

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 5



Título: Procesos de Negocio y levantamiento de requisitos asociados al desarrollo de un SCADA Hidráulico.

Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Autor: Lianet Pozo Rojas.

Tutor: Ing. Annelis Pérez Zayas.

La Habana, Junio de 2011

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro ser autor del presente trabajo de diploma y le reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Lianet Pozo Rojas

Firma del autor

Ing. Annelis Pérez Zayas

Firma del tutor

DATOS DE CONTACTO:

Ing. Annelis Pérez Zayas

Graduada en 2008 de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas en la UCI. Trabaja desde entonces en la Universidad como profesora de la especialidad, además se desempeña como analista en el Centro de Informática Industrial (CEDIN).

Correo: azayas@uci.cu

Teléfono: 8378888

Asesor: Ing. José Ifraín Osa Bernal

Ingeniero hidráulico, con 28 años de experiencia, actualmente se desempeña como Especialista principal de Ingeniería del Grupo Empresarial de Acueducto y Alcantarillado.

Correo: ifrain@geaal.co.cu

Agradecimientos

A mis padres, por apoyarme, quererme y sacrificarse todos estos años, sólo pensando en mi bienestar.

Especialmente a mi mamita, que incondicionalmente me ha apoyado en cada una de mis decisiones, aunque creyera que no era la mejor. Te agradezco por haberme dado la vida, el día de mi nacimiento dejaste de ser tú para convertirte en mi mamá. Gracias por ser mi mejor amiga, mi confidente a la que le cuento mis más íntimos secretos. Tu sacrificio por educarme lo mejor posible y porque yo lograra alcanzar este sueño no fue en vano, espero estés muy orgullosa de tu niña. Te quiero mucho.

A mi papá, por el amor, la preocupación, por enseñarme a valorarme. Por guiarme en el camino correcto para seguir uno de mis tantos sueños.

A mi novio Alvaro, mi chiquitico, por todos estos años que hemos compartido. Por su paciencia, preocupación y comprensión y más que nada por convertirse en una persona muy especial para mí, por siempre estar a mi lado incondicionalmente cuando mi mamá me faltó. Gracias por el amor que me has ofrecido, por ser mi amante, mi amigo, mi paño de lágrimas. Aunque lejos ahora te siento cerca por todas las vibras de amor y energía que me irradas.

A mi familia, particularmente a mi abuelita querida, mi mami, por convertirse en mi 2da mamá cuando lo necesité.

A mis amigas Yanet, Neisy, Yeni y Dayana, por haberme dejado entrar y compartir conmigo una bonita amistad, gracias por aceptarme con mis virtudes y defectos. A mis amistades tanto de la Universidad como las de mi tierra amada, siempre los recuerdo con mucho cariño.

A los amigos de Alvaro, que se han convertido en mis amigos también, especialmente a Franklin, gracias por tu confianza y consideración. Gracias a todos por preocuparse por mí y estar al pendiente.

A mi tutora Annelis, por haberme guiado en este camino para convertirme en profesional. Gracias por la orientación, la paciencia. A Ifraín por acogerme, por orientarme, por atenderme cada vez que lo necesité.

En fin gracias a todos por contribuir a que este sueño hoy se hiciera realidad.

Dedicatoria

Le dedico este trabajo especialmente a mi mimi, por toda la dedicación, tesón y empeño que ha puesto en mi educación y formación profesional, por enseñarme e inculcarme la importancia y necesidad de superarme cada día más, sin importar los obstáculos que se presenten en el camino. Gracias por entregarme tu amor, tu confianza, tu comprensión. Ojalá cuando tenga mis hijos logre ser la madre para ellos que has sido para mí. Te quiero infinitamente.

A mi papá, por haber sido un fuerte respaldo, por entregarme su infinito amor, por cuidarme, por convertirse en un apoyo mayor en la ausencia de mi mamá.

A mi novio, por darme las fuerzas para seguir adelante, por brindarme su apoyo y amor aún en los tiempos tormentosos, por no dejarme cejar en mi empeño de convertirme en Ingeniera, graduándome en la UCI.

A mis primos, en especial a Ernestico, Christian y Claudita, espero servirles de inspiración.

A todas las personas que me han ofrecido su ayuda en este duro camino de crecimiento personal.

Resumen

La situación de la infraestructura del sistema de acueductos de la provincia de Santiago de Cuba era precaria debido a la longevidad de su sistema de tuberías y redes de distribución. Con la finalidad de mejorar la situación existente, se comenzaron obras de rehabilitación en este territorio y aparejada a este, la solicitud por parte de la Empresa Aguas Santiago a la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) un sistema que lograra monitorizar los procesos involucrados en la distribución y almacenamiento de agua. Por lo que se comenzó el desarrollo de un sistema para la Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) en tiempo real con la suficiente flexibilidad y potencialidad para asegurar la cobertura de las necesidades de la empresa solicitante del sistema.

Es entonces que surge la necesidad de extender la utilización del SCADA hidráulico a todo el territorio nacional, por lo que resulta imperiosa la identificación y posteriormente descripción de los nuevos procesos encontrados, que no fueron tomados en consideración para su informatización.

Con la finalidad de comprender la dinámica de los procesos de negocio identificados, estos son: Saneamiento y Telegestión, se modelan y describen utilizando la Notación para el Modelado de Procesos de Negocio (BPMN) y el documento Modelo de Procesos de Negocio con BPM respectivamente.

A partir de la identificación de las actividades que pueden ser automatizadas en cada uno de los procesos identificados, se proponen las funcionalidades y se realiza la descripción de Casos de uso para potenciar aún más el entendimiento de las potencialidades con que contará el sistema. Se diseñaron prototipos de interfaz gráfica de usuario como técnica para la validación de los requisitos.

Se emplea el método de consulta a especialistas para validar la propuesta de los procesos de negocios y requisitos funcionales propuestos.

Palabras clave: SCADA, procesos de negocio, administración de procesos de negocio, requisitos, prototipos.

Tabla de contenidos

Agradecimientos.....IV

DedicatoriaV

Resumen.....VI

Tabla de contenidos 1

Introducción..... 4

Capítulo 1: Fundamentación teórica 7

 1.1 Introducción..... 7

 1.2 Conceptos..... 7

 1.3 Administración de Procesos de Negocio..... 8

 1.4 Hidráulica..... 9

 1.4.1 Industria Hidráulica10

 1.5 Soluciones informáticas.....11

 1.5.1 SCADAs Hidráulicos.....11

 1.5.2 Valoración de los sistemas existentes15

 1.6 Ingeniería de Requisitos.....15

 1.6.1 Requisitos.....16

 1.6.2 Actividades de la IR17

 1.7 Técnicas utilizadas en la IR18

 1.8 Metodología de desarrollo, herramientas y lenguaje de modelado.....20

 1.8.1 Herramientas CASE para el modelado visual.21

 1.8.2 Lenguaje de modelado. Lenguaje de Modelado Unificado (UML)22

 1.8.3 Notación de modelado de procesos.....22

1.8.4 Metodología de desarrollo de software.....	23
1.8.5 Herramienta para el Modelado de Prototipos de Interfaz Gráfica de Usuarios.....	25
1.9 Conclusiones parciales.....	25
Capítulo 2: Modelo de Negocio y Requisitos	26
2.1 Introducción	26
2.2 Modelamiento de negocio.	26
2.2.1 Actividades del Modelamiento de Negocio.....	27
2.3 Modelación del negocio actual	30
2.4 Descripción del subproceso Drenaje pluvial.....	31
2.4.1 Diagrama del subproceso Recogida de aguas pluviales	32
2.4.2 Descripción del flujo básico.....	32
2.5 Descripción del subproceso Vertimiento en el sistema de alcantarillado o fosa.....	32
2.5.1 Diagrama del subproceso Vertimiento en el sistema de alcantarillado o en fosa.....	34
2.5.2 Descripción del flujo básico del subproceso Vertimiento en el sistema de alcantarillado o fosa	35
2.5.3 Normativas para el subproceso de Vertimiento en el sistema de alcantarillado o fosa	35
2.5.4 Equipamiento y recursos humanos involucrados.....	38
2.6 Telegestión	40
2.6.1 Descripción del proceso de Telegestión de sectores hidráulicos	41
2.6.2 Diagrama del proceso Telegestión.....	42
2.6.3 Descripción del flujo básico del proceso Telegestión	43
2.6.4 Equipamiento y recursos involucrados	43
2.6.5 Potencialidades de la Telegestión.....	43
2.7 Especificación de Requisitos	44

2.7.1 Propuesta de requisitos.....	44
2.7.1 Actores del sistema	48
2.7.2 Especificación de Casos de uso del sistema	49
2.8 Conclusiones parciales.....	57
Capítulo 3: Validación de la propuesta	58
3.1 Introducción.....	58
3.2 Tipos de evaluación.....	58
3.3 Diseño del cuestionario	59
3.3.1 Criterios de evaluación.....	59
3.3.2 Selección de los especialistas	60
3.4 Especialistas seleccionados. Características.....	60
3.5 Resultados de los cuestionarios	63
3.6 Cálculo de la concordancia entre los expertos (coeficiente de Kendall).....	65
3.8. Análisis de los resultados.....	67
3.9. Conclusiones parciales.	69
Conclusiones generales	71
Recomendaciones.....	72
Bibliografía	73
Referencias bibliográficas.....	74

Introducción

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, denominadas TICs por sus siglas desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de la sociedad y la economía a nivel mundial. Las TICs designan un conjunto de innovaciones tecnológicas para el tratamiento y acceso a la información.

La interacción entre las TICs y la sociedad se ha ido incrementando vertiginosamente en los sectores sociales tales como: industria, educación, salud, administración, los servicios, etc. El incremento del uso de estas tecnologías ha influenciado en la dinámica del trabajo y la gestión de recursos, incorporando soluciones a importantes problemas sociales y logrando una mayor productividad donde han sido insertadas.

Con el rápido crecimiento de la economía global se producen retos como la reducción de costes y se requiere la aceleración de los procesos productivos, aumentando su calidad, por lo que Cuba a pesar de sus limitaciones económicas, ha logrado ir incrementando la utilización de las TICs en cada uno de los sectores, logrando acrecentar cada día más su desarrollo tecnológico. Nuestro país actualmente ha ido fomentando paulatinamente la automatización industrial, con el objetivo de convertir a esta rama tan importante para el desarrollo económico del país en un sector cada día más productivo y eficiente.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) desempeña un papel fundamental en la informatización de las industrias debido a que en este centro de altos estudios cuya misión es producir software, se desarrollan sistemas informáticos, con el propósito de mejorar la infraestructura tecnológica de las industrias del país.

Actualmente en el Centro de Informática Industrial (CEDIN), perteneciente a la Facultad 5 se desarrolla un sistema solicitado por la Empresa Aguas Santiago, para la Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) que garantice el óptimo funcionamiento del acueducto santiaguero.

Sin importar el sector donde sea empleado un SCADA deben ser sistemas capaces de adaptarse a los cambios rápidamente y con un coste mínimo. Son sistemas desarrollados desde el punto de vista de componentes o módulos. Deben ser fácilmente adaptables y entendibles con interfaces simples y fáciles de usar. Deben tener la incorporación de tecnologías estándar para facilitar la relación con otros entornos o aplicaciones.

