



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**
Seréis mis testigos

MANABÍ

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE MANABÍ
CARRERA DE HIDRÁULICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PROPUESTA DE DISEÑO ÓPTIMO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA EN LA PARROQUIA SAN PABLO, SECTOR CEVALLOS, LOS
CAÑONAZOS Y BRIONES**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
MANEJO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES**

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN
HIDRÁULICA**

**PREVIO AL TÍTULO DE
INGENIERO HIDRÁULICO**

**AUTOR
KEVIN STEEVEN CARREÑO BUSTOS**

**TUTOR
ING. JOHN FELIX MERA, Mgtr.**

PORTOVIEJO, ABRIL 2025

Certificación de la Tesis

Ing. John Enrique Félix Mera, Mgtr.

Tutor del plan de investigación curricular

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo la Normativa del Trabajo de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

Ing. John Enrique Félix Mera, Mgtr.

C.I. 131363436-0

Aprobación del Tribunal

El jurado examinador aprueba el presente trabajo de integración curricular en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí:

(F)_____

Ing. John Enrique Félix Mera, Mgtr.

Presidente del tribunal

(F)_____

Ing. José Ramón Alarcón Loor, M. Sc.

Segundo Lector

(F)_____

Ing. Jesús Enrique Chavarría Párraga, PhD.

Tercer Lector

Declaración de Originalidad

Este manuscrito, no contiene ningún tipo de material que ha sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en la información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

Autor:

F. _____

Kevin Steeven Carreño Bustos

Dirección: Portoviejo, Calle Eliécer Rodríguez, Urbanización Condominios Altavista

E-mail: kcarreno0811@pucesm.edu.ec

Celular: 0987875161

Declaración de Derecho del Autor

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos, con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

Autor:

F. _____
Kevin Steeven Carreño Bustos
C.I. 1316300811

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida, impulsándome a perseguir mis sueños y brindándome, con su ejemplo y sabiduría, la guía necesaria para enfrentar cada reto en mi formación académica, su apoyo incondicional ha sido una fuente inagotable de inspiración y fortaleza, permitiéndome avanzar con determinación hacia mis metas.

A mi familia, que ha estado presente en cada logro y cada desafío, dándome el ánimo y la calidez que solo su amor puede ofrecer.

A todos ellos les expreso mi más profundo agradecimiento por su fe inquebrantable y respaldo constante, que han sido el cimiento de este proyecto y de cada paso que me ha traído hasta aquí.

Kevin Steeven Carreño Bustos

Agradecimiento

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis tutores y profesores, cuya guía y compromiso fueron fundamentales en mi formación académica.

Agradezco especialmente a quienes, con su dedicación y enseñanza, me brindaron el apoyo necesario para afrontar los desafíos de esta etapa, motivándome a alcanzar mis metas y enriquecer mi conocimiento.

A cada uno de ellos, mi gratitud por su valiosa orientación y su continuo respaldo, los cuales fueron esenciales en la culminación de este proyecto.

Kevin Steeven Carreño Bustos

Resumen

Se realizó una investigación descriptiva para diseñar un sistema de distribución de agua potable en la parroquia San Pablo, en los sectores Cevallos, los Cañonazos y Briones, del cantón Portoviejo utilizando el software WaterGems. Se proyecta una población futura de 4041 habitantes a la que se estima abastecer con una dotación diaria de 240 l/hab/día, con un caudal medio diario de 11.23 l/s, y un volumen de almacenamiento en el tanque regulador de 300 m³; respecto al diseño de la red se consideran tuberías con diámetros comerciales entre 200 mm a 50 mm, considerando válvulas reguladoras de presión en los puntos más críticos, sistema analizado en un periodo estático que denota una operación del 70% de la red en rangos óptimos de velocidad, con presiones entre 14 mca y 70 mca; por otro lado, el análisis en periodo extendido señaló que las velocidades se mantuvieron entre 0.56 m/s y 1.87 m/s, con caudales de 0.82 l/s a 25.81 l/s, y presiones que oscilaron entre 14 mca y 86 mca, con picos de consumo entre las 06:00-09:00 y las 18:00-21:00 horas. Se concluye que, aunque las presiones permanecen dentro de los rangos operativos en un periodo estático, los picos de demanda registrados en el análisis extendido reflejan la necesidad de incorporar reguladores de presión y tanques de almacenamiento adicionales.

Palabras clave: análisis, demanda, consumo, presión, velocidad.

Abstract

A descriptive study was conducted to design a drinking water distribution system in the San Pablo parish, in the Cevallos, Los Cañonazos, and Briones sectors of the Portoviejo canton, using WaterGems software. A future population of 4041 inhabitants is projected, which is estimated to be supplied with a daily allocation of 240 l/hab/day, with a daily average flow of 11.23 l/s, and a storage volume in the regulating tank of 300 m³; regarding the network design, commercial diameter pipes between 200 mm and 50 mm are considered, considering pressure regulating valves at the most critical points. The system was analyzed in a static period, which denotes 70% operation of the network in optimal velocity ranges, with pressures between 14 mca and 70 mca; on the other hand, the extended period analysis showed that the velocities remained between 0.56 m/s and 1.87 m/s, with flows of 0.82 l/s to 25.81 l/s, and pressures that ranged between 14 mca and 86 mca, with consumption peaks between 06:00-09:00 and 18:00-21:00 hours. It is concluded that, although the pressures remain within the operating ranges in a static period, the demand peaks recorded in the extended analysis reflect the need to incorporate pressure regulators and additional storage tanks.

Keywords: analysis, demand, consumption, pressure, velocity.

Índice

Certificación de la Tesis	ii
Aprobación del Tribunal	iii
Declaración de Originalidad.....	iv
Declaración de Derecho del Autor	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Índice de Figuras	13
Índice de Tablas.....	14
Índice de Fórmulas	15
Introducción.....	16
Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos	18
Materiales y Métodos	19
Características de la Investigación	19
Zona de Estudio.....	19
Climatología	20
Fuente de Abasto	20
Topografía de la Zona	20

Perfil de Consumo	20
Configuración del Modelo Hidráulico.....	21
Sistema de Abasto.....	23
Red de Conducción	23
Redes de Distribución	23
Conexión Domiciliaria.....	24
Nodos	24
Fundamento de Diseño.....	24
Periodo de Diseño.....	24
Dotación.....	25
Población Futura.....	26
Densidad Poblacional.....	27
Caudal Medio (Qmed)	27
Caudal Máximo Diario (QMD)	28
Caudal Máximo Horario (QMH).....	28
Parámetros Hidráulicos	29
Pérdidas de Carga	29
Velocidad de Diseño.....	30
Diámetros de Diseño.....	30
Presión de Diseño	31

Comparación de Escenarios	31
Resultados y Discusiones	32
Propuesta de Distribución de Agua Potable	32
Población de Diseño	32
Caudales de Diseño.....	32
Volumen de Almacenamiento.....	32
Curva de Consumo.....	33
Análisis de Escenarios	34
Desempeño Operativo Mediante Análisis Comparativo	41
Análisis de Escenario en Periodo Estático.....	35
Análisis de Escenario en Periodo Extendido	38
Velocidades.....	41
Caudales.....	42
Presiones	42
Impacto en la eficiencia del sistema	43
Conclusiones.....	44
Recomendación	45
Bibliografía.....	46
Anexos.....	52

Índice de Figuras

Figura 1. Localización de los sectores Cevallos, Los Cañonazos y Briones, Portoviejo. . .	19
Figura 2. Localización de tuberías existentes.....	34
Figura 3. Perfil de tubería del tramo más largo de la red existente.....	35
Figura 4. Trazado de red de distribución de agua potable.....	37
Figura 5. Velocidades máximas en la red durante el periodo extendido.....	39
Figura 6. Presiones máximas en la red durante el periodo extendido	39
Figura 7. Caudales máximos en la red durante el periodo extendido.....	40
Figura 8. Curvas de consumo máximo horario vs consumo medio diario tanque	41

Índice de Tablas

Tabla 1: Periodo de Diseño	25
Tabla 2: Dotación	26
Tabla 3: Coeficiente de Hazen-Williams para diferentes materiales.....	30
Tabla 4: Reporte de redes de tubería en escenario de simulación estática	52
Tabla 5: Reporte de presiones en nodos de aportación en escenario estático	55
Tabla 6: Reporte de velocidades en escenario de simulación en periodo extendido.....	57
Tabla 7: Reporte de caudal en escenario de simulación en periodo extendido	58
Tabla 8: Reporte de presión en escenario de simulación en periodo extendido.....	60

Índice de Fórmulas

Fórmula 1. Población Futura.....	26
Fórmula 2. Densidad Poblacional	27
Fórmula 3. Caudal Medio.....	27
Fórmula 4. Caudal Máximo Diario	28
Fórmula 5. Caudal Máximo Horario.....	29
Fórmula 6. Pérdida de carga (Hazen Williams).	29
Fórmula 7. Pérdida de carga Total	31

Introducción

El acceso al agua es un problema global, donde los avances tecnológicos y los esfuerzos internacionales no son suficientes debido a la distribución desigual y la creciente contaminación (Oelkers *et al.*, 2011); en las últimas décadas, la disponibilidad hídrica ha mejorado en los países en desarrollo, especialmente en aquellos que dependían de fuentes inseguras para el consumo, sin embargo, esta mejora ha estado marcada por una distribución desigual en distintas zonas y épocas, lo cual se ha incrementado debido a la sobreexplotación de fuentes superficiales y subterráneas, volviendo a estas fuentes vulnerables frente a la escasez, comprometiendo el bienestar y el desarrollo sostenible de las poblaciones (Amarocho *et al.*, 2023).

En América Latina esta problemática es constante, donde en países como Perú solo el 29.22% de los hogares tiene acceso a agua potable segura, con fuertes diferencias entre regiones y sectores sociales (Kassab *et al.*, 2023); por otro lado en Brasil hay índices de bajo acceso, especialmente en las zonas rurales y de bajo PIB per cápita (Neftenov y Stankovich, 2023); y de manera similar en Ecuador los asentamientos rurales carecen en gran medida de conexión a redes de agua potable, donde muchas plantas de tratamiento necesitan mejorar sus procesos para cumplir con los estándares técnicos nacionales (Méndez *et al.*, 2023).

En Ecuador, el problema es acrecentado por la falta de sistemas de distribución adecuados y la variabilidad en la demanda de agua, donde mejorar las redes de distribución ayuda a reducir los costos operativos, cubrir los gastos necesarios para los usuarios y mantener la presión del agua en niveles adecuados (Manrique *et al.*, 2019). Para lograrlo, es necesario usar métodos como ajustar los flujos iniciales, que ayuden a optimizar el tamaño de las tuberías con un cálculo matemático, asegurando que las pérdidas de presión sean uniformes y que la presión y la velocidad del agua en la red sean eficientes (Ekinci y Konak, 2009).

En Portoviejo, la parroquia San Pablo enfrenta varios desafíos en la planificación y suministro de servicios básicos, impactando en la calidad de vida de sus habitantes, donde la falta de acceso a agua potable, alcantarillado pluvial y sanitario obliga a la población a depender de tanqueros, una situación que se agrava en zonas con pendientes pronunciadas; además, enfrenta la presión de ofrecer suficiente infraestructura para una población en crecimiento, con una demanda en aumento de servicios básicos; para lograrlo es necesaria una planificación adecuada del territorio que asegure un desarrollo sostenible, evitando el abuso de los recursos y la destrucción de las condiciones de vida (Arteaga *et al.*, 2020).

Esta situación es evidente en los sectores de Cevallos, Briones y Los Cañonzos, donde la falta de un sistema de agua potable repercute negativamente en la comunidad, y aunque actualmente existe una explanada conectada a la calle Vaquerizo Moreno con un tanque metálico en funcionamiento desde 2007, su acceso es limitado debido a un camino estrecho y la cercanía de construcciones que complican el ingreso de maquinaria, por lo que se ha propuesto una segunda ubicación alternativa en una explanada con un leve declive que ofrece condiciones más favorables para la instalación y operación del sistema (PORTOAGUAS, 2023; PRIMICIAS, 2023).

Según Guillen (2021), el uso de software especializados como lo son WaterGems, EPANET, y REVIT permiten modelar sistemas de abastecimiento de agua potable, optimizando tiempo en su diseño y monitoreo en comunidades con recursos hídricos limitados, donde los Sistemas de Información Geográfica (SIG) facilitan una planificación adaptativa más efectiva, integrando simulaciones precisas que modelan el comportamiento de la red bajo diversos escenarios posibles según las condiciones del entorno (Fragoso *et al.*, 2013). Por tanto, este estudio permite proponer un diseño óptimo de distribución de agua potable que asegura una solución técnica viable en eficiencia hidráulica con un suministro continuo y equitativo.

Objetivos

Objetivo General

Establecer propuesta de diseño operativo óptimo del sistema de distribución de agua potable en la parroquia San Pablo, sectores Cevallos, los Cañonazos y Briones, del cantón Portoviejo.

Objetivos Específicos

Desarrollar una propuesta de distribución de agua potable que optimice el uso de recursos y garantice un suministro eficiente en los sectores Cevallos, Los Cañonazos y Briones.

Evaluar el desempeño operativo del sistema de distribución de agua potable mediante el análisis comparativo de escenarios estáticos y extendidos.

