**de Usuario / Software**

**Herramienta para la Optimización de Redes de Distribución de Agua Potable.**

**Fecha:** 21/09/2019

**Versión:** 0.1

**Equipo de Desarrollo:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nombre** | **Rol** | **Contacto** |
| Gabriel Sanhueza Fuentes | Administrador, Analista, Diseñador, Implementador y Tester. | gsanhueza15@alumnos.utalca.cl |

**Contraparte:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nombre** | **Rol** | **Contacto** |
| Jimmy H. Gutiérrez-Bahamondes | Cliente/Profesor guía |  |
| Daniel Mora-Meliá | Cliente/Profesor co-guía |  |

# Historia del Documento

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Versión** | **Fecha** | **Razón del Cambio** | **Autor(es)** |
| 0.1 | 07/09/2019 | Primer borrador |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**Índice**

[Historia del Documento ii](#_Toc20103281)

[1 Introducción 1](#_Toc20103282)

[1.1 Propósito del Sistema 1](#_Toc20103283)

[1.2 Alcance del Proyecto 1](#_Toc20103284)

[1.3 Contexto 1](#_Toc20103285)

[1.4 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas 2](#_Toc20103286)

[1.5 Referencias 2](#_Toc20103287)

[2 Descripción General 3](#_Toc20103288)

[2.1 Características de los Usuarios 3](#_Toc20103289)

[2.2 Ambiente Operacional de la Solución 3](#_Toc20103290)

[2.3 Relación con Otros Proyectos 3](#_Toc20103291)

[2.4 Restricciones Generales 3](#_Toc20103292)

[3 Requisitos del Sistema 4](#_Toc20103293)

[3.1 Requisitos de Usuario 4](#_Toc20103294)

[3.2 Requisitos de Sistema 6](#_Toc20103295)

[3.3 Matriz de Trazado Requisitos de Usuario vs. Requisitos de Software 7](#_Toc20103296)

[4 Pruebas de Sistema 8](#_Toc20103297)

[4.1 Pruebas de Usuario 8](#_Toc20103298)

[4.2 Matriz de Trazado Requisitos de Usuario vs. Pruebas 8](#_Toc20103299)

# Introducción

El proyecto que se desarrollara consiste en la creación de una herramienta que haga uso de algoritmos metaheurísticos para tratar y minimizar problemas existentes en redes de distribución de agua potable.

Este proyecto solo abarcara dos problemas existentes dentro de las redes de distribución de redes de agua potable.

Para el desarrollo de este proyecto se usarán librerías ya existentes con el fin de reducir el tiempo de desarrollo. Estas librerías son epanet2.dll, desarrollada en c, y JNA, librería en java para funciones nativas.

## Propósito del Sistema

El proyecto consiste en el desarrollo de un sistema que permita simular y buscar soluciones a problemas presentes en las redes de distribución de agua potable haciendo uso de algoritmos metaheurísticos.

## Alcance del Proyecto

Al final del periodo de desarrollo la herramienta contara con las siguientes prestaciones.

* El sistema permitirá la carga y la visualización de la red gráficamente.
* El sistema solo resolverá dos clases de problemas de optimización, uno mono-objetivo y el otro multiobjetivo. El problema mono-objetivo será el de los costos de inversión. En cuanto al problema multiobjetivo, este será el de los costos energéticos y el número de encendidos y apagado de las bombas.
* El sistema únicamente contara con dos algoritmos implementados los cuales serán el algoritmo genético y NSGA-II. El algoritmo genético será el usado para tratar el problema mono-objetivo, mientras que NSGA-II será aplicado al multiobjetivo.

Este proyecto no contempla la creación de la red por lo que estas deberán ser ingresadas como entradas al programa. Además, esta herramienta únicamente podrá ser ocupada en equipos cuyo sistema operativo sea Windows debido a que se realizan llamadas a librerías nativas.

## Contexto

Este sistema será desarrollado utilizando el lenguaje de programación java. Debido a que este es un lenguaje ampliamente utilizado y que cuenta con un gran soporte y comunidad que lo utilizan.

Como motor de cálculo para llevar a cabo las simulaciones se utilizará una librería desarrollada en c, que cuenta con funciones para llevar a cabo simulaciones de redes de agua potable. El nombre de esta librería es epanet2.dll

Desde lenguaje se realizarán llamadas a librerías nativas usando la librería JNA existente en java. Esta librería cuenta con las clases y métodos necesarios para poder acoplar este sistema a la librería epanet2.dll desarrollada en c y que será usada como motor de calculo para llevar a cabo las simulaciones.

El contexto en el que se desenvolverá este sistema será en ambientes universitario, de investigación y en el ambiente laboral.