A pesar de que la solicitante del SCADA hidráulico fue la empresa Aguas Santiago, es necesario extender su utilización a todo el territorio nacional, debido a que la dinámica de todas las empresas de acueductos y alcantarillados del país es similar, además de que se presentan generalmente las mismas dificultades expuestas a continuación.

Existen fallas de la información, que van desde los errores de lectura por parte de los operadores de las estaciones, la falta de algunos instrumentos de medición, así como problemas con las comunicaciones, tanto por su calidad como por la ausencia de algunos de estos medios.

Se presentan además retrasos en las manipulaciones de las válvulas para poner y quitar el servicio, debido a que pueden existir problemas con la disponibilidad del transporte dispuesto para esta actividad. También pueden existir problemas con las comunicaciones, por la inexistencia de estos medios en algunas estaciones de bombeo.

Teniendo en cuenta las dificultades y necesidades detectadas se define como **Problema Científico** en el presente trabajo ¿Cómo establecer nuevos procesos de negocios y requisitos asociados a un SCADA hidráulico?.

Como solución a este problema anteriormente expresado se definió como **Objeto de Estudio** los procesos que se manejan en las diferentes empresas dedicadas a la industria hidráulica, identificando los procesos de las empresas de acueductos y alcantarillado como **Campo de Acción**.

Esta investigación tiene como **Objetivo General** obtener el modelado de negocio y levantamiento de requisitos de los nuevos procesos identificados para su inserción en el SCADA hidráulico.

La propuesta de nuevos procesos detalladamente descritos así como los requisitos realizados como Casos de uso, para la inserción en el SCADA hidráulico disminuirá considerablemente los errores en la implementación de los procesos al ser una primera aproximación para la optimización de los procesos identificados, se sentarán las bases para continuar con el desarrollo del proceso de software como **Idea a Defender**.

Con el objetivo de solucionar la problemática anteriormente expresada se definen las siguientes tareas investigativas.

- Estudio de la bibliografía referente a conceptos relacionados con la industria hidráulica, proceso de negocio, SCADAS hidráulicos además de la búsqueda de información acerca de las empresas líderes que desarrollan SCADAS hidráulicos.
- Estudio de los procesos que se gestionan en las empresas de acueductos y alcantarillado.
- Estudio de las características y funcionalidades del SCADA hidráulico Aguas Santiago.
- Descripción de procesos utilizando la plantilla 0115-Modelo de procesos con BPM.
- Confección de los diagramas de procesos utilizando BPMN.
- Búsqueda de información en relación a los equipos industriales vinculados a los procesos de abastecimiento y saneamiento.

- Identificación de las variables asociadas a estos equipos hidráulicos.

Para el desarrollo de las tareas investigativas se emplearán disímiles métodos de búsqueda y procesamiento de la información como son:

A nivel teórico:

Analítico – sintético: permite analizar, estudiar e interpretar la teoría vinculada a los procesos que se llevan a cabo en las empresas de acueductos y alcantarillado, con el fin de extraer los elementos más importantes que se relacionan con el objeto.

Inductivo-Deductivo: permite a través de un razonamiento llegar a un grupo de conocimientos particulares y generales relacionados con la industria hidráulica.

Histórico-Lógico: permite observar la trayectoria de un determinado fenómeno en diferentes períodos de la historia, revelar las etapas principales de su desenvolvimiento y las conexiones históricas fundamentales.

A nivel empírico:

Entrevista: permite obtener la mayor información posible y entendimiento de los procesos asociados a la industria hidráulica, además de las experiencias, las ideas y los puntos de vistas de los entrevistados que aportan conocimientos específicos de este tema.

Experimento: Al estudiar las ventajas de utilizar procesos de negocio y adecuarlas al SCADA hidráulico para lograr un sistema de este tipo que cubra las necesidades generales para extender su aplicación.

El contenido de este trabajo quedará estructurado, atendiendo al flujo de actividades desarrolladas, de la siguiente manera.

Capítulo 1: Se enuncian los principales conceptos del negocio que se modela, así como el resultado del estudio realizado sobre la existencia de algunas soluciones de software relacionadas con los SCADA's hidráulicos. Se hace referencia a la metodología de desarrollo de software, las herramientas y el lenguaje de modelado empleados para la realización del trabajo, además de un adentramiento en la Ingeniería de Requisitos.

Capítulo 2: En el segundo capítulo se realiza la modelación del negocio donde se describen formalmente los nuevos procesos identificados, especificando para cada actividad el responsable y las entidades del negocio que se utilizan y generan. Además se identifican los requisitos asociados a los procesos, con los que se le dará solución a los objetivos planteados. Se describen los requisitos como Casos de uso del sistema.

Capítulo 3: Se valida la propuesta de los nuevos procesos de negocio, así como los requisitos en forma de casos de uso del sistema por medio de consulta a especialistas.

Capítulo 1: Fundamentación teórica

1.1 Introducción

En el presente capítulo se exponen los temas fundamentales que sustentan la investigación. Se mencionan diferentes conceptos entre los que se destacan Proceso de Negocio. Se aborda acerca de las potencialidades de los sistemas SCADA, enfatizando en los SCADAs hidráulicos. Se muestra un estudio de las empresas que producen y comercializan este tipo de sistema. Se realiza además un estudio de las posibles herramientas y tecnologías a emplear en la realización de la investigación, así como una profundización en la Ingeniería de Requisitos.

1.2 Conceptos.

Proceso

“Define quién está haciendo qué, cuándo y cómo para alcanzar un determinado objetivo.” (1)

Procedimiento

Es la forma específica de llevar a cabo una actividad. En la mayoría de los casos los procedimientos se expresan en documentos que contienen el objeto y el campo de aplicación de una actividad; qué debe hacerse y quién debe hacerlo; cuándo, dónde y cómo se debe llevar a cabo; qué materiales, equipos y documentos deben utilizarse; y cómo debe controlarse y registrarse.

Proceso de negocio

“Un proceso de negocio es un conjunto estructurado de actividades, diseñado para producir una salida determinada o lograr un objetivo. Los procesos describen cómo es realizado el trabajo en la empresa y se caracterizan por ser observables, medibles, mejorables y repetitivos.” (1)

Los procesos de negocio consisten en subprocesos, decisiones y actividades.

Subproceso: Es parte de un proceso de mayor nivel que tiene su propia meta, propietario, entradas y salidas.

Actividades: Son partes de los procesos de negocio que no incluyen ninguna toma de decisión ni vale la pena descomponer (aunque ello sea posible).

Los procesos de negocio pueden ser vistos como un recetario para hacer funcionar un negocio y alcanzar las metas definidas en la estrategia de negocio de la empresa. Sus principales características son:

- Pueden ser medidos y están orientados al rendimiento.

- Tienen resultados específicos.
- Entregan resultados a clientes o “stakeholders”.
- Responden a alguna acción o evento específico.
- Las actividades deben agregar valor a las entradas del proceso.

Una mala gestión de los procesos de negocios trae aparejados altos costes, baja productividad e inadecuados tiempos de respuesta, tanto frente a las oportunidades como a las amenazas. En la actualidad, los procesos de negocio requieren ser gestionados independientemente de un dominio específico de un sistema. Son necesarios para responder ágilmente a los cambios exigidos por la dinámica del mercado.

1.3 Administración de Procesos de Negocio.

BPM es el acrónimo de Business Process Management (en español Administración de Procesos de Negocio). Es uno de los segmentos de mercado que crecen con mayor velocidad en la industria del software. Es una metodología empresarial cuyo objetivo principal es mejorar la eficiencia mediante la gestión sistemática de los procesos de negocio. “Es la aplicación de técnicas y herramientas de software para modelizar¹, gestionar y optimizar los procesos de negocio de la organización.” (2)

La implantación de proyectos BPM aporta los siguientes beneficios:

- **Reducción de plazos en los procesos de soporte al negocio:**

La redefinición de fases, facilitando la elaboración de algunas de ellas en paralelo, la eliminación de tiempos muertos y la automatización de tareas, reducen drásticamente el tiempo global de ejecución de los procesos del negocio.

- **Optimización de costes:**

BPM, mediante la modelización y la aportación de métricas, permite identificar tareas innecesarias a eliminar y cuantificar los procesos en términos de plazos y consumos de recursos, elementos ambos imprescindibles para avanzar en un proceso continuo de optimización de costes.

- **Integridad y calidad de procesos:**

La monitorización de los procesos asegura que estos se realicen conforme a los estándares definidos, asegurando la calidad e integridad de los mismos.

- **Integración de terceras partes en los procesos:**

La automatización de procesos, combinada con la accesibilidad derivada de las tecnologías web, permite a clientes, proveedores, organismos públicos..., terceras partes en general, participar en el

¹ Crear un modelo teórico (de algo).

proceso de forma automatizada, directa y eficiente, abriendo la organización en términos tanto de acceso a los procesos como de acceso a información.

- **Consolidación de la información derivada de la gestión de los procesos:**

Esta información aporta una perspectiva de dónde está y de cómo lo hacemos, complementariamente a los sistemas transaccionales, que aportan una perspectiva de qué hacemos. Toda esta información, normalizada en un repositorio corporativo, configurará la base del auténtico almacén de datos integral de la compañía.

Para implantar un proyecto BPM, es necesario realizar una adecuada definición, modelización y automatización de los procesos organizativos. A través del modelado de las actividades y procesos puede lograrse un mejor entendimiento del negocio y muchas veces esto presenta la oportunidad de mejorarlos. La automatización de los procesos reduce errores, asegurando que los mismos se comporten siempre de la misma manera y dando elementos que permitan visualizar el estado de los mismos. La administración de los procesos permite asegurar que estos se ejecuten eficientemente, y la obtención de información que luego puede ser usada para mejorarlos. Es a través de la información que se obtiene de la ejecución diaria de los procesos, que se puede identificar posibles ineficiencias en los mismos, y actuar sobre las mismas para optimizarlos.

La selección del modelado de procesos con BPM se debe a porque es el método para la modelación del negocio que más se adapta para comprender el funcionamiento de la organización donde podrá ser implantado el sistema, es decir en las empresas de acueductos y alcantarillado. La descripción de los procesos industriales puede ser compleja, por lo que con la utilización de BPM se puede traducir o reflejar paso a paso la sucesión de las acciones que se ejecutan. En fin, con el empleo del modelado de los procesos de Saneamiento y Telegestión con BPM, se logrará comprender aún más estos procesos, además de identificar las actividades que podrán ser automatizadas, así como se podrá conocer a fondo cada una de las actividades involucradas en la realización de estos procesos. Se proporcionará además conocer los actores, (personas o sistemas) que inmersos en la realización de los procesos, así como la documentación y reglas del negocio necesarias.

1.4 Hidráulica

Es la aplicación de la mecánica de fluidos en ingeniería, para construir dispositivos que funcionan con líquidos, por lo general agua o aceite. La hidráulica resuelve problemas como el flujo de fluidos por conductos

o canales abiertos y el diseño de presas de embalse, bombas y turbinas. Su fundamento es el principio de Pascal, que establece que la presión aplicada en un punto de un fluido se transmite con la misma intensidad a cada punto del mismo. El filósofo y científico Blaise Pascal formuló en 1647 el principio que lleva su nombre, con aplicaciones muy importantes en hidráulica.