Materiales y Métodos

Características de la Investigación

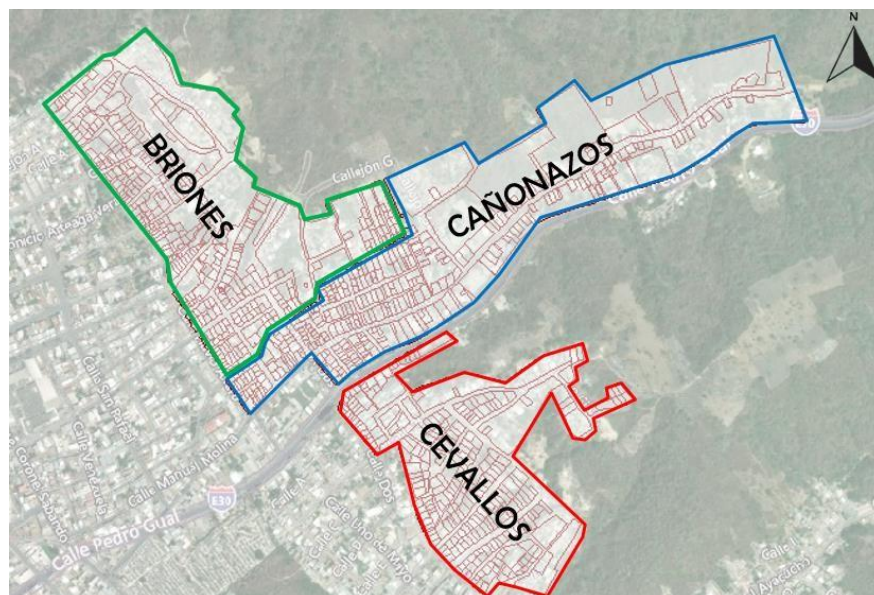
Se lleva a cabo una investigación descriptiva, debido a la necesidad de observar y analizar el funcionamiento actual del sistema de distribución de agua potable en la parroquia San Pablo, donde este enfoque permite identificar las condiciones existentes y evaluar distintas alternativas para su optimización. Para ello, se comparan diversos escenarios operativos utilizando datos cuantitativos como caudales, presiones y velocidades, lo que permite una evaluación detallada de cada escenario (Guevara *et al.*, 2020); lo cual facilita la toma de decisiones basada en un análisis técnico fundamentado, permitiendo proyectar mejoras en el sistema de distribución.

Zona de Estudio

El análisis se desarrolla entre los meses de julio y noviembre del presente año en la parroquia San Pablo, cantones Portoviejo, Manabí, abarcando los sectores urbanos de Cevallos, Los Cañonazos y Briones en las coordenadas $X= 561\ 719$, $Y=9\ 884\ 18040$ (ver figura 1).

Figura 1

Localización de los sectores Cevallos, Los Cañonazos y Briones, cantón Portoviejo.



Climatología

El cantón Portoviejo está rodeado de montañas con suelos limosos y presenta un clima cálido y semiárido, influenciado por las diferencias estacionales, con una temperatura media anual de 25.30 °C, que varía entre temperaturas máximas y mínimas de 2.30 °C, su régimen de lluvia se divide en un periodo húmedo de enero a abril, que concentra cerca del 84% de las precipitaciones anuales, y un periodo seco de mayo a diciembre con escasas lluvias (Cartaya *et al.*, 2016).

Fuente de Abasto

El abastecimiento de agua hacia los sectores en estudio se realiza desde un tanque metálico en operación desde el año 2007, el cual está situado a una altitud de 67 metros sobre el nivel del mar, y se llena a través de la red pública municipal, donde su localización permite aprovechar la elevación natural para facilitar la distribución del agua por gravedad hacia las zonas circundantes, lo cual reduce el uso de sistemas de bombeo (PORTOAGUAS, 2023).

Topografía de la Zona

La parroquia San Pablo en el cantón Portoviejo, presenta una topografía irregular caracterizada por colinas con pendientes pronunciadas, lo que favorece la erosión del suelo y la susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa, incrementando la vulnerabilidad de los asentamientos humanos, especialmente frente a los efectos del cambio climático (García, 2021).

Perfil de Consumo

Un perfil de consumo define los patrones de uso del agua en una zona específica, considerando factores como la cantidad consumida, el tiempo de uso y los elementos socioeconómicos y climáticos que influyen en dicho consumo; permitiendo identificar las necesidades de abastecimiento, analizar su distribución y detectar los picos de demanda,

facilitando así el diseño óptimo de sistemas de suministro en contextos de escasez hídrica y crecimiento poblacional (Cáceres y Chambilla, 2019). Para definir el patrón de consumo en la presente investigación, se considera un patrón lineal a lo largo de las 24 horas del día obtenido a partir del consumo medio diario según Caiza (2019), debido a que permite modelar el consumo de manera uniforme, simplificando los cálculos y el desarrollo de modelos hidrológicos o hidráulicos, útil cuando no se dispone de datos horarios detallados.

Configuración del Modelo Hidráulico

Se empleó el software WaterGEMS para modelar las redes de tuberías en la zona de estudio, debido a su capacidad de simular y optimizar el comportamiento hidráulico del sistema de distribución de agua, mediante simulaciones en tiempo real, facilitando la evaluación de variables como presión, flujo y pérdidas de carga en la red. La elección de WaterGEMS se justifica por su capacidad para comparar distintos escenarios de distribución, tanto en estado estático como en simulaciones extendidas en el tiempo, lo que permite evaluar el desempeño del sistema ante variaciones en la demanda y cambios en las condiciones de operación. Este enfoque resulta fundamental para optimizar el uso de recursos y garantizar un suministro eficiente, ya que permite identificar estrategias de mejora en la distribución del agua al minimizar pérdidas en la red (Hurtado y Tacuri, 2018).

A diferencia de otros programas como EPANET, que se centra en simulaciones hidráulicas básicas, WaterGEMS integra herramientas avanzadas de análisis hidráulico, como LoadBuilder para automatizar la asignación de demandas utilizando datos geoespaciales, registros de clientes o zonificación de consumo, Trex (Terrain Extractor) el cual permite interpolar elevaciones desde modelos digitales de terreno y ModelBuilder que facilita la importación de redes desde CAD o SIG, agilizando la digitalización y reduciendo errores, asignando automáticamente cotas precisas

a los nodos y facilitando la construcción e interpretación del modelo con una interfaz intuitiva (Hurtado y Tacuri, 2018).

Además, su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos y analizar múltiples escenarios lo convierte en una herramienta ideal para evaluar diferentes configuraciones y condiciones operativas (Díaz y Pérez, 2018).

El modelo hidráulico se configuró a partir de los datos topográficos y de diseño del sistema de distribución, incluyendo información sobre la ubicación y características de las tuberías, tanques de almacenamiento, válvulas de control y estaciones de bombeo, considerando parámetros como demandas en diferentes puntos de la red, los coeficientes de rugosidad de las tuberías (Hazen-Williams), y las cotas del terreno para garantizar un análisis hidráulico preciso, considerando, además:

Digitalización y configuración de la red: para ello se trazan las tuberías y nodos utilizando datos georreferenciados y planos la zona, apoyado en el software AutoCAD y WaterCAD.

Definición de las condiciones: se establecen caudales de entrada, niveles iniciales en los tanques y presiones mínimas requeridas en los nodos terminales.

Asignación de demandas: se distribuyen las demandas en los nodos según las proyecciones de consumo y el patrón horario de uso.

Simulación de escenarios: Se evalúan diferentes condiciones operativas, como variaciones en el caudal de entrada y demandas máximas durante picos de consumo.

Sistema de Abasto

Un sistema de abasto es un conjunto integrado de infraestructuras y procesos técnicos que permiten captar el agua, ya sea esta superficial o subterránea, y tratarla adecuadamente para garantizar su almacenamiento y distribución en presión y caudal hacia los hogares beneficiados (Cardenas y Patiño, 2010).

Red de Conducción

Es el tramo de tubería encargado de transportar el agua desde la captación hasta la planta potabilizadora o un tanque de regulación (dependiendo del sistema de abastecimiento), donde su diseño debe adaptarse al perfil del terreno; cuando opera por gravedad, es indispensable que la fuente de agua se ubique en un punto elevado para garantizar una presión adecuada en las tuberías principales, y en otros casos se necesita de un sistema de bombeo (Gutiérrez, 2006).

Redes de Distribución

Son un conjunto de tuberías, válvulas, estaciones de bombeo y otros componentes que se integran para transportan el agua desde la fuente de suministro hasta los usuarios finales, y pueden configurarse como redes abiertas, cerradas o mixtas, como se detallan a continuación (COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA [CONAGUA], 2018).

Red Abierta

Es un sistema de tuberías conectadas por tubos que se ramifican sin formar circuitos, los cuales se van alejando como un árbol con extremos muertos, siendo idónea para áreas pequeñas, dispersas o con planimetrías y topografías complicadas (CONAGUA, 2018).

Red Cerrada

Es un sistema de tuberías conectadas por tubos en forma de malla, creando al menos un circuito por donde fluye el agua e incrementa la eficiencia del sistema, ideal para zonas pobladas consolidadas mediante cuadradas o manzanas (CONAGUA, 2018).

Red Mixta

Una red mixta combina características de las redes abiertas y cerradas, incorporando ramificaciones en un sistema predominantemente cerrado, siendo de gran utilidad esta cuando las condiciones topográficas o de población lo requieren (CONAGUA, 2018).

Conexión Domiciliaria

La conexión domiciliaria es el sistema que conecta una red de distribución de agua potable a una vivienda o establecimiento para suministrarla de manera continua y eficiente (Caiza, 2019).

Nodos

Son puntos donde se conectan diferentes elementos del sistema, pudiendo representar conexiones individuales, intersecciones de tubería, puntos y válvulas de control (Gutiérrez, 2006).

Fundamento de Diseño

Periodo de Diseño

Es la estimación en años a la que se proyecta que una obra pueda funcionar de manera óptima según el fin por el que se creó, estimado en función del tamaño del proyecto, la población atendida y la magnitud de la inversión (ver periodos de diseños en la tabla 1) (SECRETARIA NACIONAL EL AGUA [SENAGUA], 2016).

Tabla 1*Periodo de Diseño*

Componente	Vida Útil (Años)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PV	20 a 25

Fuente: SENAGUA (2016).***Dotación***

Es el volumen o caudal promedio de agua consumido diariamente por cada habitante, considerando los consumos doméstico, comercial, industrial y público; en su determinación se genera un análisis de las condiciones particulares de cada población, incluyendo factores como las condiciones climáticas locales, los volúmenes requeridos por la industria, la protección contra incendios, el riego de jardines, entre otros, para un análisis más representativo de las necesidades reales de la población en estudio, relevante en regiones con características climáticas o económicas distintivas (ver dotaciones en la tabla 2) (SENAGUA, 2016).

Tabla 2*Dotación.*

Población (Habitantes)	Clima	Dotación Media Futura (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120 – 150
	Templado	130 – 160
	Cálido	170 – 200
5000 a 50 000	Frío	180 – 200
	Templado	190 – 220
	Cálido	200 – 230
Más de 50 000	Frío	> 200
	Templado	> 200
	Cálido	> 200

Fuente: SENAGUA (2016).***Población Futura***

Es la cantidad de habitantes proyectada al final del período de diseño, crucial para dimensionar adecuadamente las redes del sector, garantizando que a medida que aumente el consumo el sistema pueda manejar el incremento del caudal sin que se vean comprometidas las condiciones del sistema para la rehabilitación de las redes existentes (SENAGUA, 2016).

$$P_f = P_a (1 + r)^n$$

Fórmula 1. *Población Futura.***Donde:**P_f= Población futura.P_a= Población actual.

r = % Incremento anual (1.50 para la Costa, Oriente y Galápagos; 1.00 para la Sierra).

n = Periodo de diseño de la obra

Densidad Poblacional

La densidad poblacional es una medida que indica cuantas personas habitan en una unidad de área, generalmente expresada como número de habitantes por hectárea (hab/Ha), siendo crucial para garantizar una distribución equitativa del agua, ya que en áreas con alta densidad poblacional es más probable que existan mayores demandas de agua, para su estimación se usa la fórmula 2 (Moreno *et al.*, 2018):

$$\mathbf{DP} = \frac{\mathbf{hab}}{\mathbf{ha}}$$

Fórmula 2. *Densidad Poblacional.*

Donde:

DP = Densidad poblacional (hab/ha).

hab = Habitantes.

ha = Hectáreas.

Caudal Medio (Qmed)

El caudal medio diario es el volumen promedio de agua que fluye en un sistema en un día determinado, y se obtiene mediante el producto entre la dotación y la cantidad de habitantes (ver fórmula 3) (Lozano y Córdoba, 2017).

$$\mathbf{Qmed} = \frac{\mathbf{q*N}}{\mathbf{86400}}$$

Fórmula 3. *Caudal Medio.*

Donde:

Qmed = Caudal medio (l/s).

q = Dotación (l/hab/día).

N = Número de habitantes.

Caudal Máximo Diario (QMD)

Es el mayor volumen de agua requerido durante un día específico dentro de un sistema de abastecimiento de agua, y se estima mediante un factor de mayoración ($K_{m\acute{a}x}$) aplicado al caudal medio diario (Q_{med}) (ver fórmula 4) (Lozano y Córdoba, 2017):

$$\mathbf{QMD} = K_{max.d\acute{a}a} * Q_{med}$$

Fórmula 4. *Caudal Máximo Diario.*

Donde:

QMD = Caudal Máximo Diario (l/s).

$K_{max.d\acute{a}a}$ = Coeficiente máximo diario.

Q_{med} = Caudal medio (l/s).

Coeficiente Máximo Diario

Este coeficiente representa la relación entre el caudal máximo diario y el caudal medio diario en un sistema de abastecimiento de agua; en ausencia de estudios en la zona las normativas técnicas sugieren rangos de $K_{max.d\acute{a}a}$ entre 1.30 – 1.50 (SENAGUA, 2016).