En el ambiente universitario se espera dar a los estudiantes de ingeniería en obras civiles una herramienta que les permita tomar decisiones en el diseño y operación de problemas que se les presenten.

En cuanto al ambiente de investigación, este proyecto esta pensado de manera tal que sea escalable permitiendo así la implementación de nuevos algoritmos y problemas para resolver.

Finalmente, en el ambiente laboral se espera que esta herramienta sea de utilidad para los profesionales al momento de tomar decisiones referentes al diseño u operación de las redes de distribución de agua potable.

## Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

NSGA-II: Non-dominated Sorting Genetic Algorithm

## Referencias

EPANET

JMETAL

JNA

[Enumere la documentación y bibliografía utilizada como apoyo para construir este documento. Coloque fechas y versiones de documentos cuando corresponda. Por ejemplo:

1. ESA Software Engineering Standards”. PSS-05-0 Issue 2. ESA Board for Software Standardization and Control (BSSC) - European Space Agency. (1991). URL: www.ess.co.at/ECOSIM/ESA.txt.
2. URD (User Requirement Document) 3.1.
3. SRD (Software Requirement Document) 2.0.]

# Descripción General

En esta sección se describirán las características de los usuarios que harán uso del sistema. Además, se mencionará el ambiente operacional de la solución y la relación que este proyecto tiene con otros proyectos. Finalmente, también se mencionará las restricciones generales que existe en la realización de esta herramienta.

## Características de los Usuarios

Este sistema solo cuenta con un tipo de usuario el cual tendrá acceso a todas las funcionalidades. Se espera que el usuario que este sistema sean ingenieros, investigadores u personas cuenten con el conocimiento básico acerca de redes de distribución de agua potable.

## Ambiente Operacional de la Solución

El ambiente operacional en que el sistema desarrollado es el siguiente:

* Intel(R) Core(TM) i7-7700HQ CPU @ 2.80Ghz 2.8Ghz
* RAM 16GB DDR4
* HDD 7200rpm 1T
* SSD 256GB PCIe NVME M.2
* Windows 10 x64
* NVIDIA GeForce GTX 1050

## Relación con Otros Proyectos

El sistema depende de la librería nativa epanet2\_64bit.dll, ya que usara esta librería como motor de cálculo. La librería cuenta con 54 funciones dentro de las cuales se encuentran funciones para correr las simulaciones, modificar y obtener configuraciones de la red, modificar los elementos que conforman la red y generar reportes.

Las llamadas desde java a la librería nativa serán realizadas a través de la librería JNA.

## Restricciones Generales

* La red será ingresada como entrada al programa a través de un archivo .inp.
* La herramienta solo estará disponible para el sistema operativo Window.

# Requisitos del Sistema

En esta sección se presentan los requisitos que pueden están sujetos a posibles cambios en las siguientes iteraciones.

## Requisitos de Usuario

A continuación, se presentarán los requisitos de usuarios que han sido obtenidos para el desarrollo de este proyecto

|  |  |
| --- | --- |
| RU001 – Cargar una red | |
| **Descripción :** La red que es representada por el archivo .inp debe ser cargada en el programa para poder llevar a cabo la simulación. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** | Intransable |
| **Fecha actualización :** | 09/09/2019 – 12:14 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 1 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RU002 – Aplicar algoritmo genético al problema mono objetivo | |
| **Descripción :** El algoritmo genético debe ser aplicado para resolver el problema mono objetivo que tiene como función objetivo el costo de inversión y como variable de decisión el diámetro de las tuberías. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** | Critica |
| **Estabilidad :** | Intransable |
| **Fecha actualización :** | 09/09/2019 – 12:14 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 2 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RU003 – Aplicar algoritmo NSGA-II al problema multiobjetivo | |
| **Descripción :** El algoritmo NSGA-II debe ser aplicado al problema multiobjetivo cuyas funciones a optimizar son los costos energéticos y el número de encendido y apagado de las bombas (Pumping Schedule) | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** | Critica |
| **Estabilidad :** | Intransable |
| **Fecha actualización :** | 09/09/2019 – 12:14 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 3 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RU004 – Agregar múltiples operadores para utilizar con el algoritmo genético | |
| **Descripción :** Se deben agregar distintos operadores de cruza y de mutación para aplicarlos en el algoritmo genético. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** | Intransable |
| **Fecha actualización :** | 09/09/2019 – 12:14 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 2 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RU005 – Agregar múltiples operadores para utilizar con el algoritmo NSGA-II | |
| **Descripción :** Se deben agregar distintos operadores de cruza y de mutación para aplicarlos en el algoritmo NSGA-II. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** | Intransable |
| **Fecha actualización :** | 09/09/2019 – 12:14 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 3 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RU006 – Agregar la funcionalidad de la DLL Epanet | |
| **Descripción :** Epanet DLL es una librería programada en C, la cual debe ser usada para realizar las simulaciones de las redes de distribución de agua potable en este proyecto. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** | Intransable |
| **Fecha actualización :** | 09/09/2019 – 12:14 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 3 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RU007 – Visualizar red en una interfaz grafica | |
| **Descripción :** La red cargada desde un archivo .inp ser mostrada en la interfaz gráfica de la aplicación. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** |  |
| **Fecha actualización :** | 09/09/2019 – 12:14 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 4 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RU008 – Almacenar los resultados de los algoritmos aplicados | |
| **Descripción :** Los resultados generados por la ejecución de los algoritmos deben poder ser guardados en un archivo local. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** |  |
| **Fecha actualización :** | 09/09/2019 – 12:14 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 4 |
| **Tipo :** | Funcional |