1.4.1 Industria Hidráulica

A continuación se exponen las funciones que debe cumplir el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) como la institución rectora de los recursos hidráulicos en Cuba: (3)

- Organizar y dirigir la protección de las aguas terrestres, las cuencas, los cauces naturales, las obras e instalaciones hidráulicas contra peligros de contaminación, azolvamiento² y otras formas de degradación y deterioro, así como el control sistemático de la calidad de las aguas.
- Determinar con los organismos que correspondan, las regulaciones necesarias para la protección de los objetivos económicos, sociales y el medio ambiente natural, de los efectos nocivos que pudieran causar las aguas terrestres, estableciendo las acciones de organización, aseguramiento y control que garanticen la seguridad y el correcto funcionamiento de las instalaciones hidráulicas, de las obras de protección contra inundaciones, el drenaje subterráneo y la capacidad de conducción de los cauces naturales o artificiales.
- Determinar y mantener actualizado el potencial hidráulico del país, poner a disposición de los organismos competentes los datos y caracterización ciclo hidrológico relativo a las aguas superficiales y subterráneas, la lluvia y la evaporación.
- Proponer la estrategia de desarrollo hidráulico del país y en correspondencia controlar y normar la actividad de proyectos e inversiones de las obras hidráulicas que se ejecuten.
- Planificar, normar y controlar los recursos hidráulicos, así como la operación, vigilancia técnica y el mantenimiento de las obras e instalaciones hidráulicas.
- Determinar y mantener actualizados los estudios y evaluaciones del potencial hidroenergético y proponer con la participación de los organismos que les compete la estrategia de su desarrollo, así como normar y controlar la proyección, la inversión, la operación y el mantenimiento de las obras hidroenergéticas en lo que le compete.
- Normar y controlar la actividad de acueducto, alcantarillado y drenaje pluvial.

² Cegar o tupir con alguna cosa un conducto

1.5 Soluciones informáticas

Definición general de SCADA

SCADA es un acrónimo de las palabras en inglés “Supervisory Control and Data Acquisition”, es decir Supervisión, Control y Adquisición de Datos. Se trata de una aplicación informática que se utiliza para supervisar instalaciones, realizar control / mando remoto de las mismas, así como adquirir los datos necesarios del proceso para estudiar si la explotación de dichas instalaciones se está realizando de la manera adecuada o establecer a partir de estos datos las medidas correctoras necesarias para un funcionamiento óptimo. Un SCADA por sí mismo no realiza ese trabajo de manera automática, se trata de un sistema abierto y que debe poder ser configurable por los operadores del sistema quienes lo operarán de manera que ejecute la función para la que fue creado.

Dentro de las funciones básicas realizadas por un sistema SCADA están las siguientes:

- Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.
- Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.
- Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.
- Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

1.5.1 SCADAs Hidráulicos

SCADA ICH

Ingeniería Computacional para el Ser Humano S.A (ICH) es una empresa mexicana con 21 años de experiencia, su principal objetivo es la especificación, diseño e implantación de Sistemas de Monitoreo y Control de Procesos. Es la empresa líder a nivel nacional en automatización de sistemas de agua potable, han desarrollado productos y sistemas a la medida, integrando tecnologías de punta. Han instalado además más de 3000 terminales remotas. Tienen una fuerte presencia en México fundamentalmente, aunque también en Centroamérica y El Caribe. Su misión es desarrollar e implantar soluciones llave en mano, funcionales, versátiles y duraderas, con la más alta ingeniería y la mejor tecnología en Sistemas de Telemetría y Control, que sirvan a sus clientes para incrementar la eficiencia en el abasto y disposición del agua.

A continuación se develan algunas de las principales ventajas de la utilización del SCADA ICH.

- Solución de automatización completa que integra la visualización, el control e Internet en un solo producto.
- Publicación inmediata de datos en la red del organismo o Internet.
- Uso de tecnología integrada de control de procesos, con los lenguajes IEC 61131-3 ¹.
- Funcionamiento en un ambiente unificado, que reduce globalmente los tiempos de integración, ofreciendo una ventaja productiva.
- Construcción de aplicaciones en red, y acceso a partir de cualquier estación de trabajo.
- Protección de la inversión gracias al empleo de estándares como ODBC, SQL, OPC, HTML, XML y Java; lo que hacen del SCADA ICH un sistema abierto.
- Fácil y poderosa administración de usuarios en bases de datos centralizadas, basadas en el estándar SQL.
- Utiliza los estándares internacionales OPC DA 2.05a cliente/servidor, OPC AE 1.1 cliente, OPC HDA 1.1 servidor. Esto permite intercambiar datos con otros Sistemas SCADA que cumplan con dichos estándares.
- Interfaces intuitivas basadas en el estándar Windows XP™, lo que reduce la curva de aprendizaje de los operadores del SCADA.

Los Sistemas SCADA de ICH, permiten manejar y controlar en tiempo real procesos a través de muy diversas herramientas. Se combinan interfaces para operador, control supervisión, capacidad de programación, y lo mejor de la tecnología de Internet con el objetivo de ofrecer un paquete SCADA y una solución real para la toma de decisiones, además de proporcionar todas las herramientas que se necesitan para construir una solución completa de automatización.

SCAnet

SCAnet ha sido desarrollado en el marco del proyecto CALNET, el cual ha estado dirigido a facilitar la incorporación de los modelos hidráulicos en la gestión y operación de los abastecimientos urbanos. Es un sistema SCADA – EPANET para la Simulación de Estrategias de Control en Redes de Distribución de Agua desarrollado conjuntamente por empresas españolas: el Grupo de Redes y Computación de Altas Prestaciones, el Departamento de Sistemas Informáticos y Computación (DSIC) y la Universidad Politécnica de Valencia. SCAnet se compone de 2 partes o módulos: el módulo SCADA, que presenta los esquemas de la red e interactúa con el usuario y el módulo de conexión con el simulador. Esta estructura confiere a SCAnet

¹Estándar de la programación industrial.

una mayor flexibilidad, al separar la parte particular de cada red (módulo SCADA), de la conexión con el simulador, común para cualquier red. Así, se hace más fácil adaptar el producto a otras redes de suministro, cambiando el módulo SCADA por otro diseñado para la nueva red, lo que proporciona una alta adaptabilidad a otras redes de distribución. Es una aplicación SCADA con capacidad de simulación de acciones de control. Permite llevar a cabo simulaciones y ensayos de estrategias de control sobre la red.

Entre las muchas funcionalidades de SCAnet, las más destacables son:

- El ensayo de acciones de control sobre el estado actual de la red.
- La reproducción de escenarios pasados, permitiendo ensayar estrategias de control alternativas.
- La estimación de variables hidráulicas no medidas directamente.

Para lograr estas funcionalidades, SCAnet combina el sistema SCADA CX-Supervisor de OMRON, con el conocido simulador hidráulico y de calidad del agua EPANET⁴, desarrollado por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EEUU (EPA).

SCAnet cumple el papel de herramienta de análisis complementaria a la aplicación SCADA principal de la red. Mientras esta sirve para actuar sobre la red real, SCAnet permite ensayar acciones de control y realizar entrenamiento de operarios.

SCADA SAPAL

SAPAL son las siglas de Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León, es una empresa de México cuya misión es brindar los servicios de agua potable, saneamiento y aprovechamiento del agua tratada a la población urbana de León, siendo un organismo con capacidad técnica y financiera que garantiza los servicios con calidad, oportunidad y sostenibilidad y contribuye a las expectativas de salud y desarrollo, dentro del marco legal y normativo, con respecto al medio ambiente, buscando permanentemente la máxima eficiencia.

Características del sistema:

El Sistema de Automatización y Control de Fuentes de Abastecimiento está dividido en tres bloques funcionales principales:

- 1.- Instrumentación y telemetría de una instalación (pozo, tanque o rebombeo).
- 2.- Base de monitoreo y control de una batería o conjunto de baterías.
- 3.- Central de monitoreo y control.

⁴ Programa para computador para el análisis de sistemas de distribución de agua potable.

En el primer bloque, la información recabada por la instrumentación de campo se lee mediante módulos de telemetría los cuales tienen entradas digitales y analógicas, estos datos son procesados y transmitidos por radio frecuencia.

En el segundo bloque, se reciben en un módulo de telemetría los datos enviados desde la instalación remota, estos datos se procesan quedando listos para interpretarlos en una terminal de monitoreo y control, en esta terminal está residente un programa que permite visualizar y controlar los datos recibidos de las instalaciones remotas. En la base de monitoreo y control se concentran los datos de todas las instalaciones remotas y son transmitidos mediante un enlace de microonda a la central de monitoreo y control.

La central de monitoreo y control que es el tercer bloque recibe y concentra en un servidor los datos enviados por las bases remotas. En el servidor está residente la aplicación para visualizar la información de las baterías desde la Intranet. Una vez concentrada la información en una base de datos está lista para realizar consultas y generar reportes.

OASyS

“OASyS es la sigla Open Architecture SyStem, (Sistema de Arquitectura Abierta) del sistema SCADA diseñado por Valmet para la adquisición de datos en tiempo real, control de dispositivos interactivos, anunciación, respuesta de alarmas, y reporte automatizado. Originalmente desarrollado para oleoductos y gasoductos, OASyS se usa ahora también en las industrias eléctrica y de control y distribución de agua.” (4)

Incorpora tres subsistemas principales: un paquete de proceso y base de datos en tiempo real llamado Control & Measurement eXecutive (CMX), es español, Ejecutivo de Medición y Control; una base de datos relacional para datos históricos, llamado XIS (eXtended Information System) o Sistema de Información Extendida; y una interfaz de usuario gráfica, llamada XOS (eXtended Operator Station), o Estación de Operador Extendida, la que presenta visualmente las condiciones del sistema y proporciona funciones de control de tipo operacional. La operación de la interfaz de usuario es el enfoque de este manual.

CMX colecciona y escala los datos, revisa las condiciones de alarma almacena la información de tiempo real, se comunica con unidades terminales remotas (RTUs), y le permite al usuario enviar comandos de control a los dispositivos de campo. XIS proporciona el espacio de almacenaje de datos históricos (típicamente datos de edad de más de cinco minutos) obtenidos desde el CMX, junto con funciones que le permiten al usuario crear reportes históricos y tendencias. XOS permite la interacción recíproca de los usuarios con el sistema; incluye resúmenes de datos, mapas dinámicos, Pop-ups de control de dispositivo, y una interfaz de comandos controlada a través del ratón.

1.5.2 Valoración de los sistemas existentes

En el estudio realizado a las distintas soluciones informáticas se detectó que son desarrolladas con tecnologías privativas que poseen un costo muy elevado para adquirir las licencias y mantenimiento del software. Por esta razón se decide aprovechar como base el SCADA AS que se encuentra desarrollándose actualmente en el CEDIN e incorporarle nuevas funcionalidades para lograr un mayor aprovechamiento de esta aplicación en el resto de las empresas de acueductos y alcantarillados, incluso lograr su comercialización internacionalmente.

1.6 Ingeniería de Requisitos

El proceso de recopilar, analizar y verificar las necesidades del cliente o usuario para el desarrollo de un sistema es llamado Ingeniería de Requisitos (IR). Esta disciplina cumple un papel primordial en el proceso de desarrollo de software, debido a que se enfoca en un área fundamental: la definición de lo que se desea producir. Su principal tarea consiste en generar especificaciones correctas que describan con claridad, sin ambigüedades, en forma consistente y compacta, las necesidades de los usuarios o clientes; minimizando de esta manera los problemas relacionados con la mala gestión de los requisitos en el desarrollo de sistemas.

