serán recogidos, y colocados en sacos de yute para su posterior desalojo.</li> <li>4. Después del mantenimiento integral preventivo, de cada E`VRP, deberán registrar los datos, en formato FO-VRP-</li> </ol>

**Nombre:**

MANTENIMIENTO INTEGRAL DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN  
PR-VRP-002



0101, indicando los materiales utilizados.

Para realizar el mantenimiento integral de E'VRP, se describen los pasos a seguir.

<p>a) Registro de Presión de Entrada aguas arriba de la VRP</p>	<p>b) Registro de Presión de Salida aguas abajo de la VRP</p>
	
<p>c) Chequeo del correcto estado operativo de cada una de las válvulas de guarda.</p>	<p>e) Chequeo del las válvulas de aire- Inventario de manómetros y su estado actual) Chequeo del las válvulas de aire.</p>
 	
<p>1) Para realizar el desmontaje y limpieza del Filtro-malla, ubicado aguas arriba de la VRP que deberá ser de acero inoxidable, se aislara el sistema interno de la E'VRP, cerrando las dos válvulas de guarda de la VRP, y apertura de la válvula del bypass, para no afectar el abastecimiento del sector.</p>	
	

**Nombre:**

MANTENIMIENTO INTEGRAL DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN  
PR-VRP-002

ORIGINAL

Pág. 3 de 7

2) Se aislara el circuito de control de la VRP, y se procederá al desmontaje para limpiar filtro-medio, y cañerías-pilotos-válvula de aguja, y demás accesorios de la VRP una vez limpios se procede con el montaje.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre de válvula de ingreso de flujo al bonete, del circuito de servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre de llave de paso de ingreso al filtro-medio</li> </ul>
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontaje del tapón-medio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del filtro medio del circuito de control.</li> </ul>
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontaje y limpieza de cañerías y accesorios, del circuito de servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmontaje para limpieza de cañerías y demás accesorios.</li> </ul>
	

3) Mantener presionado la tapa del eje removible (la tapa del resorte), desenroscando los pernos, se remueve la tapa desmontable y el resorte, observar el cojinete de la guía en la tapa rosca.



**Nombre:**

MANTENIMIENTO INTEGRAL DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN  
PR-VRP-002

ORIGINAL

Pág. 4 de 7

4) Desapretar los pernos del bonete y remover el bonete.



- 5) Una vez realizado el montaje, se procederá con la puesta en servicio la E'VRP realizando la apertura de la válvula de guarda aguas arriba, posteriormente se procederá a purgar el aire, dentro de la cañería que conforma el circuito de servicio, y del bonete de la VRP, desajustando el tapón del bonete, hasta que salga todo el aire y se presurice, este sistema dejando cerrada la válvula de guarda aguas abajo.
- 6) Se procede a la apertura de la válvula aguas abajo, de la VRP y cierre de la válvula del bypass, de la E'VRP, una vez que se haya purgado el aire del cámara superior de la vrp, se procede a apretar el tapón del bonete.
- 7) Seguidamente se procederá a revisar regulación, y tiempo de respuesta mediante el accionar del piloto, con una adición y sustracción de 0,5 bares, para confirmar su correcto funcionamiento.
- 8) Se procederá a tomar datos de presión de entrada y salida de la VRP, que deberán ser registrados FO-VRP-0101 para posterior informe a la jefatura.
- 9) Se tomara la presión, en un predio escogido como referencia del sector hidráulico, para verificar la presión de servicio y si cumple con los parámetros de servicio será registrado en el formato FO-VRP-0101.
- 10) Colocación de tapas, para protección de la E'VRP, y retiro de señalización de acuerdo a lo indicado en el documento del sistema de gestión PO-GEN-019.