Caudal Máximo Horario (QMH)

Es el volumen máximo requerido por un sistema de abastecimiento durante la hora de mayor consumo en un día, siendo necesario para analizar y diseñar la capacidad de las redes de distribución y sistemas de bombeo, asegurando que puedan satisfacer las demandas; en su estimación se considera un coeficiente de mayoración (el cual puede estar entre 2.00 a 2.30) al caudal medio horario (ver fórmula 5) (SENAGUA, 2016).

$$Q_{MH} = (2.00 \text{ a } 2.30) * Q_{med}$$

Fórmula 5. Caudal Máximo Horario.

Donde:

Q_{MH} = Caudal Máximo Horario (l/s).

Q_{med} = Caudal medio (l/s).

Parámetros Hidráulicos

Pérdidas de Carga

En los sistemas de tuberías, la presión disminuye debido a la fricción interna del fluido, la rugosidad de las paredes, los accesorios y las variaciones de diámetro en la conducción, para calcular estas pérdidas, la fórmula de Hazen-Williams es la más utilizada debido a su facilidad para obtener el valor de su coeficiente aunque no es tan precisa, ya que se adapta a las condiciones de los sistemas de agua a diferencia de otras ecuaciones más complejas (como Darcy-Weisbach) (ver fórmula 6) (Alegret y Martínez, 2019).

$$h = 10.674 * \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} * L$$

Fórmula 6. Pérdida de carga (Hazen Williams).

Donde:

h = Pérdida de carga (m).

Q = Caudal (m^3/h).

C = Coeficiente de Rugosidad (adimensional) (ver tabla 3).

D = Diámetro de la tubería (m).

L = Longitud de la tubería (m).

Tabla 3

Coefficiente de Hazen-Williams para diferentes materiales.

Tipo de Conducto	Coefficiente C
Acero Corrugado	60
Acero Galvanizado	125
Asbesto – Cemento	140
Cobre	130
PVC	140
Hormigón Liso	130
Hormigón Ordinario	120
Hierro fundido nuevo	130
Hierro fundido viejo	90

Fuente: Alegret y Martínez (2019).

Velocidad de Diseño

Para garantizar un flujo adecuado, las velocidades en las tuberías deben mantenerse en 1,50 m/s, lo que asegura un transporte eficiente del agua y reduce las pérdidas de energía por fricción; por otro lado, el límite mínimo recomendado es de 0,60 m/s, ya que velocidades inferiores favorecen la acumulación de sedimentos dentro de las tuberías (SENAGUA, 2016).

Diámetros de Diseño

Según SENAGUA (2016), en poblaciones mayores a mil habitantes los diámetros de tuberías deben ser comerciales, ajustándose al cálculo hidráulico; las redes malladas deben ubicarse en perímetros de 500 a 2000 metros, y en calles de más de 20 metros de ancho deben tener dos ramales, además, las bocas de incendio no deben tener diámetros menores a 50 mm y deben contar con roscas compatibles con las mangueras.

Presión de Diseño

Según SENAGUA (2016), las presiones en los nodos de las redes de distribución de agua no deben ser inferiores a 10 metros de columna de agua (mca), en las llaves públicas la presión mínima permitida es de 5 mca; además las presiones estáticas no deben exceder los 70 mca, mientras que las presiones dinámicas deben mantenerse por debajo de 50 mca (aplicar formula 7).

$$\mathbf{H} = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{v^2}{2g}$$

Fórmula 7. *Pérdida de carga Total.*

Donde:

H = Pérdida de carga Total (mca).

P/γ = Presión de carga (mca).

Z = Elevación de carga (mca).

$v^2/2g$ = Velocidad de carga (mca).

Comparación de Escenarios

La evaluación del desempeño operativo de un sistema de distribución de agua potable mediante el análisis comparativo de escenarios estáticos y extendidos, permiten identificar las fortalezas y limitaciones relacionadas con la optimización del suministro y la sostenibilidad del sistema, para ello en el análisis se consideran variables como caudal, presión y velocidad. En un análisis estático se obtiene una visión inmediata de la capacidad del sistema en un momento específico, permitiendo evaluar su estado bajo condiciones fijas; por otro lado, un análisis extendido incorpora dinámicas temporales, facilitando modelar el comportamiento del sistema ante variaciones en la demanda y su respuesta a posibles fallas, dando una perspectiva más amplia de su planificación y optimización (Escandón y Minchala, 2023).

Resultados y Discusiones

Propuesta de Distribución de Agua Potable

Población de Diseño

Se proyectó un sistema de agua potable para los sectores Cevallos, Los Cañonazos y Briones, pertenecientes a la parroquia San Pablo del cantón Portoviejo. Según el último censo realizado por INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS [INEC] (2022), en esta zona habitan aproximadamente 500 familias, con un promedio de 6 integrantes por familia, lo que representa una población estimada de 3000 personas.

Se proyectó una población futura utilizando el método geométrico, considerando un factor de crecimiento poblacional (r) de 1.50 para la región costera y un periodo de diseño de 20 años (según la tabla 1), resultando en una población estimada de aproximadamente 4041 habitantes; a los cuales se les garantizará una dotación diaria de 240 lt/hab/día (según la tabla 2).

Caudales de Diseño

Con la información se proyecta un caudal medio diario (Q_{med}) de 11.23 lt/seg, un caudal máximo diario (Q_{MD}) considerando un $k_{máx.día}$ de 1.50 de 16.84 lt/seg, y un caudal máximo horario (Q_{MH}) considerando un $k_{máx.hora}$ de 2.30 de 25.82 lt/seg.

Volumen de Almacenamiento

Se considera un volumen de almacenamiento equivalente al 30 % del caudal medio diario, aplicable a poblaciones menores de 5000 habitantes, estimando para la zona en estudio un volumen de 3.37 lt/seg (lo que equivale a $290.95 \text{ m}^3 \approx 300 \text{ m}^3$).

Curva de Consumo

Dado que no se dispone de un estudio previo sobre los consumos horarios diarios de la zona, se asume un consumo lineal equivalente al caudal medio diario (Q_{med}) de 11.23 lt/seg estimado mediante la dotación por habitante, la población futura y el coeficiente de mayoración.

El diseño del sistema de agua potable para los sectores Cevallos, Los Cañonazos y Briones en la parroquia San Pablo del cantón Portoviejo sigue metodologías comúnmente aplicadas en proyectos similares, donde para proyectar la población futura, se empleó un método geométrico, al igual que en el estudio de Cárdenas y Patiño (2010) sobre el sistema de agua potable en Tutucán, provincia del Azuay; y la dotación de 240 lt/hab/día es acorde con las recomendaciones para áreas rurales en Ecuador, según el SENAGUA (2016).

Los coeficientes de mayoración empleados ($k_{máx.día}$ de 1.50 y $k_{máx.hora}$ de 2.30) son consistentes con estudios previos, como en el diseño del sistema para la comunidad de Yumes, donde se aplicaron valores similares para garantizar el suministro en picos de demanda (Poveda y Vizueta, 2024). Además, el volumen de almacenamiento equivalente al 30% del caudal medio diario sigue prácticas recomendadas para poblaciones menores de 5,000 habitantes, asegurando reservas adecuadas ante variaciones en la demanda o interrupciones; finalmente, la adopción de una curva de consumo lineal equivalente al caudal medio diario (Q_{med}), en ausencia de estudios previos, es una aproximación válida según SENAGUA (2016).

Análisis de Escenarios

Se analizaron en el software WaterGems la propuesta del sistema de distribución de agua en un periodo extendido de 24 horas, donde se consideran tuberías de PVC con un coeficiente de Hazen-Williams (C) de 150 y diámetros que varían entre 50 mm y 200 mm, la fuente de abasto es un tanque elevado que se localiza en el sector Cevallos, a una cota de 165 msnm, con coordenadas X = 562165, Y = 9883992, con el trazado se considera nodos distribuidos entre cotas máximas de 151 msnm y mínimas de 77 msnm; en los sectores hay redes de distribución existentes que se extiende desde Cevallos hacia Cañonazos y Briones, con tuberías en diámetros de 200 mm, 110 mm y 90 mm (ver distribución en figura 2).

Figura 2

Localización de tuberías existentes.

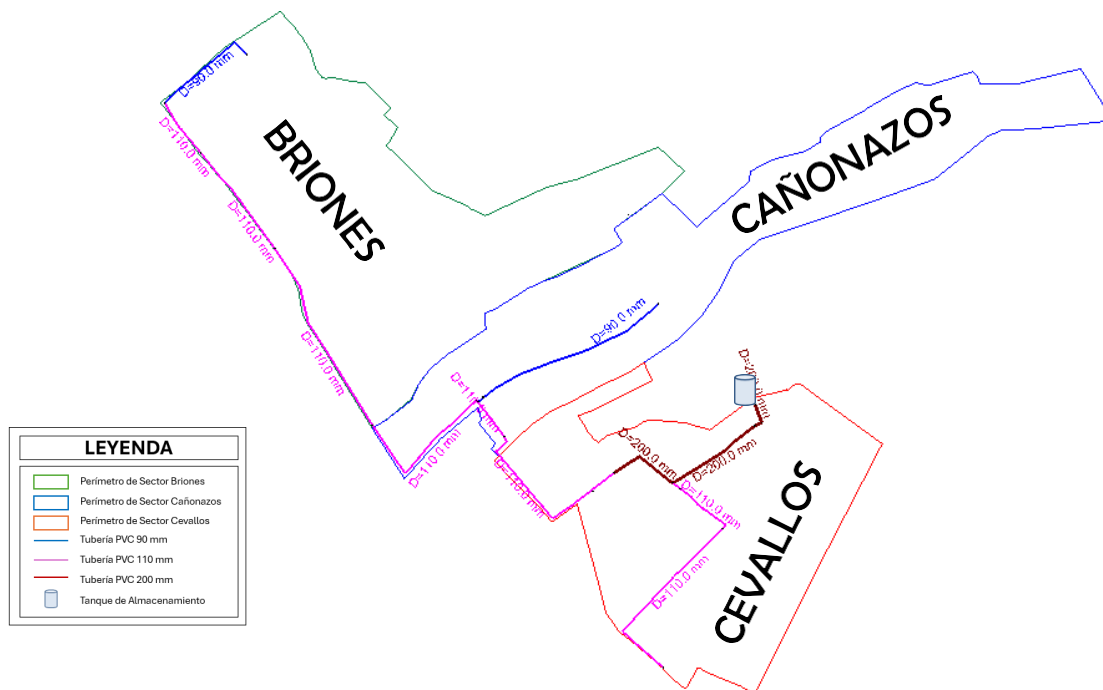
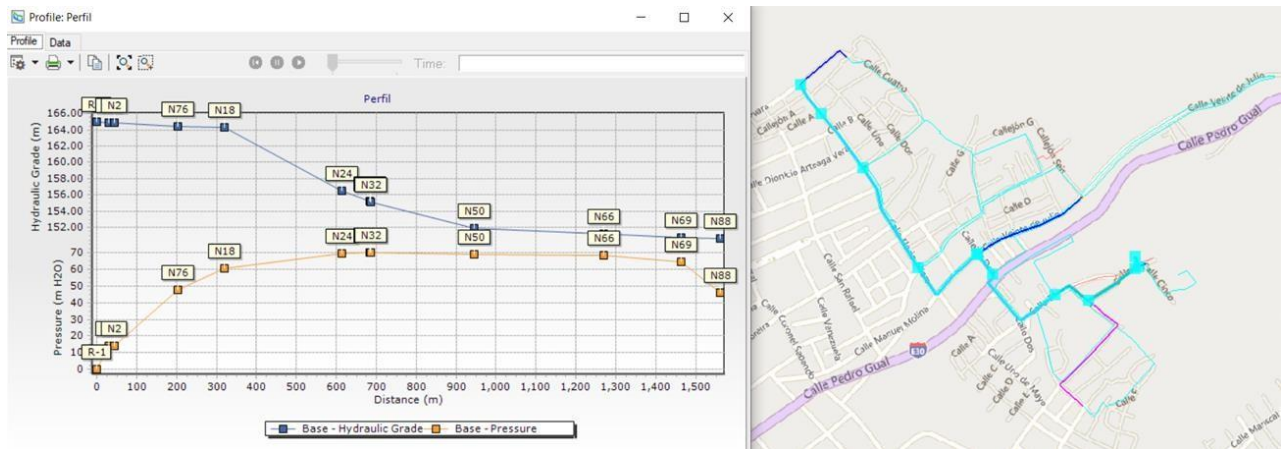


Figura 3

Perfil de tubería del tramo más largo de la red existente.



Los resultados obtenidos en el análisis de los proporcionan información clave para optimizar el diseño y operación del sistema de distribución de agua potable en la parroquia San Pablo.

Análisis de Escenario en Periodo Estático

Considerando las tuberías ya existentes en campo se genera una ampliación del sistema, donde en el sector Cevallos se emplean tuberías con diámetros de 75mm, 63mm y 50mm; mientras que en el sector Cañonazos se utilizan diámetros de 75mm y 63mm, y se considera una válvula reductora de presión en la cota 57 msnm; y en el sector Briones se incorporan tuberías con diámetros 90mm, 75mm, 63mm y 50mm, con una válvula reductora de presión en la cota 69 msnm.

Según los reportes de la simulación (ver figura 4) de las tuberías y nodos de aportación en periodo estático, presentados en las tablas 4 y 5 de la sección de anexos, el 33.64% del sistema presenta velocidades inferiores a 0.30 m/s, el 12.73% registra velocidades superiores a 1.50 m/s, y el 53.64% mantiene velocidades entre 0.30 m/s y 1.50 m/s; en cuanto a las presiones en los nodos, se observó una presión máxima de 70 mca y una mínima de 14 mca. Lo cual representa que en la

comunidad un porcentaje significativo presenta velocidades de flujo inferiores a 0.30 m/s, pudiendo afectar la eficiencia en el suministro, especialmente en áreas de alta demanda, y las velocidades excesivas pueden generar riesgos de daño en la infraestructura

Al comparar los resultados con los límites establecidos por Escandón y Minchala (2023), se observa que el 33.64% del sistema presenta velocidades inferiores a 0.30 m/s, incumpliendo la velocidad mínima para garantizar el autolavado de al menos 0.60 m/s, por otro lado, las presiones registradas varían entre 14 mca y 70 mca, cumpliendo con el rango adecuado establecido de 10 mca a 70 mca.