Disímiles han sido los especialistas que han conceptualizado la IR, a continuación se exponen algunas de estas:

“La Ingeniería de Requisitos ayuda a los ingenieros de software a entender mejor el problema en cuya solución trabajarán. Incluye el conjunto de tareas que conducen a comprender cuál será el impacto del software sobre el negocio, qué es lo que el cliente quiere y cómo interactuarán los usuarios finales con el software.” (5)

“La ingeniería de requisitos es el proceso de desarrollar una especificación de software. Las especificaciones pretenden comunicar las necesidades del sistema del cliente a los desarrolladores del sistema.” (6)

En síntesis la disciplina de IR es utilizada para definir todas las actividades involucradas en la identificación, documentación y mantenimiento de los requisitos para el desarrollo de un producto de software determinado, donde es importante tener en cuenta que la IR resulta imprescindible para determinar la viabilidad de llevar a cabo el software (si es factible ejecutarlo o no), pasando posteriormente al subproceso de obtención y análisis de los requisitos, donde se especifican formalmente y finalmente al subproceso de validación, donde se verifica que el sistema satisface las especificidades del cliente y que los requisitos realmente definen el sistema deseado por ellos.

1.6.1 Requisitos

Normalmente, un tema tratado por la Ingeniería de Software tiene diferentes significados y el caso específico del concepto de requisito no es la excepción. De las muchas definiciones que existen para requisito, a continuación se presenta la definición que aparece en el glosario de la IEEE⁵.

“Una condición o necesidad de un usuario para resolver un problema o alcanzar un objetivo. Una condición o capacidad que debe estar presente en un sistema o componentes de sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación u otro documento formal. Una representación documentada de una condición o capacidad.” (7)

También Ian Sommerville presenta una definición acerca de lo que es un requisito:

“Un requisito es simplemente una declaración abstracta de alto nivel de un servicio que debe proporcionar el sistema o una restricción de este.” (6)

Tras haber analizado las definiciones anteriores se puede concluir que un requisito es una descripción de una condición o capacidad que el sistema debe cumplir, ya sea derivada de una necesidad de usuario identificada, o bien, estipulada en un contrato, estándar, especificación u otro documento formalmente impuesto al principio del proceso.

Tipos de requisitos

Los requisitos pueden dividirse en dos categorías: requisitos funcionales y requisitos no funcionales. Los requisitos funcionales definen las funciones que el sistema será capaz de realizar. Describen las transformaciones que el sistema realiza sobre las entradas para producir salidas. Los requisitos no funcionales tienen que ver con características que de una u otra forma puedan limitar el sistema, como por ejemplo, el rendimiento (en tiempo y espacio), interfaces de usuario, fiabilidad (robustez del sistema, disponibilidad de equipo), mantenimiento, seguridad, portabilidad, estándares, etc.

Características

Las características de un requisito son sus propiedades principales. Un conjunto de requisitos en estado de madurez, deben presentar una serie de características tanto individualmente como en grupo. A continuación se presentan las más importantes.

- **Necesario:** Un requisito es necesario si su omisión provoca una deficiencia en el sistema a construir, y además su capacidad, características físicas o factor de calidad no pueden ser reemplazados por otras capacidades del producto o del proceso.

⁵Standard Glossary of Software Engineering Terminology

- **Conciso:** Un requisito es conciso si es fácil de leer y entender. Su redacción debe ser simple y clara para aquellos que vayan a consultarlo en un futuro.
- **Completo:** Un requisito está completo si no necesita ampliar detalles en su redacción, es decir, si se proporciona la información suficiente para su comprensión.
- **Consistente:** Un requisito es consistente si no es contradictorio con otro requisito.
- **No ambiguo:** Un requisito no es ambiguo cuando tiene una sola interpretación. El lenguaje usado en su definición, no debe causar confusiones al lector.
- **Verificable:** Un requisito es verificable cuando expresa elementos que se pueden probar.

1.6.2 Actividades de la IR

Dentro de la IR se ejecutan 4 actividades básicas que se tienen que llevar a cabo para completar el proceso. Estas actividades ayudan a reconocer la relevancia que tiene para el desarrollo de un proyecto de software la realización de una especificación y administración adecuada de los requisitos de los clientes o usuarios. Estas actividades son: extracción, análisis, especificación y validación.

Extracción:

Esta fase representa el comienzo de cada ciclo, en ella se engloban las actividades relacionadas con el descubrimiento de los requisitos del sistema. En esta fase el analista debe trabajar conjuntamente con el cliente para discernir el problema que el sistema debe resolver, los diferentes servicios que debe prestar, así como las restricciones que se pueden presentar. La correcta realización de esta actividad es imprescindible, es decir lograr una efectiva extracción, debido a que la aceptación del sistema dependerá de cuán bien este satisfaga las necesidades del cliente.

Análisis:

Esta fase comienza sobre la base de la extracción que se haya realizado previamente, se enfoca fundamentalmente es descubrir problemas con los requisitos del sistema identificados hasta el momento. Usualmente se hace un análisis luego de haber producido una aproximación inicial del documento donde se especifican los requisitos, en este caso en el de Especificación de Requisitos de Software. En esta etapa se leen los requisitos, se conceptúan, se investigan y se intercambian ideas con el resto del equipo, se resaltan problemas, se buscan alternativas y soluciones y luego se van fijando reuniones con el cliente con la finalidad de discutir los requisitos.

Especificación:

En esta fase se documentan los requisitos acordados con el cliente, en un nivel apropiado de detalle. En la práctica esta etapa se va desarrollando conjuntamente con la de análisis, se puede decir que la especificación es “pasar en limpio” el análisis realizado previamente aplicando técnicas y/o estándares de documentación, como la notación UML. Es importante decir que los casos de uso y la obtención de requisitos basados en casos de uso es cada día más utilizado para obtener requisitos.

Validación:

Es la fase final de la IR, su objetivo es ratificar los requisitos, es decir, verificar todos los requisitos que aparecen en el documento con la finalidad de asegurarse que representaban una descripción, por lo menos, aceptable para el sistema que se debe implementar. Esto implica que los requisitos sean consistentes y estén completos.

Como se puede apreciar la IR proporciona un conjunto estructurado de actividades, mediante las que se obtiene, se valida y se logra dar mantenimiento al documento de Especificación de Requisitos de Software, que es el documento final, de carácter formal que se obtiene luego de ejecutado este proceso.

1.7 Técnicas utilizadas en la IR

Existen varias técnicas que se utilizan en la disciplina de la IR; pero en la presente investigación se abordarán algunas de ellas, las que más se adaptan al desarrollo del trabajo. Es importante resaltar que estas técnicas son aplicables a las fases del proceso de la IR, anteriormente expuestas. En el transcurso del trabajo se verá evidenciada su utilización.

“La captura de requisitos es la actividad mediante la que el equipo de desarrollo de un sistema de software extrae de cualquier fuente de información disponible, las necesidades que debe cubrir dicho sistema.” (8)

El proceso de extracción de requisitos puede resultar complejo, principalmente si el entorno de trabajo es desconocido para el equipo de analistas, y depende mucho de las personas que participen en él. Por la complejidad que todo esto puede implicar, la ingeniería de requisitos ha desarrollado técnicas que permiten ejecutar este proceso de una forma más eficiente y precisa.

A continuación se presentan varias de las técnicas utilizadas para la extracción de requisitos.

Entrevistas

Las entrevistas se utilizan para recabar información en forma verbal, a través de preguntas propuestas por el analista. Quienes responden pueden ser usuarios actuales del sistema existente, usuarios potenciales del sistema propuesto o aquellos que proporcionarán datos o serán afectados por la aplicación propuesta.

Dentro de una organización, la entrevista es la técnica más significativa y productiva de que dispone el analista para obtener datos. En otras palabras, la entrevista es un intercambio de información que se efectúa cara a cara. “Es un canal de comunicación entre el analista y la organización; sirve para obtener información acerca de las necesidades y la manera de satisfacerlas, así como consejo y comprensión por parte del usuario para toda idea o método nuevos”. (9)

Cuestionario

Los cuestionarios proporcionan una alternativa muy útil para la entrevista; sin embargo, existen ciertas características que pueden ser apropiadas en algunas situaciones e inapropiadas en otra. Al igual que las entrevistas, deben diseñarse cuidadosamente para una máxima efectividad. Para los analistas esta técnica puede ser la única forma posible de relacionarse con un gran número de personas para conocer varios aspectos del sistema, aplicando esta técnica de presentar preguntas estandarizadas se pueden proporcionar datos más confiables.

Tormenta de ideas

Es una técnica de reuniones en grupo cuyo objetivo es que los participantes muestren sus ideas de forma libre. Consiste en la mera acumulación de ideas y/o información sin evaluar las mismas. El grupo de personas que participa en estas reuniones no debe ser muy numeroso (máximo 10 personas), una de ellas debe asumir el rol de moderador de la sesión, pero sin carácter de controlador.

Principios de la tormenta de ideas:

- Aplazar el juicio y no realizar críticas, hasta que no agoten las ideas, ya que actuaría como un inhibidor. Se ha de crear una atmósfera de trabajo en la que nadie se sienta amenazado.
- Cuantas más ideas se sugieren, mejores resultados se conseguirán: "la cantidad produce la calidad". Las mejores ideas aparecen tarde en el período de producción de ideas, será más fácil encontrar las soluciones y se tendrá mayor variedad sobre la que elegir.
- La producción de ideas en grupos puede ser más efectiva que la individual.
- Tampoco se debe olvidar que durante las sesiones, las ideas de una persona, serán asociadas de manera distinta por cada miembro, y hará que aparezcan otras por contacto.

Sistemas existentes:

Esta técnica consiste en analizar sistemas ya desarrollados que estén relacionados con el sistema a construir. Por un lado ofrece la posibilidad de analizar las interfaces de usuario, observando el tipo de información que se maneja y cómo es manejada. También es útil para analizar las diferentes salidas que los

sistemas producen (listados, consultas), porque siempre pueden surgir nuevas ideas sobre la base de lo que ya está implementado.

Técnica para la especificación de requisitos

Casos de Uso

Es una técnica que permite especificar el comportamiento de un sistema. Existen varias definiciones:

“Los casos de uso permiten mostrar el contorno (actores) y el alcance (requisitos funcionales expresados como casos de uso) de un sistema. Un caso de uso describe la secuencia de interacciones que se producen entre el sistema y los actores del mismo para realizar una determinada función. Los actores son elementos externos (personas, otros sistemas, etc.) que interactúan con el sistema como si de una caja negra se tratase. Un actor puede participar en varios casos de uso y un caso de uso puede interactuar con varios actores”. (8)

“Los casos de uso son una técnica que se basa en escenarios para la obtención de requisitos”. (6)

Se puede concluir entonces que los casos de uso permiten describir las posibles secuencias de interacciones entre uno o más actores y el sistema, en respuesta a la acción inicial proveniente de un actor. La mayoría de los requisitos, para no ser absolutos, se pueden expresar con casos de uso. Los diagramas de casos de uso sirven para especificar la funcionalidad y el comportamiento de un sistema mediante su interacción con los usuarios y/o otros sistemas.

