## Simulador de precipitaciOn y consumo de agua

**Esteban Asla –** [**esteban.asla@hotmail.com**](mailto:esteban.asla@hotmail.com)

**Leonardo S. López –** [**leoslopez@hotmail.com**](mailto:leoslopez@hotmail.com)

**Facultad de Cs Exactas-Universidad Nacional del Centro de la Pcia. De Bs As (UNICEN)**

**RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es desarrollar un software que permita simular y estimar precipitaciones y consumos de agua a través de la aplicación de Simulación Montecarlo (precipitaciones) y Lógica Difusa (estimación de consumo).

Para automatizar esta estimación, simulando datos de lluvias, basados en registros de precipitaciones existentes para una determinada zona, que posteriormente serán interpretados (junto con otras variables) por un sistema de inferencia de lógica difusa para obtener distintos valores de consumo.

Se hizo hincapié en la posibilidad de ingresar registros de precipitaciones de manera dinámica y así poder estimar y analizar precipitaciones de distintos periodos y zonas geográficas.

El objetivo de este trabajo es llevar a cabo un software informático que permita estimar el consumo de agua para un cierto número de personas a través de un proceso de captación de agua de lluvia.

Los sucesos de lluvia son simulados por el sistema, basándose en datos estadísticos que son ingresados al mismo, y dado el número de personas, la superficie de captación y el volumen del recipiente contenedor de agua se realiza el cálculo para determinar el correspondiente consumo.

**INTRODUCCION**

El trabajo inicia a partir del caso de estudio analizado por el Ing. Rubén para su tesis de grado: ...

En dicho caso de estudio se encuentra involucrada la ciudad de Trenque Lauquen, la cual cuenta con una media de lluvia de 845 mm anuales.

Dicha informe de tesis trató el aprovechamiento de agua de lluvia para consumo humano e higiene personal donde no hay servicio de agua potable y las napas no contienen agua apta para el consumo humano.

El problema que planteaba resolver era encontrar la combinación optima entre la superficie del sistema de captación de agua de lluvia y el volumen del sistema de almacenamiento que permita que las personas dependientes del sistema no sufran faltantes de agua durante el periodo de análisis.

Para ello se realizó un análisis estadístico de las lluvias históricas en la ciudad de Trenque Lauquen, Prov. de Buenos Aires. Seguidamente se hizo una simulación Monte Carlo para los siguientes 10 años y se probaron distintas combinaciones de superficie de captación y volumen de almacenamiento para conocer cuáles eran las combinaciones que permitían que no hubiese faltantes de agua.

Este proceso fue realizado utilizando hojas de cálculo y funciones con el software Microsoft Excel.

Inmersos en el contexto aquí descripto, el actual trabajo pretende automatizar con un software la simulación de precipitaciones a través del Método de Simulación Montecarlo y la estimación del consumo de agua, por medio de su recolección, utilizando el Método de Lógica Difusa.

Uno de los puntos en los cuales se hizo hincapié para llevar a cabo la automatización de proceso antes citado, fue la incorporación de una mecanismo de simulación basado en datos dinámicos de precipitaciones, obtenidos de una archivo en formato estándar (XML) que puede contener información de diferentes periodos y de distintas zonas.

Otra de las características principales fue la incorporación de un sistema de inferencia de Logica Difusa implementada por una librería de código abierto para c#. En este punto, el software desarrollado, permite a través de una ampliación relativamente simple, modificar los elementos de sistema de inferencia mencionado.

Además de brindar estas ventajas, permite visualizar los datos de manera simple y permite también la exportación de los resultados a formato Excel.

**DESARROLLO**

El lenguaje de programación elegido fue [c#](http://es.wikipedia.org/wiki/C_Sharp), utilizando la tecnología [Windows Presentation Foundation (WPF)](http://es.wikipedia.org/wiki/Windows_Presentation_Foundation) de .NET. Las librerías utilizadas fueron [AForge.NET](http://www.aforgenet.com/) para el sistema de Logica Difusa y [NPOI](http://npoi.codeplex.com/) para la generación de informes en Excel. Adicionalmente se usó [WFP Toolkit](http://wpf.codeplex.com/releases/view/40535) para mostrar las resultados.

Luego de esta introducción técnica, podemos dividir el trabajo en dos partes principales, la simulación de las precipitaciones con el método Montecarlo y la estimación de resultados a partir de Lógica Difusa.

**METODO DE SIMULACION MONTECARLO**

Para llevar a cabo el método de simulación se tomó en cuenta

**SISTEMA DE INFERENCIA DE LÓGICA DIFUSA**

¿Por qué Lógica Difusa? Pongámonos en situación, estas conduciendo por la típica vía con múltiples carriles, en la cual hay un límite de velocidad establecido de 70 por hora y no se encuentran semáforos más que cada kilómetro. Lo más normal y seguro en esta situación es conducir siguiendo el tráfico, es decir siguiendo el ritmo que se marca de forma conjunta entre todos los vehículos, esto situara la velocidad media probablemente algo más que el limite (78-80 km/h). Definir lo que se seguir el tráfico es algo bastante difuso ya que hay muchos aspectos que se han de tener en cuenta. En la situación antes descrita habrá muchos conductores que viajaran a una velocidad de que ronde los 80 km/h oscilando por arriba o por abajo (la gran mayoría), pero habrá unos pocos que se mantengan todo el rato a 70 km/h. Para llevar a cabo la conducción los conductores van a estar usando la lógica difusa innata que todos los seres humanos poseemos, esto se basa en la observación de la situación para la posterior evaluación de esta, para ello la información obtenida del medio deberá ser resumida, ponderada y evaluada en conjunto para la toma de la decisión. Entre los aspectos a evaluar están el número de vehículos que hay por delante, si hay algún pedazo de chatarra avanzando lentamente por alguna de las vías, si el asfalto esta mojado o se ve afectado por alguna otra situación climática adversa, si hay algún camión u otro vehículo largo, si existe la posibilidad de que haya radares en la zona(sabiendo también el margen entre la velocidad limite y una posible sanción por exceso de velocidad)...

A pesar de todos estos factores, todos los conductores acabarán llevando a cabo una conducción a una velocidad similar.

Es por esto que nos resultó interesante la aplicación de lógica difusa a este problema…..ver que onda

El sistema de inferencia está compuesto por 4 variables lingüísticas. La superficie de captación, el volumen de almacenamiento, las precipitaciones fluviales y por último el consumo.

El cálculo del consumo, fue realizado para consumos de 2, 4, 6 y 8 personas. Para cada uno de los valores de consumo calculados por el sistema, se utilizan diferentes reglas de inferencia y diferentes conjuntos difusos para contextualizar las variables lingüísticas.

Por cada valor de precipitación estimado y usando los valores de superficie de captación y volumen de almacenamiento (ingresados por el usuario manualmente) se “infiere” un valor de consumo para los cuatro casos antes especificados (2, 4, 6 y 8 personas)

Cada resultado obtenido se va mostrando en una gráfica y permite ver el sistema trabajando en tiempo real. Por otro lado, se permite la exportación de dichos resultados en formato Excel.

**CONCLUSIÓN**

La conclusión principal que se desprende de todo este proceso, es la gran ventaja que implica poder variar los datos de entrada de precipitaciones y poder así realizar estimaciones versátiles que permiten obtener y analizar resultados. Sería deseable poder también, dinamizar la configuración de sistema de inferencia de Lógica Difusa, si bien en este desarrollo no está permitido, sería un punto interesante a llevar a cabo en desarrollos posteriores.