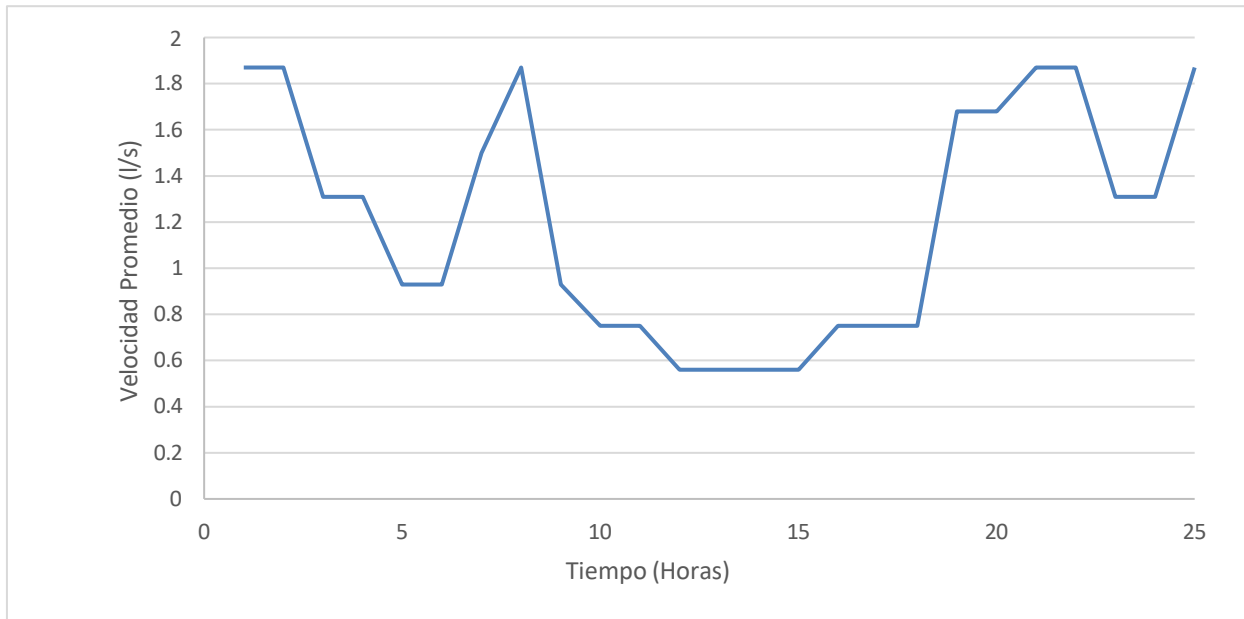
Análisis de Escenario en Periodo Extendido

El análisis del comportamiento de la red durante un periodo de 24 horas permitió observar variaciones significativas en las velocidades, presiones y caudales: la velocidad máxima registrada fue de 1.87 m/s (ver figura 5) durante varias horas del día (00:00, 01:00, 07:00, 20:00, 21:00 y 00:00), mientras que la mínima fue de 0.56 m/s (entre las 11:00 y las 14:00), reflejando una disminución progresiva durante las horas de baja demanda; el caudal máximo (ver figura 6) alcanzó 25.81 l/s a la medianoche, mientras que el mínimo fue de 0.82 l/s durante las 11:00 y las 14:00, siguiendo el patrón de consumo horario; la presión máxima (ver figura 7) estuvo entre 71 mca y 86 mca, ocurriendo la más alta durante las horas de menor demanda, especialmente entre las 11:00 y las 14:00, y la presión mínima fue de 14 mca. Durante los picos de consumo, las altas presiones pueden generar riesgos de fugas y daños en las tuberías, mientras que las bajas presiones en horas de baja demanda pueden comprometer el abastecimiento adecuado.

Las presiones se mantuvieron en un rango adecuado, pero las altas velocidades podrían generar pérdidas por fricción, se identificaron picos de consumo en la mañana (06:00-09:00) y la noche (18:00-21:00), con una reducción significativa del flujo en las horas centrales del día, estos resultados coinciden con los patrones de consumo de la investigación de Jordán (2019), quien identificó un pico nocturno más pronunciado entre las 22:00 y 24:00 horas, y un consumo matutino entre las 8:00 y 10:00 horas.

Figura 5

Velocidades máximas en la red durante el periodo extendido.

**Figura 6**

Presiones máximas en la red durante el periodo extendido.

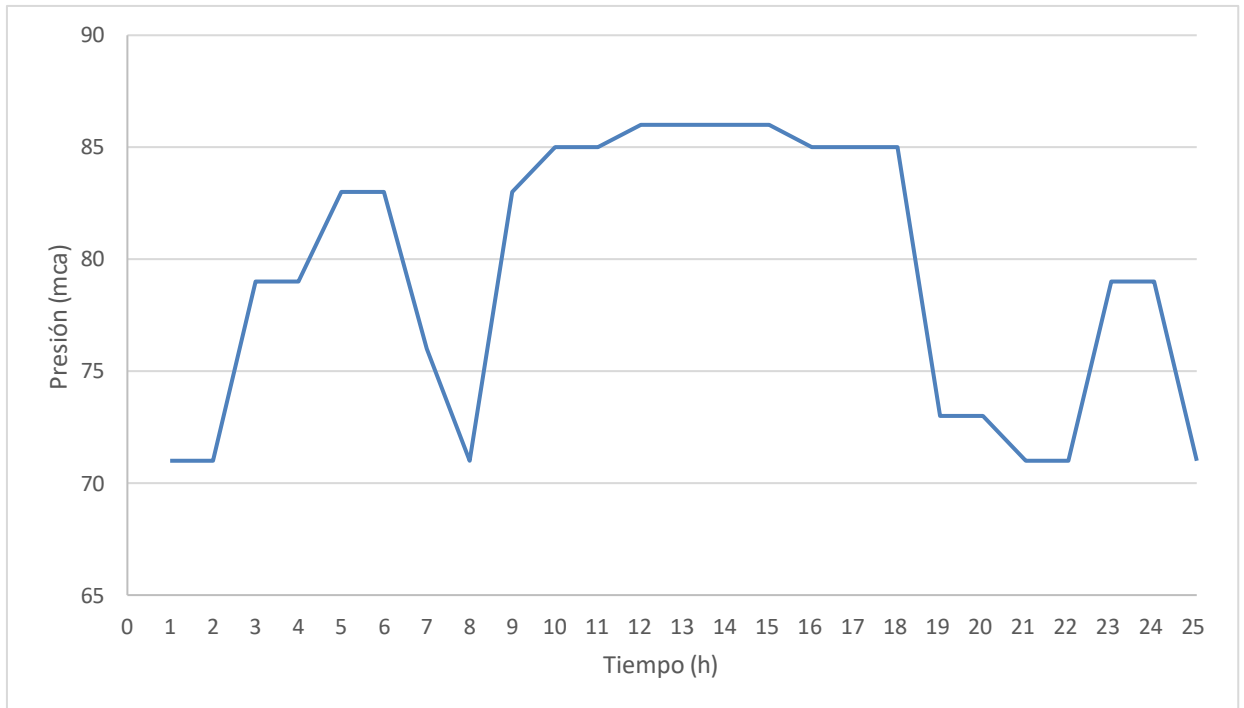
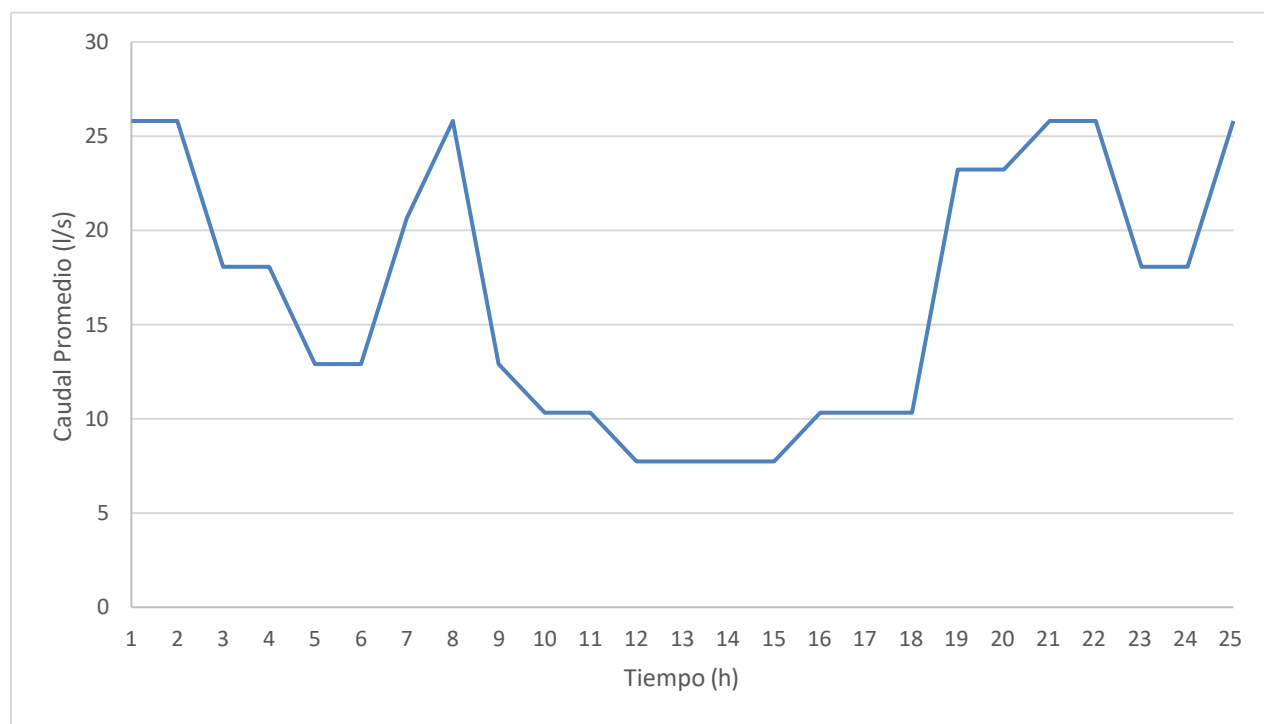


Figura 7

Caudales máximos en la red durante el periodo extendido.



La figura 8 muestra la variabilidad del caudal horario a lo largo de 24 horas, comparando el consumo máximo horario (CMH) de 11.23 l/s (línea roja) con el flujo horario (línea azul), en el cual se observan picos de demanda donde el caudal supera el CMD alcanzando un máximo de 27.5 l/s entre la 1:00 y 2:00; por otro lado, los valores mínimos cercanos a 8 l/s ocurren alrededor de las 10:00 y entre las 14:00 y 16:00.

Estos picos reflejan la alta demanda, lo que resalta la importancia de contar con un sistema eficiente para garantizar el suministro, donde en este contexto los períodos de baja demanda pueden aprovecharse para el almacenamiento en tanques reguladores, permitiendo optimizar los recursos y reducir la presión durante los picos de demanda, tal como señalan en su estudio Tzatchkov y Alcocer (2016).

Figura 8

Curvas de consumo máximo horario vs consumo medio diario tanque.



Desempeño operativo mediante análisis comparativo

Velocidades

Durante el escenario estático las velocidades en las tuberías son inferiores en un 33.64% a 0.30 m/s, incrementando el riesgo de sedimentación, y en un 12.73% son superiores a 1.50 m/s, generando mayores pérdidas por fricción, lo cual no refleja variaciones horarias, en contraste con el análisis durante el escenario extendido se observan velocidades mínimas de 0.56 m/s en horas de baja demanda y máximas de 1.87 m/s en momentos de alta demanda, permitiendo identificar los momentos críticos de operación; siendo esencial este análisis para ajustar la operación del sistema y reducir riesgos como la sedimentación o las pérdidas de energía.

Caudales

Respecto al caudal, el análisis en periodo estático considera un valor constante en las condiciones iniciales del diseño, limitando la evaluación de la capacidad del sistema ante fluctuaciones reales de consumo; por otro lado, durante el análisis en escenario extendido, los caudales oscilan entre 0.82 l/s y 25.81 l/s, con picos registrados durante la madrugada y la noche, además durante los períodos de alta demanda (06:00-09:00 y 18:00-21:00), los caudales superan los valores promedios de diseño, lo que puede ocasionar problemas de abastecimiento si no se cuenta con una capacidad de almacenamiento adecuada; el análisis extendido permite dimensionar mejor los volúmenes de almacenamiento y prever la capacidad de respuesta ante estos picos.

Presiones

Las presiones durante el periodo estático oscilan entre 14 mca y 70 mca, lo que cumple con los rangos operativos sugeridos, pero no considera el impacto de la variabilidad temporal, lo cual se analiza en el escenario en periodo extendido, mismas que incrementan considerablemente en las horas de baja demanda, alcanzando hasta 86 mca, incrementando el riesgo de fugas o fallas en las tuberías, en este escenario las presiones mínimas se mantienen en 14 mca, garantizando el suministro incluso en los momentos de alta demanda, la presión mínima es adecuada, pero los picos de presión requieren válvulas reductoras de presión y tanques reguladores para mitigarlos.

El escenario estático identifica riesgos asociados a velocidades extremas y presiones dentro de un marco estático, útil para diagnósticos iniciales pero insuficiente para prever comportamientos dinámicos; por otra parte el análisis extendido detecta picos de presión y velocidad que ocurren en horarios específicos, destacando la necesidad de medidas como válvulas reductoras de presión en las cotas 57 msnm y 69 msnm, así como de tanques reguladores para equilibrar los flujos y reducir el impacto de las fluctuaciones.