Técnica para la validación de requisitos

Prototipos:

Durante la fase de extracción de requisitos, puede ocurrir que algunos de estos no estén muy claros o que no se esté muy seguro de haber entendido correctamente los requisitos obtenidos hasta el momento, lo que puede acarrear un desarrollo ineficaz del sistema final. Es entonces que para validar los requisitos hallados, se construyen prototipos. Estos son simulaciones del posible producto, que luego son empleados por el usuario final, permitiendo conseguir una importante retroalimentación respecto a si el sistema diseñado en base a los requisitos recolectados le permite al usuario realizar su trabajo de manera eficiente y efectiva.

1.8 Metodología de desarrollo, herramientas y lenguaje de modelado

Con la finalidad de obtener un producto de software eficiente, con el mínimo de costes y retrasos en el proyecto resulta importante elegir una metodología de desarrollo, herramientas y lenguaje de modelado adecuadas al proyecto, mejorando así la calidad del producto final. Una errónea elección o la ausencia de esta primera, puede desembocar en la frustración del equipo de desarrollo y en la insatisfacción de los clientes, por lo que es vital para controlar el ciclo de vida del proyecto. Las restantes ayudan a automatizar las

actividades del desarrollo del producto de software. Con el uso conjunto de estas herramientas se reduce el número de personas requeridas y la sobrecarga de comunicación, además de ayudar a producir especificaciones y diseños con menos errores, más fáciles de probar, modificar y usar.

1.8.1 Herramientas CASE⁶ para el modelado visual.

“Las herramientas CASE son conocidas como todo aquel software que es usado para ayudar a las actividades del proceso de desarrollo de software, (...). Estas herramientas se concentran en capturar requisitos, administrarlos y producir una especificación de requisitos”. (7)

Es un conjunto de ayudas para el desarrollo de programas informáticos, ofrecen una gran plataforma de seguridad a los sistemas que las usan. Las herramientas CASE cuentan con una credibilidad y exactitud que tienen un reconocimiento universal, siendo usadas por cualquier desarrollador y/o programador que busca un resultado óptimo y eficiente.

Rational Rose

Rational Rose es una herramienta de producción y comercialización establecida por Rational Software Corporation. Es un instrumento operativo conjunto que utiliza el Lenguaje Unificado (UML) como medio para facilitar la captura de dominio de la semántica, la arquitectura y el diseño. Habilita asistentes para crear clases y provee plantillas de código que pueden aumentar significativamente la cantidad de código fuente generado. Adicionalmente, se pueden aplicar los patrones de diseño, Rational Rose ha provisto 20 de los patrones de diseño GOF para Java. Admite la integración con otras herramientas de desarrollo (IDEs).

Enterprise Architect

Enterprise Architect (EA) es una herramienta comprensible de diseño y análisis UML, cubriendo el desarrollo de software desde el paso de los requisitos a través de las etapas del análisis, modelos de diseño, pruebas y mantenimiento. EA es una herramienta multi-usuario, basada en Windows, diseñada para ayudar a construir software robusto y fácil de mantener. Ofrece salida de documentación flexible y de alta calidad. Soporta ocho de los nueve diagramas estándares del UML: diagrama de casos de uso, de clases, de secuencia, de colaboración, de actividad, de estados, de implementación (componentes), de despliegue y varios perfiles del UML.

Visual Paradigm

⁶Computer Aided Software Engineering
en español Ingeniería de Software asistida por ordenador.

Visual Paradigm es una herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación. También proporciona abundantes tutoriales de UML, demostraciones interactivas de UML y proyectos UML. Presenta licencia gratuita y comercial. Soporta aplicaciones web. Es fácil de instalar y actualizar y compatible entre ediciones.

Como herramienta CASE para modelado visual se ha escogido Visual Paradigm debido a que es una potente herramienta que posibilita la modelación de procesos de negocio, que es el objetivo principal de la presente investigación. Es la herramienta seleccionada debido a que permite la generación de disímiles tipos de diagramas UML, generación automática de código, sincronización entre modelos y código entre otras posibilidades, algunas de sus características fundamentales que sustentan la selección es que es multiplataforma, tiene licencia tanto comercial como gratuita, es decir existe una versión libre para la comunidad. Se puede encontrar también en varios idiomas y posibilita la exportación de imágenes en varios formatos como JPG, PNG y SVG. No se inclina por ninguna metodología de desarrollo específica y es además un producto de alta y probada calidad.

1.8.2 Lenguaje de modelado. Lenguaje de Modelado Unificado (UML)

Como lenguaje de modelado se utilizará UML, es un lenguaje para el desarrollo de software orientado a objetos. “Su propósito es visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema que involucra una gran cantidad de software”. (10)

1.8.3 Notación de modelado de procesos.

La Notación de Modelado de Procesos de Negocio (BPMN)⁷ “es un nuevo estándar para modelar flujos de procesos de negocio. BPMN fue creado por la iniciativa de gestión de procesos empresariales (BPMP), el primer objetivo es proporcionar una notación que sea fácilmente comprensible por todos los usuarios del negocio”. (11)

Se determinó utilizar la herramienta CASE Visual Paradigm para el modelamiento de los procesos de negocio debido a que se han adquirido conocimientos previamente de esta herramienta y esto representa una importante ventaja, ya que se ahorra en tiempo de capacitación y entrenamiento de otras herramientas de modelado de procesos.

⁷ Business Process Management Notation

1.8.4 Metodología de desarrollo de software.

“Las metodologías imponen un proceso disciplinado sobre el desarrollo de software con el objetivo de hacerlo más predecible y eficiente, donde predecir no significa perder la capacidad adaptativa, no significa evitar la introducción de cambios en los requisitos, ni evitar que nuevos requisitos surjan; sino definir un camino reproducible para obtener resultados confiables. Definen además una representación que permite facilitar la manipulación de modelos y la comunicación e intercambio de información entre todas las partes involucradas en la construcción de un sistema”. (12)

Metodologías tradicionales

“Teniendo en cuenta la filosofía de desarrollo de las metodologías, aquellas con mayor énfasis en la planificación y control del proyecto, en especificación precisa de requisitos y modelado, reciben el apelativo de Metodologías Tradicionales o Pesadas.” (13)

Rational Unified Process (RUP) Proceso Unificado de Desarrollo

RUP se ha convertido en la metodología estándar "de facto" para el desarrollo de proyectos en entornos orientados a objetos. Se caracteriza por ser iterativo e incremental, estar centrado en la arquitectura y guiado por los casos de uso. Incluye artefactos (que son los productos tangibles del proceso) y roles (papel que desempeña una persona en un determinado momento, una persona puede desempeñar distintos roles a lo largo del proceso).

Es una metodología muy extensa y en la mayoría de los casos en el momento de su implantación se considera un proceso demasiado costoso para la cantidad de actividades y entregables que se definen. Hay que tener en cuenta que no es obligatorio hacer uso de todas las actividades y entregables definidos, sino que se pueden configurar los procesos para ser adaptado únicamente a aquellas partes que se consideran necesarias.

Microsoft Solution Framework (MSF)

Es una metodología tradicional; pero está basada en el desarrollo con tecnología Microsoft, por lo que se limitan las opciones del cliente en lo que se refiere a herramientas de desarrollo. Esta metodología hace un análisis de riesgo demasiado exhaustivo que puede frenar el avance del proyecto y además solicita demasiada documentación en todas las fases resultando muy engorroso el trabajo y por consiguiente afecta el tiempo de entrega del producto.

Metodologías ágiles

Las metodologías ágiles proporcionan una serie de pautas y principios junto a técnicas pragmáticas⁸ que puede que no curen todos los males pero harán la entrega del proyecto menos complicada y más satisfactoria tanto para los clientes como para los equipos de entrega. Por otra parte, los procesos de desarrollo adaptativos también facilitan la generación rápida de prototipos y de versiones previas a la entrega final, lo cual agradará al cliente.

OpenUp

OpenUP/Basic es un FrameWork de procesos de desarrollo de software de código abierto. Este proceso de desarrollo unificado está basado en Rational Unified Process (RUP), desarrollado por IBM y reconocido mundialmente como uno de los procesos de desarrollo de software de mayor calidad.

Es un subconjunto de OpenUP que permite un abordaje ágil al proceso de desarrollo del software, con solo un contenido fundamental provee un conjunto simplificado de artefactos, roles, tareas y guías de trabajo. Es además un proceso interactivo de desarrollo de software simplificado, completo y extensible. Es un proceso para pequeños equipos de desarrollo que valoran los beneficios de la colaboración de los involucrados con el resultado del proyecto, por encima de formalidades innecesarias. Es aplicable a un amplio sistema de plataformas y de usos del desarrollo.

Xtreme Programming (XP)

La Programación Extrema surge ideada por Kent Beck, como proceso de creación de software diferente al convencional. En palabras de Beck: “XP es una metodología ligera, eficiente, con bajo riesgo, flexible, predecible y divertida para desarrollar software”.

Objetivos de XP:

1. **La satisfacción del cliente.** Esta metodología trata de dar al cliente el software que él necesita y cuando lo necesita. Por tanto, se debe responder muy rápido a las necesidades del cliente, incluso cuando los cambios sean al final del ciclo de la programación.
2. **Potenciar al máximo el trabajo en grupo.** Tanto los jefes de proyecto, los clientes y desarrolladores, son parte del equipo y están involucrados en el desarrollo del software.

Para obtener una mayor calidad y rendimiento en el trabajo se hizo necesaria la elección de una metodología de desarrollo de software. Para la realización de esta investigación se definió OpenUp debido a que:

⁸Disciplina que estudia el lenguaje en su relación con los usuarios y las circunstancias de la comunicación.

- Es apropiado para proyectos pequeños y de bajos recursos, permite disminuir las probabilidades de fracaso en los proyectos pequeños e incrementar las probabilidades de éxito.
- Permite detectar errores tempranos a través de un ciclo iterativo.
- Evita la elaboración de documentación, diagramas e iteraciones innecesarias requeridas en la metodología RUP.
- Por ser una metodología ágil tiene un enfoque centrado al cliente y con iteraciones cortas.

1.8.5 Herramienta para el Modelado de Prototipos de Interfaz Gráfica de Usuarios.

Con la finalidad de simular el sistema a construir con un alto nivel de detalle, lograr un mayor entendimiento de los requisitos que no quedaron lo suficientemente claros durante su extracción y para validar los requisitos propuestos antes de iniciar el desarrollo del producto se modelará el prototipo de interfaz gráfica de usuario. Para su desarrollo se hará uso de la herramienta QT Framework, específicamente de su herramienta QT Designer.

QT es una biblioteca de clases multiplataforma para el desarrollo de interfaces gráficas de usuarios, ha sido empleada además para producir aplicaciones sin interfaces gráficas como herramientas de consola y servidores. QT provee numerosas herramientas para el desarrollo completo de aplicaciones.

QT Designer es la aplicación que brinda la biblioteca QT para la creación de la interfaz gráfica de usuarios. Su forma de uso intuitiva permite crear los elementos de la interfaz, asignarle los nombres, definir los eventos y crear las funciones en pocos minutos; para luego codificarlos usando un lenguaje orientado a objetos como C++.

1.9 Conclusiones parciales

En este capítulo se realizó un estudio de diferentes sistemas SCADAs hidráulicos existentes en el mercado mundial, adentrándose en sus características y potencialidades. Se realizó un estudio previo de la metodología de desarrollo, herramienta CASE y lenguaje de modelado a utilizar para el desarrollo de los artefactos. Se definieron los conceptos fundamentales relacionados con el tema de investigación. Se realizó un adentramiento en el estudio de la disciplina de Ingeniería de Requisitos, enfatizando en las técnicas empleadas en esta disciplina.