7. **Seguridad & Salud Ocupacional (S&SO)**

- Para la inspección, revisión, y/o mantenimiento, el personal involucrado en ejecutar esta actividad, deberá llevar su respectivo equipo de protección personal EPP.
- Si la E'VRP se encuentra en un espacio confinado, el personal deberá contar con la debida medición con el detector de gases, y la respectiva autorización de ingreso a

**Nombre:**

MANTENIMIENTO INTEGRAL DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN  
PR-VRP-002

ORIGINAL

Pág. 5 de 7

espacios confinados según lo indicado en el formato FO-ES&H-0305, y el procedimiento de prevención de caídas PO-GEN-018.

- En caso de existir un incidente o accidente se deberá acatar el procedimiento de respuesta ante emergencia médica – 1ros. Auxilios y, o ayuda médica según documento, PR-GEN-028, se notificara de manera inmediata al jefe inmediato
- La identificación, evaluación y control de factores de riesgos de (seguridad y salud ocupacional), serán coordinadas con un supervisor del área de seguridad industrial, y se implantaran en la matriz hiper para gestión de riesgos, de acuerdo a lo indicado en el procedimiento de Documentos Generales PR-GEN-021.

**8. Medio Ambiente**

**NO APLICA**

**9. Plan de Contingencia**

Se aplicara cuando se presenten los siguientes casos:

- Una falla o incorrecta operación, y caerá dentro de tres categorías:
  - a) Válvula VRP no abre
  - b) Válvula VRP no cierra.
  - c) Válvula no modula.

Se revisara la guía de soluciones de problemas en el manual de instrucciones.

- Se verificarán si existen fugas en algunos de los accesorios del sistema de control de la VRP, como cañerías, pilotos, controles, y de ser factible el personal de cuadrilla podrá repararla, caso contrario se emitirá reporte, indicando la situación actual de la VRP, y seguimiento para su posterior reprogramación para proceder con el mantenimiento correctivo.
- Si se visualizara alguna una fuga en red, dentro de la E`VRP, se deberá tratar de dejar aislado la fuga, mediante el movimiento de válvulas, dentro de este sistema, y se deberá reportara inmediatamente vía radio celular o por correo electrónico, para que la fuga sea atendida por el área atención de fugas. Para este caso los movimientos de válvulas deberán ser notificados a Sala de Control, e indicando que la VRP no estará en servicio hasta que se realice la reparación respectiva. el encargado del área de regulación de presiones a su vez reportara novedad a la jefatura de mantenimiento de redes, indicando la situación en cual de la VRP, solicitando su posterior reprogramación.

**10. Anexos**

**NO APLICA**

**11. Registros**

**Nombre:**

MANTENIMIENTO INTEGRAL DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN  
PR-VRP-002

ORIGINAL

Pág. 6 de 7

CÓDIGO	NOMBRE	UBICACIÓN	TIEMPO DE RETENCIÓN	RESPONSABLE
FO-VRP-0101	Orden de trabajo de mantenimiento de válvulas reguladoras de presión vrp	Zonas respectivas	1 año	Jefe de estación reguladora presiones.
Sin código	Programación, de las E'VRP	Archivo digital en computador	1 año	Jefe de estación reguladora presiones.

**Nota:** Una vez cumplido el tiempo de retención el Responsable del registro deberá disponer la destrucción o reubicación al Archivo General.

**Nombre:**

MANTENIMIENTO INTEGRAL DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN  
PR-VRP-002.

ORIGINAL

Pág. 7 de 7

**Anexo 7. Valores típicos de coeficientes de rugosidad.**

Material	Coficiente de Manning n	Coef. Hazen-Williams $C_H$	Coef. Rugosidad Absoluta e (mm)
Asbesto cemento	0.011	140	0.0015
Latón	0.011	135	0.0015
Tabique	0.015	100	0.6
Fierro fundido (nuevo)	0.012	130	0.26
Concreto (cimbra metálica)	0.011	140	0.18
Concreto (cimbra madera)	0.015	120	0.6
Concreto simple	0.013	135	0.36
Cobre	0.011	135	0.0015
Acero corrugado	0.022	--	45
Acero galvanizado	0.016	120	0.15
Acero (esmaltado)	0.010	148	0.0048
Acero (nuevo, sin recubrim.)	0.011	145	0.045
Acero (remachado)	0.019	110	0.9
Plomo	0.011	135	0.0015
Plástico (PVC)	0.009	150	0.0015
Madera (duelas)	0.012	120	0.18
Vidrio (laboratorio)	0.011	140	0.0015