## Requisitos de Sistema

En esta sección se presentarán los requisitos de sistema obtenido a partir de los requisitos de usuarios.

|  |  |
| --- | --- |
| RS001 – Cargar red dentro del programa | |
| **Descripción :** Cargar red dentro del programa a ser desarrollado. Además, debe guardarse una referencia a la ubicación del archivo para acceder a travez de la dll de Epanet. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** |  |
| **Fecha actualización :** | 09/09/2019 – 12:14 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 1 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RS002 – Implementar algoritmo genético | |
| **Descripción :** Implementar el algoritmo genético. La versión del algoritmo genético a ser implementado consiste en el algoritmo genético generacional. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** |  |
| **Fecha actualización :** | 09/09/2019 – 12:14 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 2 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RS004 – Implementar el operador IntegerSBXCrossover | |
| **Descripción :** El operador IntegerSBXCrossover es el operador de cruzamiento usado por el algoritmo genético. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** |  |
| **Fecha actualización :** | 01/10/2019 – 15:00 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 2 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RS005 – Implementar el operador IntegerPolynomialMutation | |
| **Descripción :** El operador IntegerPolynomialMutation es un operador usado por el algoritmo genético. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** |  |
| **Fecha actualización :** | 01/10/2019 – 15:00 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 2 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RS006 – Evaluar soluciones al problema monoobjetivo usando Epanet | |
| **Descripción :** Las soluciones generadas por el algoritmo genético deben ser evaluadas para ver si cumple con la presión mínima en cada nodo. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** |  |
| **Fecha actualización :** | 01/10/2019 – 15:00 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 2 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RS007 – Implementar NSGA-II | |
| **Descripción :** Implementar el algoritmo NSGA-II. El cual es usado para tratar con problemas multiobjetivo. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** |  |
| **Fecha actualización :** | 09/09/2019 – 12:14 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 2 |
| **Tipo :** | Funcional |

|  |  |
| --- | --- |
| RS007 – Evaluar soluciones al problema multiobjetivo usando Epanet. | |
| **Descripción :** Los resultados generados por el algoritmo deben ser evaluados para medir su factibilidad. | |
| **Fuente :** | Jimmy Gutiérrez |
| **Prioridad :** |  |
| **Estabilidad :** |  |
| **Fecha actualización :** | 01/10/2019 – 15:00 |
| **Estado :** | No\_Cumple |
| **Incremento :** | 2 |
| **Tipo :** | Funcional |

## Matriz de Trazado Requisitos de Usuario vs. Requisitos de Software

La matriz de trazabilidad de los requisitos de usuario y de sistema que se presenta a continuación permite ver la relación y dependencia que un requisito de sistema tiene con los requisitos de usuario.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | RU001 | RU002 | RU003 | RU004 | RU005 | RU006 | RU007 |
| RS001 |  |  |  |  |  |  |  |
| RS002 |  |  |  |  |  |  |  |
| RS003 |  |  |  |  |  |  |  |
| RS004 |  |  |  |  |  |  |  |
| RS005 |  |  |  |  |  |  |  |
| RS006 |  |  |  |  |  |  |  |
| RS007 |  |  |  |  |  |  |  |

# Pruebas de Sistema

## Pruebas de Usuario

En esta sección se especificarán las pruebas que se harán sobre el sistema, para determinar que se cumplen los requisitos de usuario. Una prueba puede dar lugar a muchos casos de prueba.

## Matriz de Trazado Requisitos de Usuario vs. Pruebas

Tabla 1: Matriz de requisitos de usuario versus las pruebas

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| RU1 | x |  |  |  |  |  |  |  |  | X |
| RU2 |  |  | x |  | X |  |  |  | x |  |
| RU3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RU4 |  |  |  |  | x |  |  |  |  |  |

## 