El análisis del sistema de distribución de agua utilizando WaterGems mediante escenarios en estado estático y extendido durante 24 horas permiten optimizar el diseño de redes hidráulicas, similar a lo realizado en el estudio de la parroquia Bayas, donde la evaluación de variables dinámicas como presión, velocidad y caudal, facilitaron la identificación de áreas problemáticas y la implementación de soluciones efectivas, como ajustes en los diámetros de las tuberías, el material utilizado y el diseño de la red, para mejorar el rendimiento hidráulico del sistema y garantizar una eficiente distribución del agua (Aguilar y Tenezaca, 2023; Adhav *et al.*, 2022).

Impacto en la eficiencia del sistema

El análisis de la simulación en periodo extendido resalta la necesidad de implementar tanques reguladores y válvulas reductoras de presión para equilibrar los flujos y mitigar los picos de presión, garantizando un suministro eficiente que prevenga daños en la infraestructura, adicional a esto permite una mejor planificación de las fluctuaciones en las demandas diarias, optimizando los tiempos de almacenamiento y distribución, permitiendo ajustar el diseño hidráulico a diámetros de tuberías que mejoran su rendimiento, con una disminución de las pérdidas por fricción y sedimentación.

Conclusiones

En los sectores Cevallos, Los Cañonazos y Briones, se debe considerar un caudal medio diario de 11.23 l/s con un volumen de almacenamiento de 300 m³, para abastecer de agua potable a la población actual y futura.

El desempeño operativo del sistema de distribución de agua potable mediante el análisis comparativo de escenarios estáticos y extendidos señalan que, durante el periodo estático más del 70% de la red operara dentro de rangos óptimos de velocidad (0.60 – 2.00 m/s) y presiones entre 14 mca y 70 mca; por otro lado durante el periodo extendido las velocidades se mantuvieron entre 0.56 m/s y 1.87 m/s, con caudales de 0.82 l/s a 25.81 l/s, con presiones que oscilaron entre 14 mca y 86 mca, destacándose picos de consumo en horarios específicos (06:00-09:00 y 18:00-21:00).

En el análisis comparativo de los escenarios se identificó que, aunque las presiones permanecen dentro de los rangos operativos (14-70 mca en escenario estático y hasta 86 mca en extendido), los picos de demanda registrados en el análisis extendido reflejan la necesidad de incorporar reguladores de presión y tanques de almacenamiento adicionales.

Recomendación

Colocar reguladores de presión en la bifurcación del sector Briones-Cevallos hacia el sector Cañonazos debido a las variaciones significativas de presión, los cuales deben instalarse el nodo de transición entre estos sectores, donde las presiones superan los 70 mca.

Debe implementarse durante las horas de menor consumo, entre las 11:00 y las 14:00." un sistema de almacenamiento y regulación que permita captar el excedente de agua disponible y abastecer los tanques elevados, lo cual se puede lograr mediante la automatización del sistema para aprovechar al máximo el volumen del tanque.

Bibliografía

- Adhav, N., Zerikunthe, V., Sasane, A., y Deshmukh, A. (2022). Analysis and Redesign of 24/7 Water Distribution Network using Watergem Software. Obtenido de International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), volumen 10: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.44100>
- Aguilar, F., y Tenezaca, M. (2023). Análisis de la eficiencia hidráulica de la red de distribución de agua potable de la parroquia Bayas perteneciente al cantón Azogues - Diagnóstico del sistema actual y propuesta de mejoras. Obtenido de Universidad de Cuenca, Ecuador: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/41990/1/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Alegret, E., y Martínez, Y. (2019). *Coefficiente de Hazen-Williams en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa*. Obtenido de Revista Scielo, Ingeniería Hidráulica y Ambiental, volumen 40: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000300041
- Amorocho, H., Zaag, V., y Susnik, J. (2023). *Access to Water-Related Services Strongly Modulates Human Development*. Obtenido de Revista Earth's Future , volumen 11: <https://doi.org/10.1029/2022EF003364>
- Arteaga, R., Norberto, P., y Gómez, S. (2020). *Planes de desarrollo y ordenamiento territorial. Estudio de caso Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Portoviejo*. Obtenido de Revista Electrónica Cooperativa Universidad Sociedad, volumen 5: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7765572>

Cáceres, S., y Chambilla, I. (2019). *Análisis de consumo de agua potable en el centro poblado de Salcedo, Puno*. Obtenido de Revista Scielo, volumen 19:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312019000100010

Caiza, Á. (2019). *Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Santa Rosa del cantón Ambato*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato,

Ecuador: <https://repositorio.uta.edu.ec/items/6fd7074f-9d57-48d7-a4db-7d107157c5ac>

Cardenas, D., y Patiño, F. (2010). *Estudio y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, cantón Paute, Provincia del Azuay*. Obtenido de Universidad de

Cuenca, Ecuador: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n.pdf>

Cárdenas, D., y Patiño, F. (2010). *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua, potable de la comunidad de Tutucán, cantón Paute, Provincia del Azuay*. Obtenido de Universidad de

Cuenca, Ecuador: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/cf21fe29-83f8-433a-af97-6f0431092bf3>

Cartaya, S., Zurita, S., y Montalvo, V. (2016). *Métodos de ajuste y homogenización de datos climáticos para determinar índice de humedad de Lang en la provincia de Manabí,*

Ecuador. Obtenido de Revista La Técnica, numero 16:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6087666.pdf>

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA [CONAGUA]. (2018). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable 12.*

Obtenido de: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro12.pdf>

- Díaz, J., y Pérez, R. (2018). Utilización de técnicas avanzadas en el tratamiento y manejo de datos, aplicación a la gestión de sistemas de abastecimiento de agua. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia, España:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8503/tesisUPV3311.pdf;jsessionid=26F7F1A70C19081A3EB52982DA56658D?sequence=1>
- Ekinci, O., y Konak, H. (2009). *Una estrategia de optimización para redes de distribución de agua*. Obtenido de Water Resources Management, volumen 23:
<https://doi.org/10.1007/S11269-008-9270-8>
- Escandón, I., y Minchala, C. (2023). Modelamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable del sector Cruz Verde II. Obtenido de Repositorio de Universidad del Azuay, Ecuador: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/13898/1/19421.pdf>
- Fragoso, L., Ruiz, J., Flores, Z., y Juárez, A. (2013). *Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México*. Obtenido de Revista Scielo, Ingeniería Hidráulica y Ambiental, volumen 34:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382013000100009
- García, J. (2021). *Actores de vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante el cambio climático en la parroquia San Pablo del cantón Portoviejo, para el año 2019*. Obtenido de Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador:
<https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/17539/2/TFLACSO-2021JMGA.pdf>

- Guevara, G., Verdesoto, A., y Castro, N. (2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*. Obtenido de Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento, volumen 4:
[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Guillen, C. (2021). *Aplicación del software WaterCAD en el modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Espite-Ayacucho – 2020*. Obtenido de Universidad César Vallejo, Colombia:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63927>
- Gutiérrez, E. (2006). *Diseño de un sistema de agua potable para una comunidad rural en el estado de Puebla, Capítulo 3*. Obtenido de Universidad de las Américas, Puebla:
https://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/deschamps_g_e/
- Hurtado, M., y Tacuri, C. (2018). *Actualizaciones de modelación hidráulica de los sistemas de distribución para el abastecimiento de agua potable de la parroquia de El Valle, en los sectores: Santa Teresita, Castilla Cruz, El Censo, Rayoloma, Paccha y Cochas*. Obtenido de Universidad del Azuay, Ecuador:
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8226/1/13949.pdf>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS [INEC]. (2022). *Censo Ecuador 2022*. Obtenido de: https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2023/10/2022_CPV_NACIONAL_DENSIDAD_POBLACIONAL.xlsx
- Jordán, A. (2019). *Caracterización de la curva de consumo diario de la red de agua potable del sector Atocha – Ficoa del cantón Ambato*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato,

- Ecuador: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/baad1570-1ff8-4c4a-b0de-385f15e10898/content>
- Kassab, A., Silva, C., Robles, P., Bendezu, G., Insfrán, A., y Benites, V. (2023). *Desigualdades espaciales y socioeconómicas en el acceso al agua potable en los hogares peruanos*. Obtenido de Revista Agua y Salud, volumen 21: <https://doi.org/10.2166/wh.2023.316>
- Lozano, W., y Córdoba, W. (2017). *Determinación de los factores de mayoración para el consumo de agua potable en el municipio de Sibaté con respecto a los definidos en la resolución número 0330 del 8 de junio de 2017*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/bd50c980-a575-4bb8-8b32-802507e2af41/content>
- Manrique, M., Quispe, J., Taco, A., y Flores, J. (2019). *Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica*. Obtenido de Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú: <https://www.redalyc.org/journal/290/29062051009/html/>
- Méndez, J., Barcia, M., Cornejo, A., y Valverde, P. (2023). *Evaluación del Desempeño de una Planta Potabilizadora en Ecuador: Redimensionamiento Hidráulico de las Unidades de Tratamiento*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador: <https://doi.org/10.3390/su15021235>
- Moreno, C., Rojas, D., y Saldarriaga, J. (2018). *Relación entre densidad poblacional y tipología de redes de distribución de agua potable*. Obtenido de Universidad de Los Andes, Buenos Aires: https://www.ina.gob.ar/congreso_hidraulica/resumenes/LADHI_2018_RE_160.pdf

Neftenov, N., y Stankovich, M. (2023). *Una nueva revolución azul para la inclusión, la igualdad y la diversidad: innovación para agua y saneamiento inclusivos en América Latina y el Caribe*. Obtenido de Banco Interandino de Desarrollo: <https://doi.org/10.18235/0005044>

Oelkers, E., Hering, M., y Zhu, C. (2011). *Agua: ¿Hay una crisis global?* Obtenido de Revista Element, volumen 7: <https://doi.org/10.2113/gselements.7.3.157>

PORTOAGUAS. (2023). *Construcción de una estación para agua potable, tanque de almacenamiento Sector Cevallos*. Obtenido de: <https://www.portoaguas.gob.ec>

Poveda, W., y Vizueta, M. (2024). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el recinto Yumes, cantón Palestina en la provincia del Guayas*. Obtenido de Universidad Salesiana del Ecuador: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27664>

PRIMICIAS. (2023). *600.000 manabitas no tienen acceso asegurado al agua potable*. Obtenido de <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/manabi-agua-potable-tuberia-distribucion/>

SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA [SENAGUA]. (2016). Código ecuatoriano de la construcción de parte IX. Obras sanitarias. Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Obtenido de: <https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/norma-co-10-7-602-poblacion-mayor-a-1000-habitantes.pdf>

Tzatchkov, V., y Alcocer, V. (2016). Modelación de la variación del consumo de agua potable con métodos estocásticos. Obtenido de Revista Scielo, Tecnología y Ciencias del Agua, volumen 3: <https://scielo.org.mx/pdf/tca/v7n3/2007-2422-tca-7-03-00115.pdf>

Anexos

Tabla 4

Reporte de redes de tubería en escenario de simulación estática.

Código	Nodo Inicio	Nodo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
TUB.1	R-1	N3	31	200	35.81	1.14
TUB.2	N3	N2	12	200	34.79	1.11
TUB.3	N3	N1	20	90	0.98	0.15
TUB.4	N1	N72	274	63	0.84	0.27
TUB.5	N2	N4	8	63	0.67	0.21
TUB.6	N4	N73	63	50	0.21	0.11
TUB.7	N4	N74	348	50	0.39	0.20
TUB.8	N7	N10	102	110	2.98	0.31
TUB.9	N10	N15	316	110	1.12	0.12
TUB.10	N15	N14	213	63	0.63	0.20
TUB.11	N13	N14	114	63	0.12	0.04
TUB.12	N12	N13	44	63	0.62	0.20
TUB.13	N11	N12	66	63	1.16	0.37
TUB.14	N10	N11	5	63	1.53	0.49
TUB.15	N7	N8	9	75	1.85	0.42
TUB.16	N8	N9	20	63	0.81	0.26
TUB.17	N9	N16	317	63	0.49	0.16
TUB.18	N16	N17	64	63	0.11	0.04
TUB.19	N8	N6	18	63	1.00	0.32
TUB.20	N6	N5	34	63	0.86	0.28
TUB.21	N5	N75	115	63	0.55	0.18
TUB.22	N75	N17	144	63	0.32	0.10
TUB.23	N2	N76	161	200	33.94	1.08
TUB.24	N76	N7	16	110	4.92	0.52
TUB.25	N76	N18	116	200	28.93	0.92
TUB.26	N18	N24	294	110	27.76	2.92
TUB.28	N19	N20	77	63	0.48	0.15
TUB.29	N20	N22	176	63	0.19	0.06
TUB.30	N23	N22	42	63	0.01	0.00
TUB.31	N21	N23	395	63	0.16	0.05
TUB.32	N19	N21	53	63	0.49	0.16
TUB.33	N18	N19	8	75	1.07	0.24
TUB.34	N24	N25	7	75	7.03	1.59
TUB.35	N25	N26	32	63	3.63	1.16