Capítulo 2: Modelo de Negocio y Requisitos

2.1 Introducción

Obtener un sistema SCADA hidráulico que pueda ser utilizado en cualquier territorio de nuestro país, incluso en tierras foráneas, que satisfaga las necesidades y expectativas de los usuarios finales es uno de los objetivos principales de la presente investigación. Para ello es imprescindible comprender la forma en que funciona el negocio y modelar el mismo, realizando una acertada descripción de cada uno de los procesos de manera tal que resulte comprensible para el cliente.

En este capítulo se realizará un análisis de cómo se llevan a cabo los nuevos procesos identificados, sus objetivos, los requisitos y normativas que se deben cumplir. A través de este análisis se puede comprender la estructura y la dinámica de la organización en la cual se va a implantar el sistema, además de comprender los problemas actuales de la organización e identificar las mejoras potenciales y así asegurar que los consumidores, usuarios finales y desarrolladores tengan un entendimiento común de la organización.

2.2 Modelamiento de negocio.

Un sistema, por pequeño que sea, generalmente es complicado. Por eso se necesita dividirlo en piezas si se pretende comprenderlo y gestionar su complejidad. Esas piezas se pueden representar a través de modelos que permitan abstraer sus características esenciales.

Una técnica para la especificación de los requisitos más importantes del sistema, que da soporte al negocio, es el modelo del negocio, con lo cual se refuerza la idea de que sea el propio negocio lo que determine los requisitos.

De ahí, que en el campo del software también resulte útil la creación de modelos que organicen y presenten los detalles importantes de problemas reales que se vinculan con el sistema informático a construir. Estos modelos deben cumplir una serie de propiedades, entre ellas la de ser coherentes y relacionados. Uno de los modelos útiles previo al desarrollo de un software es el modelo del negocio. Los objetivos de este son:

- Comprender la estructura y la dinámica de la organización en la cual se va a implantar un sistema.
- Comprender los problemas actuales de la organización e identificar las mejoras potenciales.
- Asegurar que los consumidores, usuarios finales y desarrolladores tengan un entendimiento común de la organización.
- Derivar los requisitos del sistema que va a soportar la organización.

Para lograr esos propósitos, el proceso de modelamiento permite obtener una visión de la organización que permita definir los procesos, roles y responsabilidades de la organización en los modelos de casos de uso del negocio. De aquí que este proceso esté relacionado con los de obtención de requisitos y análisis-diseño.

La evaluación del estado del negocio consiste básicamente en evaluar el estado actual de la organización en la cual el sistema será explotado.

2.2.1 Actividades del Modelamiento de Negocio

1. La descripción del negocio actual consiste en entender los procesos y la estructura de la organización (sin entrar en detalles).
2. La descripción del negocio propuesto en detalle tendrá entre sus actividades principales la identificación de los procesos de negocio, delimitación del modelo de casos de uso del negocio, la especificación de los casos de uso del negocio, la identificación de trabajadores y entidades del negocio que ejecutan las realizaciones de los casos de uso del negocio y detallar la definición de las entidades del negocio y las responsabilidades de los trabajadores del negocio.
3. La exploración de la automatización del proceso de negocio significa investigar qué partes del negocio pueden y deben ser automatizadas. Esto implicará la especificación de los requisitos del software y la elaboración del modelo de casos de uso del sistema en una primera aproximación.

Estos tres grupos de actividades se pueden desarrollar en paralelo. En cualquier caso, hasta que todas las actividades no estén concluidas, no culmina el modelamiento del negocio.

En resumen, el objetivo del modelo del negocio es describir los procesos, existentes u observados, con el propósito de comprenderlos. Se especifican qué procesos del negocio soportará el sistema. Además de identificar los objetos del dominio o del negocio, implicados, este modelo establece las competencias que se requieren de cada proceso: sus trabajadores, sus responsabilidades y las operaciones que llevan a cabo.

Una vez alcanzado este objetivo se requiere la identificación y especificación de los requisitos que definen el sistema. Este flujo de trabajo tiene como objetivos.

- Definir el ámbito del sistema.
- Definir una interfaz de usuarios para el sistema, enfocada a las necesidades y metas del usuario.
- Establecer y mantener un acuerdo entre clientes y otros involucrados sobre lo que el sistema debería hacer.
- Proveer a los desarrolladores un mejor entendimiento de los requisitos del sistema.
- Proveer una base para la planeación de los contenidos técnicos de las iteraciones.

La presente investigación se encuentra enmarcada dentro del flujo de trabajo del analista, es decir, se interactúa con el usuario final tanto en la descripción de los procesos de negocio como en la definición de los requisitos del sistema, donde se crea el modelo de casos de uso del sistema y se obtiene el prototipo de interfaz gráfica de usuario; completándose de esta manera el modelado de negocio y la captura de requisitos del sistema.

Entre estos flujos se encuentran el de modelado de negocio, donde se describen los procesos de negocio, identificando quiénes participan y las actividades que requieren automatización; y el flujo de trabajo de requisitos, que define qué es lo que el sistema debe hacer, para lo cual se identifican las funcionalidades requeridas.

A continuación se presenta gráficamente el proceso de administración de requisitos, tomando en cuenta el flujo de actividades propuesto por el Programa de Mejora, adaptándolas a las actividades realizadas para el modelado de procesos de negocio y captura de requisitos y posterior especificación de Casos de uso. En las actividades sólo interviene el analista, debido a que se decidió adaptar las actividades propuestas a la presente investigación.

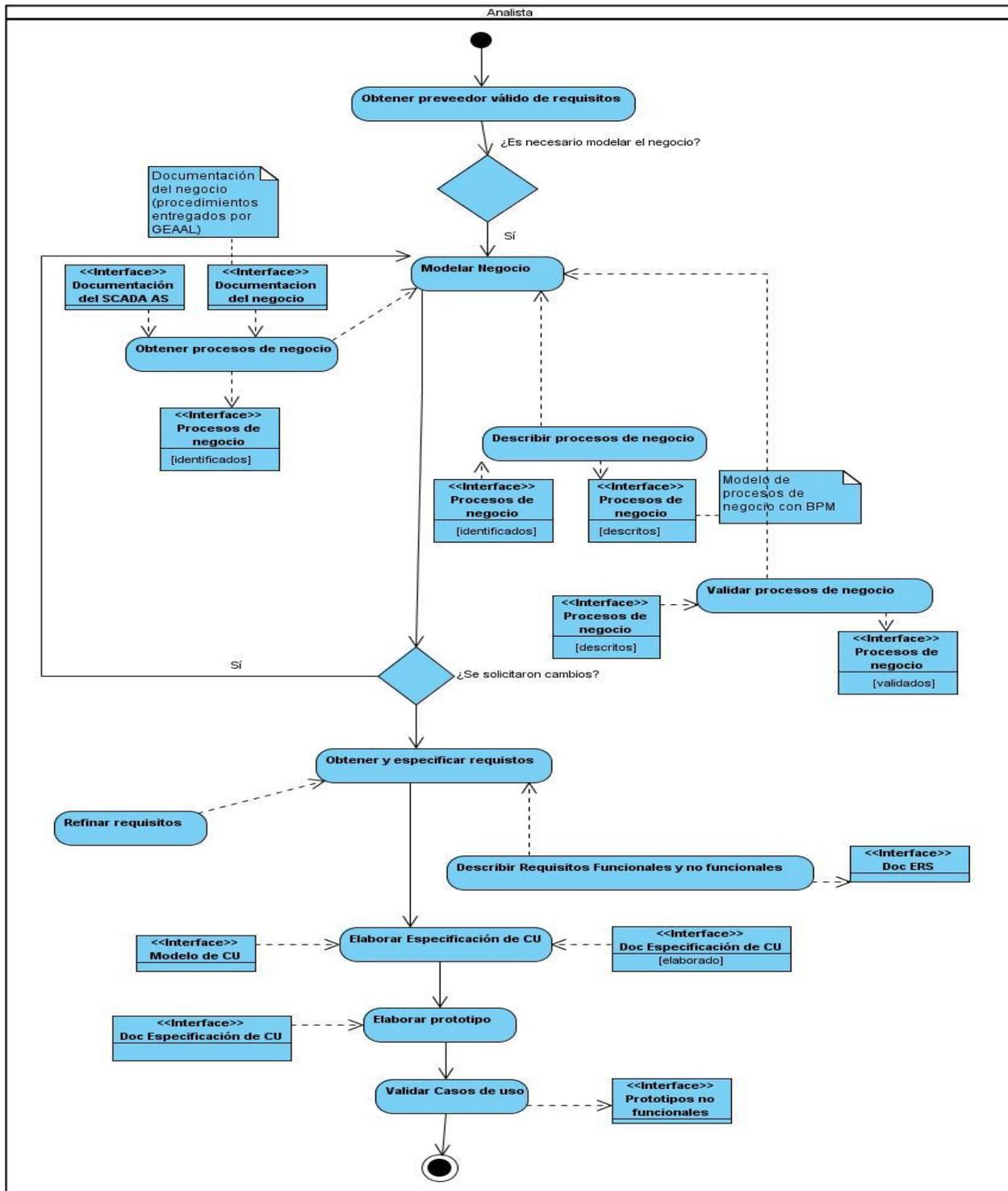


Figura 1 Diagrama de Actividades desarrolladas

2.3 Modelación del negocio actual

En las Empresas de Acueductos y Alcantarillados de todo el país se llevan a cabo varios procesos, los más importantes han sido recogidos en la automatización del sistema SCADA AS, solicitado por la Empresa Aguas Santiago, este permitirá la supervisión en tiempo real de aliviaderos, presas, predicción hidrológica, lluvia, niveles de agua, caudal, presión, parámetros eléctricos y el estado de funcionamiento de los equipos como: bombas, válvulas y equipos de comunicaciones.

El principal objetivo de la presente investigación es identificar y describir nuevos procesos involucrados en la industria hidráulica, más específicamente al sector dedicado al Acueducto y Alcantarillado. Para darle cumplimiento a este objetivo se realizaron encuentros y entrevistas con personal de la empresa HOLA GUA de Holguín, Aguas Varadero de Matanzas, Grupo Empresarial de Acueducto y Alcantarillado (GEAAL), de La Habana, con la finalidad de obtener información acerca de los nuevos procesos propuestos para que sean incluidos en el SCADA hidráulico (Anexo 1).

Uno de los procesos identificados es el de Saneamiento, debido a su importancia y además porque resultará innovador la inserción de este proceso en el SCADA propuesto inicialmente para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Santiago de Cuba. Luego de la rehabilitación hidráulica en la que ha estado inmersa la Ciudad Héroe ha presentado una notable mejoría en la distribución y almacenamiento hidráulico, pero se ha hecho necesario mejorar la infraestructura del alcantarillado, debido a que este puede verse un poco saturado por el incremento de zonas que cuentan con un sistema de acueductos.

Se detectó que la parte donde entran en vigor los procesos de saneamiento no han sido tomados en cuenta, los subprocesos aparejados a este son:

- Drenaje pluvial.
- Vertimiento tanto en fosa como en el sistema de alcantarillado.