(Fuente: Computer Applications in Hydraulic Engineering, 5<sup>th</sup> Edition, Haestad Methods)

**Anexo 8. Carta de aceptación de Interagua.**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO TRABAJO DE TITULACIÓN

**TÍTULO:** ANÁLISIS DE PROPUESTA DE REGULACIÓN Y CONTROL ACTIVO DE PRESIONES EN SISTEMA DE AAPP, EN KM. 65 VÍA GUAYAQUIL - PLAYAS PARROQUIA JUAN GÓMEZ RENDÓN (PROGRESO)

**AUTOR:** PEDRO OSWALDO SALINAS MITE

**TUTOR:** ING. SEGUNDO EUGENIO DELGADO MENOSCAL, DR.

**REVISORES:** ING. MSC. PABLO PAREDES RAMOS

**INSTITUCIÓN:** UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

**FACULTAD:** DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

**CARRERA:** INGENIERÍA CIVIL

**FECHA DE PUBLICACIÓN:** 2018

**NO. DE PÁGS.:** 130

**ÁREA TEMÁTICA:** Calidad de Vida, habitantes

**PALABRAS CLAVE:** Agua potable, Fugas, Progreso, Reducción, Regulación.

**RESUMEN:** El trabajo de titulación es una propuesta de solución al problema presentado.

El objetivo general es el de “Proponer la regulación y control activo de presiones en el sector, km. 65 vía Guayaquil - Playas Parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso), para la optimización y eficiencia de la red existente”.

Se procedió a realizar una investigación de campo, con el fin de obtener resultados confiables en la modulación que puedan alcanzar los objetivos establecidos, también se utilizó la investigación descriptiva, ya que describió los hechos como son observados y es correlacional ya que se establecieron las relaciones entre las variables.

Los resultados en base a la modulación propuesta consisten en delimitar el área de regulación de la red de distribución, de tal manera que se logre cumplir con mantener un caudal continuo. Este indicador permite establecer un orden de prioridades para la modulación establecida que influye dentro del área a regular.

Siendo el análisis de modulación operacional de la red de distribución, el control activo de fugas (detección y localización de fugas), la gestión de presión (reducción y regulación de las presiones en servicio), y la gestión de la infraestructura (mantenimiento y renovación de redes).

La conclusión más trascendental fue la evaluación de los diferentes tipos de control de regulación aplicables donde los diámetros de VRP jugaron un papel muy importante

**N° DE REGISTRO(en base de datos):**

**N° DE CLASIFICACIÓN:**

**DIRECCIÓN URL (estudio de caso en la web)**

**ADJUNTO PDF:**

SI

NO

**CONTACTO CON AUTORES/ES:**  
PEDRO OSWALDO SALINAS MITE

**Teléfono:** 04-2600870  
0986348896

**e-mail:**  
pedrosalinas916@gmail.com  
psalinasm@ulvr.edu.ec

**CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:**

**Nombre:** MSC. July Herrera Valencia,  
DECANA

**Teléfono:** 2596500 EXT. 241 DECANATO

**Email:** jherrerav@ulvr.edu.ec

## Urkund Analysis Result

Analysed Document: PEDRO SALINAS MITE2017Nov27.pdf (D33707445)  
Submitted: 12/12/2017 10:13:00 PM  
Submitted By: segundo\_delgado\_m@yahoo.com  
Significance: 2 %

### Sources included in the report:

TESIS.docx (D29308811)  
TESIS Ing Baldomero Valencia.docx (D21947862)  
Tesis de Grado Ronquillo.docx (D29013521)  
correo.docx (D14082483)  
<https://definicion.de/presion-absoluta/>.

### Instances where selected sources appear:

10