TUB.36	N26	N27	38	63	3.55	1.14
TUB.37	N27	N30	93	63	3.33	1.07
TUB.38	N29	N30	39	63	3.16	1.02
TUB.39	N28	N29	38	63	3.27	1.05
TUB.40	N25	N28	100	63	3.36	1.08
TUB.41	N24	N77	70	110	20.67	2.18
TUB.42	N77	N32	4	110	20.61	2.17
TUB.44	N35	N36	4	75	5.90	1.34
TUB.45	N36	N37	6	75	12.65	2.86
TUB.46	N37	N78	6	63	0.91	0.29
TUB.47	N78	N81	1306	63	0.48	0.16
TUB.48	N37	N81	4	63	11.66	3.74
TUB.49	N79	N36	3	75	6.75	1.53
TUB.50	N38	N79	152	63	2.48	0.80
TUB.51	N44	N38	216	63	2.73	0.88
TUB.52	N47	N44	81	63	2.91	0.93
TUB.53	N48	N47	91	63	3.05	0.98
TUB.54	N52	N48	101	63	3.18	1.02
TUB.55	N82	N52	121	63	3.32	1.07
TUB.56	N31	N82	86	63	3.49	1.12
TUB.57	N32	N31	8	75	8.74	1.98
TUB.58	N31	N33	59	63	5.11	1.64
TUB.59	N33	N34	207	63	5.00	1.61
TUB.60	N34	N79	70	63	4.32	1.38
TUB.61	N32	N50	258	110	11.86	1.25
TUB.62	N50	N66	325	110	4.50	0.47
TUB.63	N66	N69	193	110	4.45	0.47
TUB.64	N70	N71	23	63	3.31	1.06
TUB.65	N71	N61	238	63	2.44	0.78
TUB.66	N61	N62	34	63	1.65	0.53
TUB.67	N62	N60	83	63	2.14	0.69
TUB.68	N60	N59	27	63	1.83	0.59
TUB.69	N59	N58	29	63	1.63	0.52
TUB.70	N43	N42	45	63	1.06	0.34
TUB.71	N45	N43	53	63	3.22	1.03
TUB.72	N46	N45	48	63	3.38	1.09
TUB.73	N49	N46	95	63	3.80	1.22
TUB.74	N51	N49	67	63	4.01	1.29
TUB.75	N51	N53	59	63	3.26	1.05
TUB.76	N53	N54	40	63	3.11	1.00
TUB.77	N54	N55	40	63	2.96	0.95
TUB.78	N55	N56	71	63	2.65	0.85

TUB.79	N56	N57	47	63	2.41	0.77
TUB.80	N57	N64	72	63	2.05	0.66
TUB.81	N64	N65	5	75	0.06	0.01
TUB.83	N43	N41	88	63	2.03	0.65
TUB.84	N41	N40	65	63	1.59	0.51
TUB.85	N40	N39	22	63	1.32	0.42
TUB.86	N39	N83	64	63	1.23	0.39
TUB.87	N83	N84	89	50	2.30	1.17
TUB.88	N58	N87	37	63	1.52	0.49
TUB.89	N42	N87	95	63	0.52	0.17
TUB.90	N87	N86	119	63	1.71	0.55
TUB.91	N86	N85	21	63	1.49	0.48
TUB.92	N85	N83	100	63	1.32	0.42
TUB.93	N64	N63	15	63	1.95	0.63
TUB.94	N63	N67	49	63	1.73	0.56
TUB.95	N67	N68	49	63	1.33	0.43
TUB.96	N68	N62	95	63	0.69	0.22
TUB.97	N30	N80	217	63	6.05	1.94
TUB.98	N80	N35	3	63	5.93	1.90
TUB.99	N50	N51	5	75	7.35	1.66
TUB.100	N69	N88	99	110	3.80	0.40
TUB.101	N88	N70	176	90	3.61	0.57
TUB.82(1)	N65	PRV-28	3	75	0.00	0.00
TUB.82(2)	PRV-28	N66	3	75	0.00	0.00
TUB.43(1)	N77	PRV-32	10	90	0.00	0.00
TUB.43(2)	PRV-32	N35	321	90	0.00	0.00
TUB.-104	H-1	N81	6	63	-10	3.21
TUB.-106	H-4	N14	8	63	0	0
TUB.-107	N11	H-5	12	63	0	0
TUB.-108	N27	H-6	9	63	0	0
TUB.-109	N43	H-7	9	63	0	0
TUB.-110	N57	H-8	9	63	0	0
TUB.-111	N69	H-9	9	90	0	0
TUB.-113	N2	H-2	11	90	0	0

Tabla 5*Reporte de presiones en nodos de aportación en escenario estático.*

Código	Elevación (m)	Demanda (l/s)	Gradiente Hidráulico (m)	Presión (mca)
N1	151.02	164.83	0.1	14
N2	151.02	164.77	0.2	14
N3	151.02	164.83	0.0	14
N4	151.02	164.76	0.1	14
N5	122.69	163.85	0.3	41
N6	118.5	163.9	0.1	45
N7	116.88	163.96	0.1	47
N8	116.88	163.94	0.0	47
N9	109.57	163.91	0.3	54
N10	108.98	163.86	0.3	55
N11	108.98	163.84	0.4	55
N12	95	163.67	0.5	69
N13	96.58	163.64	0.5	67
N14	95	163.63	0.8	68
N15	95.57	163.81	0.5	68
N16	94.64	163.75	0.4	69
N17	93.98	163.74	0.4	70
N18	103.23	163.59	0.1	60
N19	103.23	163.58	0.1	60
N20	96.14	163.54	0.3	67
N21	95.11	163.55	0.3	68
N22	95.99	163.53	0.2	67
N23	95.26	163.53	0.2	68
N24	86.85	145.7	0.1	59
N25	86.85	145.48	0.1	59
N26	86.9	144.81	0.1	58
N27	86.9	144.03	0.2	57
N28	85.9	143.65	0.1	58
N29	85.9	142.98	0.1	57
N30	85.92	142.35	0.5	56
N31	84.82	142.71	0.1	58
N32	84.82	143.1	0.0	58
N33	85.87	140.34	0.1	54
N34	85.86	132.35	0.7	46
N35	85.23	130.3	0.0	45
N36	85.23	130.21	0.0	45
N37	85.23	129.7	0.1	44
N38	91.32	131.9	0.3	41
N39	90.77	133	0.1	42
N40	91.87	133.08	0.3	41
N41	88.35	133.38	0.4	45

N42	102.87	133.91	0.5	31
N43	87.8	134.01	0.1	46
N44	83.78	134.62	0.2	51
N45	83.7	134.9	0.2	51
N46	83.75	135.8	0.4	52
N47	83.8	135.76	0.1	52
N48	83.8	137.16	0.1	53
N49	83.8	137.99	0.2	54
N50	82.5	139.85	0.0	57
N51	82.5	139.69	0.1	57
N52	83.9	138.83	0.1	55
N53	82.5	138.67	0.2	56
N54	82.51	138.03	0.2	55
N55	82.77	137.44	0.3	55
N56	82.99	136.6	0.2	54
N57	82.95	136.13	0.4	53
N58	98.2	134.01	0.1	36
N59	98.17	134.15	0.2	36
N60	102.53	134.32	0.3	32
N61	115.66	135.14	0.8	19
N62	115	134.98	0.2	20
N63	77	135.49	0.2	58
N64	82.34	135.6	0.0	53
N65	82.34	135.6	0.1	53
N66	82.34	139.17	0.1	57
N67	93.95	135.23	0.4	41
N68	108.01	135.07	0.6	27
N69	86.22	138.78	0.6	52
N70	120.25	137.98	0.3	18
N71	120.78	137.56	0.9	17
N72	145	164.44	0.8	19
N73	151	164.74	0.2	14
N74	132.3	164.41	0.4	32
N75	94.29	163.78	0.2	69
N76	116.88	164	0.1	47
N77	84.82	143.24	0.1	58
N78	85.23	129.69	0.4	44
N79	85.23	130.3	0.1	45
N80	85.23	130.46	0.1	45
N81	85.23	129.03	2.2	44
N82	84.3	141.01	0.2	57
N83	98.62	132.82	0.3	34
N84	96.68	130.31	2.3	34
N85	112.14	133.15	0.2	21
N86	110.54	133.23	0.2	23
N87	102.87	133.85	0.3	31
N88	104.55	138.63	0.2	34

Tabla 6

Reporte de velocidades en escenario de simulación en periodo extendido.

Horas ->	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
TUB.-110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.43(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.43(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.82(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.82(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.81	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TUB.47	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03
TUB.18	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04
TUB.11	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04
TUB.31	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05
TUB.50	0.06	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.06	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.06	0.06	0.04	0.04	0.06
TUB.29	0.06	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.06	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.06	0.06	0.04	0.04	0.06
TUB.22	0.1	0.1	0.07	0.07	0.05	0.05	0.08	0.1	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.09	0.09	0.1	0.1	0.07	0.07	0.1
TUB.6	0.11	0.11	0.08	0.08	0.05	0.05	0.09	0.11	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.1	0.1	0.11	0.11	0.08	0.08	0.11
TUB.9	0.12	0.12	0.08	0.08	0.06	0.06	0.09	0.12	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.11	0.11	0.12	0.12	0.08	0.08	0.12
TUB.51	0.14	0.14	0.1	0.1	0.07	0.07	0.11	0.14	0.07	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.06	0.13	0.13	0.14	0.14	0.1	0.1	0.14
TUB.28	0.15	0.15	0.11	0.11	0.08	0.08	0.12	0.15	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.14	0.14	0.15	0.15	0.11	0.11	0.15
TUB.3	0.15	0.15	0.11	0.11	0.08	0.08	0.12	0.15	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.14	0.14	0.15	0.15	0.11	0.11	0.15
TUB.32	0.16	0.16	0.11	0.11	0.08	0.08	0.12	0.16	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.14	0.14	0.16	0.16	0.11	0.11	0.16
TUB.17	0.16	0.16	0.11	0.11	0.08	0.08	0.13	0.16	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.14	0.14	0.16	0.16	0.11	0.11	0.16
TUB.46	0.16	0.16	0.11	0.11	0.08	0.08	0.13	0.16	0.08	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.15	0.15	0.16	0.16	0.11	0.11	0.16
TUB.49	0.16	0.16	0.12	0.12	0.08	0.08	0.13	0.16	0.08	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.15	0.15	0.16	0.16	0.12	0.12	0.16
TUB.89	0.17	0.17	0.12	0.12	0.08	0.08	0.13	0.17	0.08	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.15	0.15	0.17	0.17	0.12	0.12	0.17
TUB.21	0.18	0.18	0.12	0.12	0.09	0.09	0.14	0.18	0.09	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.16	0.16	0.18	0.18	0.12	0.12	0.18
TUB.60	0.19	0.19	0.13	0.13	0.09	0.09	0.15	0.19	0.09	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.17	0.17	0.19	0.19	0.13	0.13	0.19
TUB.52	0.2	0.2	0.14	0.14	0.1	0.1	0.16	0.2	0.1	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.18	0.18	0.2	0.2	0.14	0.14	0.2
TUB.7	0.2	0.2	0.14	0.14	0.1	0.1	0.16	0.2	0.1	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.18	0.18	0.2	0.2	0.14	0.14	0.2
TUB.12	0.2	0.2	0.14	0.14	0.1	0.1	0.16	0.2	0.1	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.18	0.18	0.2	0.2	0.14	0.14	0.2
TUB.10	0.2	0.2	0.14	0.14	0.1	0.1	0.16	0.2	0.1	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.18	0.18	0.2	0.2	0.14	0.14	0.2
TUB.5	0.21	0.21	0.15	0.15	0.11	0.11	0.17	0.21	0.11	0.09	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06	0.09	0.09	0.09	0.19	0.19	0.21	0.21	0.15	0.15	0.21
TUB.96	0.22	0.22	0.15	0.15	0.11	0.11	0.18	0.22	0.11	0.09	0.09	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.09	0.09	0.2	0.2	0.22	0.22	0.15	0.15	0.22
TUB.53	0.24	0.24	0.17	0.17	0.12	0.12	0.19	0.24	0.12	0.1	0.1	0.07	0.07	0.07	0.07	0.1	0.1	0.1	0.22	0.22	0.24	0.24	0.17	0.17	0.24
TUB.33	0.24	0.24	0.17	0.17	0.12	0.12	0.19	0.24	0.12	0.1	0.1	0.07	0.07	0.07	0.07	0.1	0.1	0.1	0.22	0.22	0.24	0.24	0.17	0.17	0.24
TUB.16	0.26	0.26	0.18	0.18	0.13	0.13	0.21	0.26	0.13	0.1	0.1	0.08	0.08	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.23	0.23	0.26	0.26	0.18	0.18	0.26
TUB.4	0.27	0.27	0.19	0.19	0.13	0.13	0.22	0.27	0.13	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.24	0.24	0.27	0.27	0.19	0.19	0.27
TUB.20	0.28	0.28	0.19	0.19	0.14	0.14	0.22	0.28	0.14	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.25	0.25	0.28	0.28	0.19	0.19	0.28
TUB.54	0.28	0.28	0.2	0.2	0.14	0.14	0.23	0.28	0.14	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.25	0.25	0.28	0.28	0.2	0.2	0.28
TUB.8	0.31	0.31	0.22	0.22	0.16	0.16	0.25	0.31	0.16	0.13	0.13	0.09	0.09	0.09	0.09	0.13	0.13	0.13	0.28	0.28	0.31	0.31	0.22	0.22	0.31
TUB.19	0.32	0.32	0.23	0.23	0.16	0.16	0.26	0.32	0.16	0.13	0.13	0.1	0.1	0.1	0.1	0.13	0.13	0.13	0.29	0.29	0.32	0.32	0.23	0.23	0.32
TUB.55	0.33	0.33	0.23	0.23	0.16	0.16	0.26	0.33	0.16	0.13	0.13	0.1	0.1	0.1	0.1	0.13	0.13	0.13	0.29	0.29	0.33	0.33	0.23	0.23	0.33
TUB.70	0.34	0.34	0.24	0.24	0.17	0.17	0.27	0.34	0.17	0.14	0.14	0.1	0.1	0.1	0.1	0.14	0.14	0.14	0.31	0.31	0.34	0.34	0.24	0.24	0.34
TUB.13	0.37	0.37	0.26	0.26	0.19	0.19	0.3	0.37	0.19	0.15	0.15	0.11	0.11	0.11	0.11	0.15	0.15	0.15	0.34	0.34	0.37	0.37	0.26	0.26	0.37
TUB.56	0.38	0.38	0.27	0.27	0.19	0.19	0.31	0.38	0.19	0.15	0.15	0.11	0.11	0.11	0.11	0.15	0.15	0.15	0.34	0.34	0.38	0.38	0.27	0.27	0.38
TUB.38	0.39	0.39	0.27	0.27	0.2	0.2	0.31	0.39	0.2	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12	0.12	0.16	0.16	0.16	0.35	0.35	0.39	0.39	0.27	0.27	0.39
TUB.86	0.39	0.39	0.28	0.28	0.2	0.2	0.32	0.39	0.2	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12	0.12	0.16	0.16	0.16	0.36	0.36	0.39	0.39	0.28	0.28	0.39
TUB.100	0.4	0.4	0.28	0.28	0.2	0.2	0.32	0.4	0.2	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12	0.12	0.16	0.16	0.16	0.36	0.36	0.4	0.4	0.28	0.28	0.4
TUB.59	0.41	0.41	0.29	0.29	0.21	0.21	0.33	0.41	0.21	0.16	0.16	0.12	0.12	0.12	0.12	0.16	0.16	0.16</							