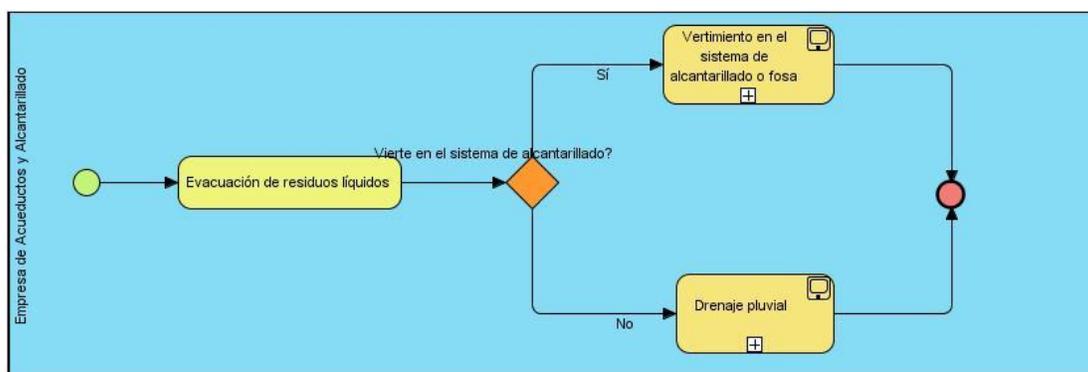


Figura 2 Diagrama del proceso Saneamiento

Nombre	Saneamiento
Misión	Compete la evacuación y tratamiento de los residuales líquidos, lo que incluye operar y mantener la infraestructura sanitaria que comprende el mismo.
Alcance	Validar que los residuos líquidos fluyan hasta los cuerpos finales con la calidad requerida.
Subprocesos	Vertimiento en sistema de alcantarillado o fosa. Drenaje pluvial.

Tabla 1 Descripción del Proceso Saneamiento

2.4 Descripción del subproceso Drenaje pluvial

Nombre:	Drenaje pluvial
Objetivos:	Evacuar el agua de lluvia
Evento(s) que lo generan:	Ocurrencia de precipitaciones
Precondiciones:	Tener instalado un sistema de alcantarillado pluvial
Poscondiciones:	Se evacuó el agua pluvial
Reglas de Negocio:	No aplica
Responsables:	Empresa de Acueducto y Alcantarillado
Clientes internos:	Empresa de Acueducto y Alcantarillado
Clientes externos:	No aplica
Entradas:	Precipitaciones
Salidas:	Recogida del agua pluvial
Actividades:	Evacuación de residuales líquidos Se recogen las aguas pluviales Se vierte en el Sistema de alcantarillado pluvial

	Disposición final en el cuerpo receptor
--	---

Tabla 2 Descripción del subproceso Drenaje pluvial

2.4.1 Diagrama del subproceso Recogida de aguas pluviales

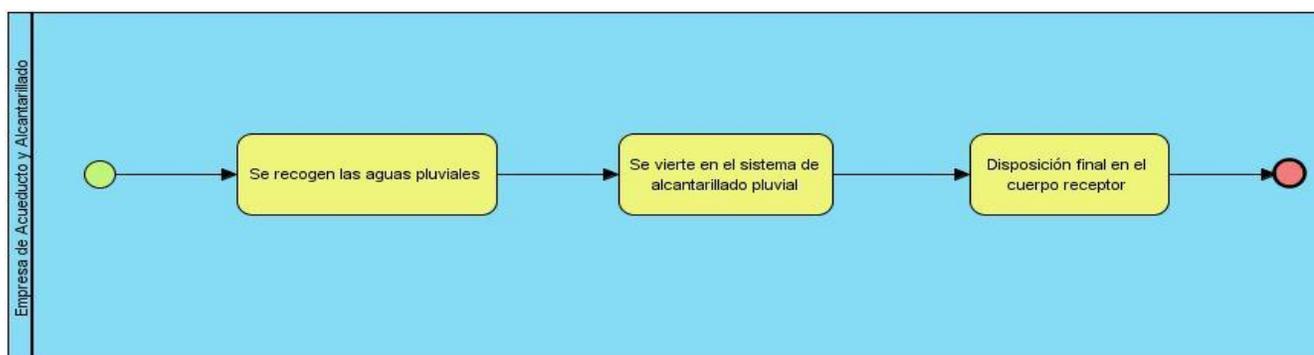


Figura 3 Diagrama del subproceso Drenaje pluvial

2.4.2 Descripción del flujo básico

El subproceso Drenaje pluvial comienza cuando es necesaria la evacuación de las aguas pluviales, es decir, el agua de lluvia acumulada en las calles, al no contar con un sistema de alcantarillado, se recogen estas aguas pluviales por medio de los tragantes dispuestos para esta función y se direccionan al sistema de alcantarillado pluvial, para finalmente verter esta acumulación de agua de lluvia en el cuerpo receptor que puede ser ríos, mares o lagos.

2.5 Descripción del subproceso Vertimiento en el sistema de alcantarillado o fosa

Nombre:	Vertimiento en el sistema de alcantarillado o fosa
Objetivos:	Evacuar los residuos líquidos provenientes del uso del hogar
Evento(s) que lo generan:	La utilización de agua en las tareas o actividades del hogar
Precondiciones:	Estar conectado a una red de alcantarillado o fosa para evacuar los desechos
Poscondiciones:	Verter satisfactoriamente los desechos con la calidad requerida
Reglas de Negocio:	(Ver epígrafe 2.5.3 Normativas para el subproceso de Vertimiento en el

	sistema de alcantarillado o fosa)
Responsables:	Empresa de Acueductos y Alcantarillado Cliente
Clientes internos:	Empresa de Acueductos y Alcantarillado
Clientes externos:	Cliente de la empresa
Entradas:	Desechos o residuales líquidos Solicitud de limpieza
Salidas:	Control de monitoreo Informe de Datos de solicitante de limpieza Informe de evaluación Plan de evaluación Inspección técnica Evacuación de los residuales o desechos líquidos
Actividades:	Evacuación de residuales líquidos Vertido en fosa Solicita limpieza de fosa Solicita datos del cliente Se ejecuta la limpieza Se conduce hasta los órganos de tratamiento Supervisión y monitoreo de los órganos de tratamiento Disposición final en el cuerpo receptor Evaluación del impacto en el punto de vertimiento Se toman decisiones Evacúa en el sistema de alcantarillado Se opera y da mantenimiento a la red de alcantarillado y estación de bombeo

Tabla 3 Descripción del subproceso Vertimiento en el sistema de alcantarillado o fosa

2.5.1 Diagrama del subproceso Vertimiento en el sistema de alcantarillado o en fosa

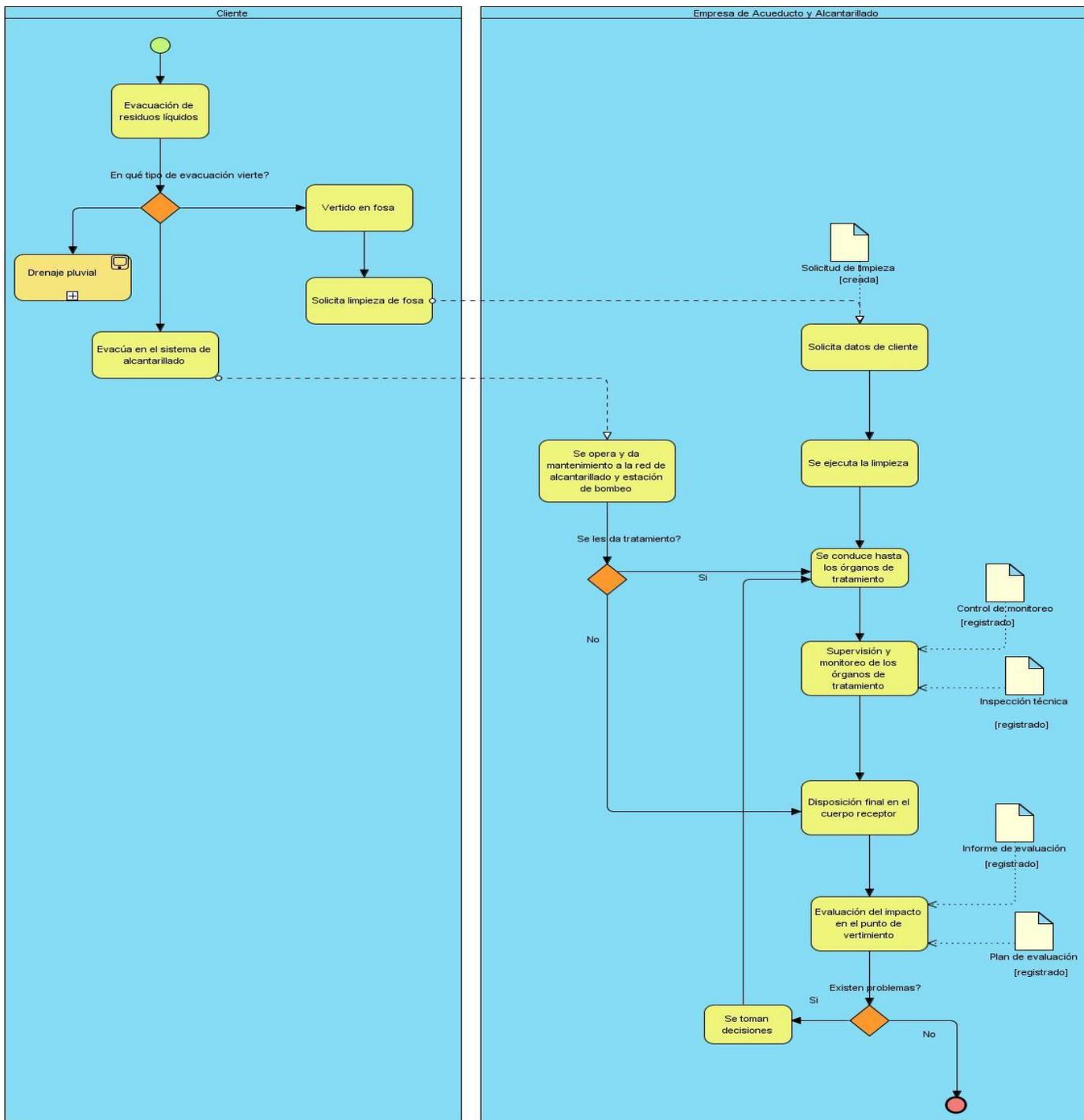


Figura 4 Diagrama de proceso del subproceso Vertimiento en el sistema de alcantarillado o fosa

2.5.2 Descripción del flujo básico del subproceso Vertimiento en el sistema de alcantarillado o fosa

El subproceso de vertimiento en el sistema de alcantarillado o fosa comienza cuando el cliente necesita evacuar los residuos líquidos resultantes del empleo doméstico del agua. Esta actividad puede tomar dos caminos en dependencia del tipo de evacuación donde vierta el cliente. Si es en una fosa, el cliente solicita su limpieza a la Empresa de Acueductos y Alcantarillado, esta registra sus datos y crea la solicitud de limpieza, luego se dispone el carro pipa para esta función y se ejecuta la limpieza en el lugar solicitado. Seguidamente se conduce el contenido resultante hasta los órganos de tratamiento y se realiza su supervisión y monitoreo, donde se registra la información resultante en los documentos Control de monitoreo e Inspección técnica. Luego se evacúan los residuos tratados en el cuerpo receptor y se evalúa el impacto en el punto de vertimiento registrando los resultados en el Informe y en el Plan de evaluación. Si existieran problemas, con alguno de los parámetros que se miden para poder verter el residuo tratado, se toman las decisiones y medidas pertinentes y se conduce nuevamente hasta los órganos de tratamiento, en caso contrario culmina el subproceso. Si el tipo de evacuación fuera el sistema de alcantarillado, la Empresa opera y da mantenimiento a la red de alcantarillado y estación de bombeo, si es necesario darle tratamiento a los residuales se conducen hasta los órganos de tratamiento y sigue el mismo flujo de actividades que en el caso de la fosa, en caso contrario se vierte finalmente en el cuerpo receptor e igualmente continúa la secuencia de actividades del caso de la fosa.