TUB.68	0.59	0.59	0.41	0.41	0.29	0.29	0.47	0.59	0.29	0.24	0.24	0.18	0.18	0.18	0.18	0.24	0.24	0.24	0.53	0.53	0.59	0.59	0.41	0.41	0.59
TUB.45	0.6	0.6	0.42	0.42	0.3	0.3	0.48	0.6	0.3	0.24	0.24	0.18	0.18	0.18	0.18	0.24	0.24	0.24	0.54	0.54	0.6	0.6	0.42	0.42	0.6
TUB.25	0.6	0.6	0.42	0.42	0.3	0.3	0.48	0.6	0.3	0.24	0.24	0.18	0.18	0.18	0.18	0.24	0.24	0.24	0.54	0.54	0.6	0.6	0.42	0.42	0.6
TUB.57	0.61	0.61	0.43	0.43	0.31	0.31	0.49	0.61	0.31	0.25	0.25	0.18	0.18	0.18	0.18	0.25	0.25	0.25	0.55	0.55	0.61	0.61	0.43	0.43	0.61
TUB.93	0.63	0.63	0.44	0.44	0.31	0.31	0.5	0.63	0.31	0.25	0.25	0.19	0.19	0.19	0.19	0.25	0.25	0.25	0.56	0.56	0.63	0.63	0.44	0.44	0.63
TUB.98	0.63	0.63	0.44	0.44	0.31	0.31	0.5	0.63	0.31	0.25	0.25	0.19	0.19	0.19	0.19	0.25	0.25	0.25	0.56	0.56	0.63	0.63	0.44	0.44	0.63
TUB.83	0.65	0.65	0.45	0.45	0.32	0.32	0.52	0.65	0.32	0.26	0.26	0.19	0.19	0.19	0.19	0.26	0.26	0.26	0.58	0.58	0.65	0.65	0.45	0.45	0.65
TUB.80	0.66	0.66	0.46	0.46	0.33	0.33	0.53	0.66	0.33	0.26	0.26	0.2	0.2	0.2	0.2	0.26	0.26	0.26	0.59	0.59	0.66	0.66	0.46	0.46	0.66
TUB.48	0.66	0.66	0.46	0.46	0.33	0.33	0.53	0.66	0.33	0.27	0.27	0.2	0.2	0.2	0.2	0.27	0.27	0.27	0.6	0.6	0.66	0.66	0.46	0.46	0.66
TUB.97	0.67	0.67	0.47	0.47	0.33	0.33	0.53	0.67	0.33	0.27	0.27	0.2	0.2	0.2	0.2	0.27	0.27	0.27	0.6	0.6	0.67	0.67	0.47	0.47	0.67
TUB.67	0.69	0.69	0.48	0.48	0.34	0.34	0.55	0.69	0.34	0.27	0.27	0.21	0.21	0.21	0.21	0.27	0.27	0.27	0.62	0.62	0.69	0.69	0.48	0.48	0.69
TUB.34	0.69	0.69	0.48	0.48	0.35	0.35	0.55	0.69	0.35	0.28	0.28	0.21	0.21	0.21	0.21	0.28	0.28	0.28	0.62	0.62	0.69	0.69	0.48	0.48	0.69
TUB.23	0.76	0.76	0.53	0.53	0.38	0.38	0.61	0.76	0.38	0.3	0.3	0.23	0.23	0.23	0.23	0.3	0.3	0.3	0.69	0.69	0.76	0.76	0.53	0.53	0.76
TUB.79	0.77	0.77	0.54	0.54	0.39	0.39	0.62	0.77	0.39	0.31	0.31	0.23	0.23	0.23	0.23	0.31	0.31	0.31	0.7	0.7	0.77	0.77	0.54	0.54	0.77
TUB.65	0.78	0.78	0.55	0.55	0.39	0.39	0.63	0.78	0.39	0.31	0.31	0.23	0.23	0.23	0.23	0.31	0.31	0.31	0.7	0.7	0.78	0.78	0.55	0.55	0.78
TUB.2	0.79	0.79	0.55	0.55	0.39	0.39	0.63	0.79	0.39	0.32	0.32	0.24	0.24	0.24	0.24	0.32	0.32	0.32	0.71	0.71	0.79	0.79	0.55	0.55	0.79
TUB.1	0.82	0.82	0.58	0.58	0.41	0.41	0.66	0.82	0.41	0.33	0.33	0.25	0.25	0.25	0.25	0.33	0.33	0.33	0.74	0.74	0.82	0.82	0.58	0.58	0.82
TUB.78	0.85	0.85	0.59	0.59	0.42	0.42	0.68	0.85	0.42	0.34	0.34	0.25	0.25	0.25	0.25	0.34	0.34	0.34	0.76	0.76	0.85	0.85	0.59	0.59	0.85
TUB.77	0.95	0.95	0.67	0.67	0.48	0.48	0.76	0.95	0.48	0.38	0.38	0.29	0.29	0.29	0.29	0.38	0.38	0.38	0.86	0.86	0.95	0.95	0.67	0.67	0.95
TUB.76	1	1	0.7	0.7	0.5	0.5	0.8	1	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.9	0.9	1	1	0.7	0.7	1
TUB.71	1.03	1.03	0.72	0.72	0.52	0.52	0.83	1.03	0.52	0.41	0.41	0.31	0.31	0.31	0.31	0.41	0.41	0.41	0.93	0.93	1.03	1.03	0.72	0.72	1.03
TUB.75	1.05	1.05	0.73	0.73	0.52	0.52	0.84	1.05	0.52	0.42	0.42	0.31	0.31	0.31	0.31	0.42	0.42	0.42	0.94	0.94	1.05	1.05	0.73	0.73	1.05
TUB.64	1.06	1.06	0.74	0.74	0.53	0.53	0.85	1.06	0.53	0.42	0.42	0.32	0.32	0.32	0.32	0.42	0.42	0.42	0.95	0.95	1.06	1.06	0.74	0.74	1.06
TUB.72	1.09	1.09	0.76	0.76	0.54	0.54	0.87	1.09	0.54	0.43	0.43	0.33	0.33	0.33	0.33	0.43	0.43	0.43	0.98	0.98	1.09	1.09	0.76	0.76	1.09
TUB.87	1.17	1.17	0.82	0.82	0.59	0.59	0.94	1.17	0.59	0.47	0.47	0.35	0.35	0.35	0.35	0.47	0.47	0.47	1.06	1.06	1.17	1.17	0.82	0.82	1.17
TUB.73	1.22	1.22	0.85	0.85	0.61	0.61	0.98	1.22	0.61	0.49	0.49	0.37	0.37	0.37	0.37	0.49	0.49	0.49	1.1	1.1	1.22	1.22	0.85	0.85	1.22
TUB.61	1.25	1.25	0.87	0.87	0.62	0.62	1	1.25	0.62	0.5	0.5	0.37	0.37	0.37	0.37	0.5	0.5	0.5	1.12	1.12	1.25	1.25	0.87	0.87	1.25
TUB.74	1.29	1.29	0.9	0.9	0.64	0.64	1.03	1.29	0.64	0.51	0.51	0.39	0.39	0.39	0.39	0.51	0.51	0.51	1.16	1.16	1.29	1.29	0.9	0.9	1.29
TUB.42	1.53	1.53	1.07	1.07	0.77	0.77	1.23	1.53	0.77	0.61	0.61	0.46	0.46	0.46	0.46	0.61	0.61	0.61	1.38	1.38	1.53	1.53	1.07	1.07	1.53
TUB.41	1.54	1.54	1.08	1.08	0.77	0.77	1.23	1.54	0.77	0.62	0.62	0.46	0.46	0.46	0.46	0.62	0.62	0.62	1.39	1.39	1.54	1.54	1.08	1.08	1.54
TUB.99	1.66	1.66	1.16	1.16	0.83	0.83	1.33	1.66	0.83	0.67	0.67	0.5	0.5	0.5	0.5	0.67	0.67	0.67	1.5	1.5	1.66	1.66	1.16	1.16	1.66
TUB.26	1.87	1.87	1.31	1.31	0.93	0.93	1.5	1.87	0.93	0.75	0.75	0.56	0.56	0.56	0.56	0.75	0.75	0.75	1.68	1.68	1.87	1.87	1.31	1.31	1.87
Promedio	0.4534	0.4534	0.3173	0.3173	0.2265	0.2265	0.3625	0.4534	0.2265	0.1816	0.1816	0.1364	0.1364	0.1364	0.1364	0.1816	0.1816	0.1816	0.408	0.408	0.4534	0.4534	0.3173	0.3173	0.4534

Tabla 7

Reporte de caudal en escenario de simulación en periodo extendido.

Horas ->	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
TUB.-110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.43(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.43(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.82(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.82(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.-108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUB.30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
TUB.81	0.06	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.05	0.06	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.06	0.06	0.04	0.04	0.06	
TUB.47	0.08	0.08	0.06	0.06	0.04	0.04	0.06	0.08	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.07	0.07	0.08	0.08	0.06	0.06	0.08	
TUB.18	0.11	0.11	0.08	0.08	0.06	0.06	0.09	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.1	0.11	0.11	0.08	0.08	
TUB.11	0.12	0.12	0.08	0.08	0.06	0.06	0.1	0.12	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.11	0.11	0.12	0.12	0.08	0.08	0.12	
TUB.31	0.16	0.16	0.11	0.11	0.08	0.08	0.13	0.16	0.08	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.15	0.15	0.16	0.16	0.11	0.11	0.16	
TUB.50	0.18	0.18	0.13	0.13	0.09	0.09	0.15	0.18	0.09	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.16	0.16	0.18	0.18	0.13	0.13	0.18	
TUB.29	0.19	0.19	0.13	0.13	0.1	0.1	0.15	0.19	0.1	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.17	0.17	0.19	0.19	0.13	0.13	0.19	
TUB.22	0.32	0.32	0.22	0.22	0.16	0.16	0.25	0.32	0.16	0.13	0.13	0.09	0.09	0.09	0.09	0.13	0.13									

TUB.20	0.86	0.86	0.6	0.6	0.43	0.43	0.69	0.86	0.43	0.34	0.34	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.34	0.34	0.34	0.78	0.78	0.86	0.86	0.6	0.6	0.86
TUB.54	0.88	0.88	0.61	0.61	0.44	0.44	0.7	0.88	0.44	0.35	0.35	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.35	0.35	0.35	0.79	0.79	0.88	0.88	0.61	0.61	0.88
TUB.8	2.98	2.98	2.08	2.08	1.49	1.49	2.38	2.98	1.49	1.19	1.19	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	1.19	1.19	1.19	2.68	2.68	2.98	2.98	2.08	2.08	2.98
TUB.19	1	1	0.7	0.7	0.5	0.5	0.8	1	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.9	0.9	1	1	0.7	0.7	1
TUB.55	1.02	1.02	0.71	0.71	0.51	0.51	0.82	1.02	0.51	0.41	0.41	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.41	0.41	0.41	0.92	0.92	1.02	1.02	0.71	0.71	1.02
TUB.70	1.06	1.06	0.74	0.74	0.53	0.53	0.85	1.06	0.53	0.42	0.42	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.42	0.42	0.42	0.95	0.95	1.06	1.06	0.74	0.74	1.06
TUB.13	1.16	1.16	0.81	0.81	0.58	0.58	0.93	1.16	0.58	0.47	0.47	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.47	0.47	0.47	1.05	1.05	1.16	1.16	0.81	0.81	1.16
TUB.56	1.19	1.19	0.84	0.84	0.6	0.6	0.96	1.19	0.6	0.48	0.48	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.48	0.48	0.48	1.07	1.07	1.19	1.19	0.84	0.84	1.19
TUB.38	1.22	1.22	0.85	0.85	0.61	0.61	0.98	1.22	0.61	0.49	0.49	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.49	0.49	0.49	1.1	1.1	1.22	1.22	0.85	0.85	1.22
TUB.86	1.23	1.23	0.86	0.86	0.62	0.62	0.98	1.23	0.62	0.49	0.49	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.49	0.49	0.49	1.11	1.11	1.23	1.23	0.86	0.86	1.23
TUB.100	3.8	3.8	2.66	2.66	1.9	1.9	3.04	3.8	1.9	1.52	1.52	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.52	1.52	1.52	3.42	3.42	3.8	3.8	2.66	2.66	3.8
TUB.59	1.28	1.28	0.9	0.9	0.64	0.64	1.02	1.28	0.64	0.51	0.51	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.51	0.51	0.51	1.15	1.15	1.28	1.28	0.9	0.9	1.28
TUB.37	1.3	1.3	0.91	0.91	0.65	0.65	1.04	1.3	0.65	0.52	0.52	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.52	0.52	0.52	1.17	1.17	1.3	1.3	0.91	0.91	1.3
TUB.15	1.85	1.85	1.29	1.29	0.92	0.92	1.48	1.85	0.92	0.74	0.74	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.74	0.74	0.74	1.66	1.66	1.85	1.85	1.29	1.29	1.85
TUB.85	1.32	1.32	0.92	0.92	0.66	0.66	1.06	1.32	0.66	0.53	0.53	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.53	0.53	0.53	1.19	1.19	1.32	1.32	0.92	0.92	1.32
TUB.92	1.32	1.32	0.93	0.93	0.66	0.66	1.06	1.32	0.66	0.53	0.53	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.53	0.53	0.53	1.19	1.19	1.32	1.32	0.93	0.93	1.32
TUB.39	1.33	1.33	0.93	0.93	0.66	0.66	1.06	1.33	0.66	0.53	0.53	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.53	0.53	0.53	1.19	1.19	1.33	1.33	0.93	0.93	1.33
TUB.95	1.33	1.33	0.93	0.93	0.66	0.66	1.06	1.33	0.66	0.53	0.53	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.53	0.53	0.53	1.2	1.2	1.33	1.33	0.93	0.93	1.33
TUB.44	1.92	1.92	1.35	1.35	0.96	0.96	1.54	1.92	0.96	0.77	0.77	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.77	0.77	0.77	1.73	1.73	1.92	1.92	1.35	1.35	1.92
TUB.58	1.38	1.38	0.97	0.97	0.69	0.69	1.11	1.38	0.69	0.55	0.55	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.55	0.55	0.55	1.24	1.24	1.38	1.38	0.97	0.97	1.38
TUB.40	1.41	1.41	0.99	0.99	0.71	0.71	1.13	1.41	0.71	0.57	0.57	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.57	0.57	0.57	1.27	1.27	1.41	1.41	0.99	0.99	1.41
TUB.63	4.45	4.45	3.11	3.11	2.22	2.22	3.56	4.45	2.22	1.78	1.78	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.78	1.78	1.78	4	4	4.45	4.45	3.11	3.11	4.45
TUB.62	4.5	4.5	3.15	3.15	2.25	2.25	3.6	4.5	2.25	1.8	1.8	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.8	1.8	1.8	4.05	4.05	4.5	4.5	3.15	3.15	4.5
TUB.91	1.49	1.49	1.04	1.04	0.74	0.74	1.19	1.49	0.74	0.6	0.6	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.6	0.6	0.6	1.34	1.34	1.49	1.49	1.04	1.04	1.49
TUB.88	1.52	1.52	1.06	1.06	0.76	0.76	1.21	1.52	0.76	0.61	0.61	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.61	0.61	0.61	1.37	1.37	1.52	1.52	1.06	1.06	1.52
TUB.36	1.52	1.52	1.06	1.06	0.76	0.76	1.22	1.52	0.76	0.61	0.61	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.61	0.61	0.61	1.37	1.37	1.52	1.52	1.06	1.06	1.52
TUB.14	1.53	1.53	1.07	1.07	0.77	0.77	1.23	1.53	0.77	0.61	0.61	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.61	0.61	0.61	1.38	1.38	1.53	1.53	1.07	1.07	1.53
TUB.84	1.59	1.59	1.11	1.11	0.79	0.79	1.27	1.59	0.79	0.63	0.63	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.63	0.63	0.63	1.43	1.43	1.59	1.59	1.11	1.11	1.59
TUB.35	1.59	1.59	1.12	1.12	0.8	0.8	1.28	1.59	0.8	0.64	0.64	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.64	0.64	0.64	1.44	1.44	1.59	1.59	1.12	1.12	1.59
TUB.24	4.92	4.92	3.44	3.44	2.46	2.46	3.94	4.92	2.46	1.97	1.97	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.97	1.97	1.97	4.43	4.43	4.92	4.92	3.44	3.44	4.92
TUB.69	1.63	1.63	1.14	1.14	0.81	0.81	1.3	1.63	0.81	0.65	0.65	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.65	0.65	0.65	1.47	1.47	1.63	1.63	1.14	1.14	1.63
TUB.66	1.65	1.65	1.16	1.16	0.83	0.83	1.32	1.65	0.83	0.66	0.66	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.66	0.66	0.66	1.49	1.49	1.65	1.65	1.16	1.16	1.65
TUB.90	1.71	1.71	1.19	1.19	0.85	0.85	1.37	1.71	0.85	0.68	0.68	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.68	0.68	0.68	1.54	1.54	1.71	1.71	1.19	1.19	1.71
TUB.94	1.73	1.73	1.21	1.21	0.87	0.87	1.39	1.73	0.87	0.69	0.69	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.69	0.69	0.69	1.56	1.56	1.73	1.73	1.21	1.21	1.73
TUB.101	3.61	3.61	2.53	2.53	1.8	1.8	2.89	3.61	1.8	1.44	1.44	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.44	1.44	1.44	3.25	3.25	3.61	3.61	2.53	2.53	3.61
TUB.68	1.83	1.83	1.28	1.28	0.92	0.92	1.47	1.83	0.92	0.73	0.73	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.73	0.73	0.73	1.65	1.65	1.83	1.83	1.28	1.28	1.83
TUB.45	2.65	2.65	1.86	1.86	1.33	1.33	2.12	2.65	1.33	1.06	1.06	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.06	1.06	1.06	2.39	2.39	2.65	2.65	1.86	1.86	2.65
TUB.25	18.93	18.93	13.25	13.25	9.46	9.46	15.14	18.93	9.46	7.57	7.57	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	5.68	7.57	7.57	7.57	17.03	17.03	18.93	18.93	13.25	13.25	18.93
TUB.57	2.71	2.71	1.9	1.9	1.36	1.36	2.17	2.71	1.36	1.08	1.08	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	1.08	1.08	1.08	2.44	2.44	2.71	2.71	1.9	1.9	2.71
TUB.93	1.95	1.95	1.37	1.37	0.98	0.98	1.56	1.95	0.98	0.78	0.78	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.78	0.78	0.78	1.76	1.76	1.95	1.95	1.37	1.37	1.95
TUB.98	1.95	1.95	1.37	1.37	0.98	0.98	1.56	1.95	0.98	0.78	0.78	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.78	0.78	0.78	1.76	1.76	1.95	1.95	1.37	1.37	1.95
TUB.83	2.03	2.03	1.42	1.42	1.01	1.01	1.62	2.03	1.01	0.81	0.81	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.81	0.81	0.81	1.82	1.82	2.03	2.03	1.42	1.42	2.03
TUB.80	2.05	2.05	1.44	1.44	1.03	1.03	1.64	2.05	1.03	0.82	0.82	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.82	0.82	0.82	1.85	1.85	2.05	2.05	1.44	1.44	2.05
TUB.48	2.07	2.07	1.45	1.45	1.03	1.03	1.65	2.07	1.03	0.83	0.83	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.83	0.83	0.83	1.86	1.86	2.07	2.07	1.45	1.45	2.07
TUB.97	2.08	2.08	1.45	1.45	1.04	1.04	1.66	2.08	1.04	0.83	0.83	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.83	0.83	0.83	1.87	1.87	2.08	2.08	1.45	1.45	2.08
TUB.67	2.14	2.14	1.5	1.5	1.07	1.07	1.71	2.1																					

Tabla 8

Reporte de presión en escenario de simulación en periodo extendido.

Horas->	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N4	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
N2	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
N1	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
N3	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
N73	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
N72	19	19	20	20	20	20	20	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	19	20	19
N74	32	32	32	32	32	32	32	32	32	33	33	33	33	33	33	33	33	33	32	32	32	32	32	32	32
N71	29	29	36	36	40	40	34	29	40	41	41	42	42	42	42	41	41	41	31	29	29	29	36	36	29
N70	30	30	37	37	41	41	35	30	41	42	42	42	43	43	43	42	42	42	32	32	30	30	37	37	30
N5	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
N61	31	31	40	40	44	44	37	31	44	46	46	47	47	47	47	46	46	46	35	35	31	31	40	40	31
N62	32	32	41	41	45	45	38	32	45	47	47	48	48	48	48	47	47	47	35	35	32	32	41	41	32
N6	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
N85	33	33	43	43	47	47	40	33	47	49	49	51	51	51	51	49	49	49	36	36	33	33	43	43	33
N8	47	47	48	48	48	48	48	47	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	47	47	48	47
N7	47	47	48	48	48	48	48	47	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	47	47	48	47
N76	47	47	48	48	48	48	48	47	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	47	47	48	47
N86	35	35	44	44	49	49	41	35	49	51	51	52	52	52	51	51	51	38	38	35	35	44	44	35	
N68	39	39	48	48	52	52	45	39	52	54	54	55	55	55	55	54	54	54	42	42	39	39	48	39	
N9	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
N11	55	55	56	56	56	56	55	55	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	55	55	55	55	56	56	55
N10	55	55	56	56	56	56	55	55	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	55	55	55	55	56	56	55
N88	46	46	53	53	56	56	51	46	56	58	58	59	59	59	59	59	59	58	58	49	49	46	46	53	46
N87	43	43	52	52	57	57	49	43	57	59	59	60	60	60	60	59	59	59	46	46	43	43	52	52	43
N42	43	43	52	52	57	57	49	43	57	59	59	60	60	60	60	59	59	59	46	46	43	43	52	52	43
N60	44	44	53	53	57	57	50	44	57	59	59	60	60	60	60	59	59	59	47	47	44	44	53	53	44
N83	46	46	56	56	61	61	53	46	61	63	63	64	64	64	64	63	63	63	50	50	46	46	56	56	46
N58	48	48	57	57	61	61	54	48	61	63	63	65	65	65	65	65	63	63	63	51	51	48	48	57	48
N19	61	61	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	62	62	62	61	61	61	61	61	61	61
N18	61	61	61	61	61	61	61	61	61	62	62	62	62	62	62	62	62	62	61	61	61	61	61	61	61
N59	48	48	57	57	61	61	54	48	61	63	63	65	65	65	65	63	63	63	51	51	48	48	57	48	
N84	46	46	56	56	62	62	53	46	62	64	64	66	66	66	66	64	64	64	50	50	46	46	56	56	46
N67	53	53	62	62	66	66	59	53	66	68	68	69	69	69	69	68	68	68	56	56	53	53	62	62	53
N40	53	53	63	63	67	67	60	53	67	69	69	71	71	71	71	71	69	69	69	57	57	53	53	63	53
N13	67	67	68	68	68	68	68	67	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	67	67	68	68	67
N20	68	68	68	68	69	69	68	68	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	68	68	68	68	68	68	68
N39	54	54	64	64	69	69	61	54	69	70	70	72	72	72	72	70	70	70	58	58	54	54	64	64	54
N22	68	68	68	68	69	69	68	68	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	68	68	68	68	68	68	68
N15	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
N23	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	70	70	70	70	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
N21	69	69	69	69	70	70	69	69	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	69	69	69	69	69	69	69
N14	69	69	69	69	70	70	69	69	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	69	69	69	69	69	69	69
N12	69	69	69	69	70	70	69	69	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	69	69	69	69	69	69	69
N16	69	69	70	70	70	70	70	69	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	69	69	70	70	69
N75	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
N38	63	63	68	68	71	71	66	63	71	72	72	72	72	72	72	72	72	65	65	63	63	68	68	63	
N17	70	70	70	70	71	71	70	70	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	70	70	70	70	70	70	70
N41	57	57	66	66	71	71	64	57	71	73	73	74	74	74	74	73	73	73	60	60	57	57	66	66	57
N43	58	58	67	67	72	72	64	58	72	74	74	75	75	75	75	74	74	74	61	61	58	58	67	67	58
N69	64	64	71	71	75	75	69	64	75	76	76	77	77	77	77	76	76	76	67	67	64	64	71	71	64
N27	69	69	73	73	75	75	72	69	75	76	76	77	77	77	77	76	76	76	71	71	69	69	73	73	69
N26	69	69	73	73	76	76	72	69	76	76	76	77	77	77	77	76	76	76	71	71	69	69	73	73	69
N25	69	69	74	74	76	76	72	69	76	76	76	77	77	77	77	76	76	76	71	71	69	69	74	74	69
N24	69	69	74	74	76	76	72	69	76	76	76	77	77	77	77	76	76	76	71	71	69	69	74	74	69
N34	68	68	73	73	76	76	72	68	76	77	77	78	78	78	78	77	77	77	70	70	68	68	73	73	68
N45	63	63	72	72	76	76	69	63	76	78	78	79	79	79	79	78	78	78	66	66	63	63	72	72	63
N33	69	69	74	74	76	76	72	69	76	77	77	78	78	78	78	77	77	77	71	71	69	69	74	74	69
N46	64	64	72	72	76	76	70	64	76	78	78	79	79	79	79	78	78	78	67	67	64	64	72	72	64
N30	70	70	74	74	76	76	73	70	76	77	77	78	78	78	78	77	77	77	71	71	70	70	74	74	70
N29	70	70	74	74	76	76	73	70	76	77	77	78	78	78	78	77	77	77	71	71	70	70	74	74	70
N28	70	70	74	74	76	76	73	70	76	77	77	78	78	78	78	77	77	77	72	72	70	70	74	74	70
N81	69	69	74	74	77	77	72	69	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	71	71	69	69	74	74	69
N78	69	69	74	74	77	77	72	69	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	71	71	69	69	74	74	69
N37	69	69	74	74	77	77	72	69	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	71	71	69	69	74	74	69
N36	69	69	74	74	77	77	72	69	77	78	78	78													