2.5.3 Normativas para el subproceso de Vertimiento en el sistema de alcantarillado o fosa

La preservación de la calidad de las aguas terrestres adquiere cada vez mayor importancia por lo que implican para la sociedad las pérdidas por concepto de deterioro de aquella, desde los puntos de vista higiénico - sanitario, económico, ambiental, social, estético y cultural. Tan solo los riesgos que para la salud del hombre representan el consumo de aguas contaminadas, justifica que se regule el vertimiento de residuales a los cuerpos receptores. Téngase en cuenta que un grupo numeroso de patologías en el hombre tienen origen hídrico. Estas pueden ir desde las enfermedades entéricas hasta las derivadas de la ingestión de elementos tóxicos contenidos en las aguas.

La propuesta de que el SCADA monitoree el proceso de evacuación de los residuales ejecutadas tanto en la planta de tratamiento residual como en las lagunas de estabilización o tanque séptico, en dependencia del sistema para tratar residuales a monitorizar es factible, por lo que se hace necesario el control y medición de parámetros o variables para asegurar que la calidad del agua depositada en el cuerpo receptor sea la idónea. A continuación se develan los rangos que deben cumplir los parámetros, según la clasificación cualitativa del

cuerpo receptor. En este primer caso se expondrá la norma a cumplir para el vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado.

Los cuerpos receptores se clasificarán cualitativamente según su uso de la forma siguiente:

Clase A: Ríos, embalses y zonas hidrogeológicas que se utilizan para la captación de aguas destinadas al abasto público y uso industrial en la elaboración de alimentos. La clasificación comprende a los cuerpos de aguas situados en zonas priorizadas de conservación ecológica.

Clase B: Ríos, embalses y zonas hidrogeológicas donde se captan aguas para el riego agrícola en especial donde existan cultivos que se consuman crudos, se desarrolla la acuicultura y se realizan actividades recreativas en contacto con el agua, así como cuerpos de agua que se explotan para el uso industrial en procesos que necesitan de requerimientos sobre la calidad del agua. La clasificación comprende los sitios donde existan requerimientos menos severos para la conservación ecológica que los comprendidos en la Clase A.

Clase C: Ríos, embalses, zonas hidrogeológicas de menor valor desde el punto de vista del uso como: aguas de navegación, riego con aguas residuales, industrias poco exigentes con respecto a la calidad de las aguas a utilizar, riego de cultivos tolerantes a la salinidad y al contenido excesivo de nutrientes y otros parámetros.

		Ríos y Embalses			Acuífero vertimiento en suelo y zona no saturada de 5 m			Acuífero vertimiento directo a la zona saturada		
Parámetros	UM	A	B	C	A	B	C	A	B	C
pH	Unidades	6,5-8,5	6-9	6-9	6-9	6-9	6-10	6-9	6-9	6-10
Conductividad eléctrica	μ S/cm	1 400	2 000	3 500	1 500	2 000	4 000	1 500	2 000	4 000
Temperatura	°C	40	40	50	40	40	50	40	40	50
Grasas y aceites	mg/L	10	10	30	5	10	30	Ausente	10	20
Materia flotante	-	Ausente	Ausente	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente
Sólidos Sedimentables Totales	mL/L	1	2	5	1,0	3,0	5,0	0.5	1,0	5,0

DBO ₅	mg/L	30	40	60	40	60	100	30	50	100
DQO (Dicromato)	mg/L	70	90	120	90	160	250	70	140	250
Nitrógeno total (Kjd)	mg/L	5	10	20	5	10	15	5	10	15
Fósforo total	mg/L	2	4	10	5	5	10	5	5	10

Tabla 4 Límites máximos permisibles promedio

Vertimiento de aguas residuales a las costas y aguas marinas.

Los cuerpos receptores se clasificarán cualitativamente según su uso de la forma siguiente:

Clase A: Áreas marinas de corales o de zonas de conservación ecológica o áreas protegidas.

Clase B: Áreas marinas dedicadas al baño y donde se realizan actividades recreativas en las que las personas entran en contacto con el agua.

Clase C: Áreas marinas donde se desarrolla la pesca.

Clase D: Áreas marinas cuyas aguas se toman para uso industrial como la generación de energía.

Clase E: Áreas marinas constituidas por bahías donde se desarrolle la actividad portuaria.

Clase F: Áreas marinas sin uso específico.

		Clase del cuerpo receptor				
Parámetros	UM	A	C	D	E	F
pH	Unidades	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	5,0 – 10,0	S. R.
Temperatura	°C	(a)	(a)	S. R.	40	S. R.
Grasas y aceites	mg/L	0,5	0,5	0,5	5	50
Materia flotante	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	S. R.
Sólidos Sedimentables	mL/L	1	50	10	10	S. R.
DBO ₅	mg/L	30	100	30	30	S. R.
DQO (Dicromato)	mg/L	70	250	70	70	S. R.
Nitrógeno total (Kjeldahl) + Ni-trato	mg/L	2	20	10	10	S. R.

Fósforo total	mg/L	0,01	15	2	2	S. R.
---------------	------	------	----	---	---	-------

Tabla 5 Límites máximos permisibles

(a): No se incrementará el tenor medio natural del entorno.

S. R: Sin restricción.

2.5.4 Equipamiento y recursos humanos involucrados

Para la monitorización del proceso Saneamiento, es necesario conocer los equipos así como las personas involucradas en este, debido a que un elemento fundamental en el modelamiento del negocio, es conocer la dinámica de la organización. A continuación se develan los elementos mencionados anteriormente.

Recursos materiales:

- Bombas.
- Equipos Hipocloradores con tanques y accesorios.
- Equipos cloradores y Bombas auxiliares c/ accesorios.
- Centro de Distribución.
- Grupos electrógenos.
- Productos Químicos.
- Conductoras y redes de material diverso.
- Equipos especializados para ejecutar los trabajos de Pitometría.
- Transporte automotor; motos, camionetas, Camiones.
- Válvulas.
- Estaciones de Bombeo.
- Lagunas de Oxidación.
- Elermeyer y tubos de ensayo
- Hipoclorito
- Medidor de caudal

Recursos humanos

- Director
- Especialista en manejo de los Recursos Hídricos (RH).
- Técnico en RH.

- Técnico Auxiliar de Recursos Hídricos.(Jefe de brigada)
- Manipulador de válvula.
- Operador A de Estación de Bombeo Eléctrico.
- Operador B de Estación de Bombeo Eléctrico.
- Mecánico Integral de Equipo de Bombeo.
- Jefe de Acueducto.
- Chofer C (Pipas).
- Especialista en Manejo de RH.
- Técnico en Ciencias Informáticas.
- Operario de Lagunas de Estabilización.
- Operador de Estaciones de Bombeo de Acueducto de aguas residuales.
- Operario de mantenimiento, reparación y construcción de obras e instalaciones hidráulicas.
- Operario ayudante de mantenimiento, reparación y construcción de obras e instalaciones hidráulicas.

2.5.4.1 Planta de tratamiento residual

Una de las funciones fundamentales que debe cumplir el SCADA es la monitorización de los equipos, para que el personal de la planta tenga conocimiento del correcto o incorrecto funcionamiento del equipamiento, y así tomar decisiones correctoras para la situación anómala, en caso que sucediese alguna.

Aunque no todas las provincias del país tienen plantas de tratamiento residual, es importante plasmar en la presente investigación, las variables a controlar en esta, en caso de que el SCADA AS se instale con las nuevas propuestas de controlar y supervisar el proceso de saneamiento.

En una planta de tratamiento residual es necesario conocer los valores de entrada y salida de determinadas variables. A continuación se develan.

Parámetros	U/M	Entrada	Salida
Caudal	m ³ /d	X	X
DBO	mg/l	X	X
DQO	mg/l	X	X
Sólidos Sedim		X	X

Residuo total		X	X
Oxígeno dis.			X
Colif. Totales			X
Colif. Fecales			X
Otras			

Tabla 6 Valores de entrada y salida en la planta de tratamiento residual

Para la adquisición de los valores de estos parámetros es necesario también el control y supervisión de los equipos proveedores de estos. A continuación se devala el equipamiento e instrumentación utilizados en la planta de tratamiento residual.

- Inc.DBO⁹
- Aparato DQO¹⁰
- Medidor O₂
- Conos Imhoff
- Estufa
- Balanza
- Bureta

El personal involucrado en las actividades en la planta de tratamiento residual es:

- Administrador o Jefe de Planta
- Ingeniero o tecnólogo de Planta
- Analista
- Operador

2.6 Telegestión

En las circunstancias actuales, donde el agua es un bien escaso y los problemas de sequía se han convertido en un fenómeno habitual, los sistemas que ponen énfasis en un control más efectivo del consumo van adquiriendo cada día mayor relevancia. Por otra parte, las empresas suministradoras están enfocando cada vez más su gestión en la orientación al cliente y todas las innovaciones que permitan una mejora en los procesos de servicio al cliente son de gran importancia. En este contexto, la lectura de los contadores no debe ser un mero instrumento para permitir la facturación a los clientes, sino una herramienta que proporcione

⁹ Demanda Biológica de Oxígeno

¹⁰ Demanda Química de Oxígeno

mayor información sobre el consumo de agua, mejor servicio a los clientes y contribuya a mejorar la eficiencia de los sistemas de abastecimiento.

Para la obtención de un acueducto ideal, se hace necesaria la telegestión, es decir la posibilidad de medir los consumos de agua de los consumidores. Esta tecnología resulta costosa para un país como Cuba, por las limitaciones económicas, por lo que la alternativa encontrada, es telemedir los grandes consumidores de agua por parte de las empresas con una mayor automatización de sus procesos. A pesar de esta limitante, se hace la propuesta de agregarle esta funcionalidad al SCADA AS, para medir los sectores hidráulicos.

2.6.1 Descripción del proceso de Telegestión de sectores hidráulicos

Nombre:	Telegestión de sectores hidráulicos.
Objetivos:	Monitorizar el consumo hídrico de los sectores hidráulicos.
Evento(s) que lo generan:	Inicio del abastecimiento de agua a los sectores hidráulicos que maneja la empresa suministradora.
Precondiciones:	Tener un metrocontador instalado en cada sector
Poscondiciones:	Se registró el consumo de agua de cada sector
Reglas de Negocio:	No aplica
Responsables:	Lector, Empresa de Acueductos y Alcantarillado
Clientes internos:	Empresa de Acueductos y Alcantarillado
Clientes externos:	Clientes del sector
Entradas:	Lectura del contador
Salidas:	Información de lectura de consumo
Actividades:	Desea realizar telelectura Realiza lectura de contador Conecta al cuadro de contadores Descarga información Emite señal y lee todos los consumos Consulta contador

	Muestra información
--	---------------------

Tabla 7 Descripción del proceso Telegestión

2.6.2 Diagrama del proceso Telegestión

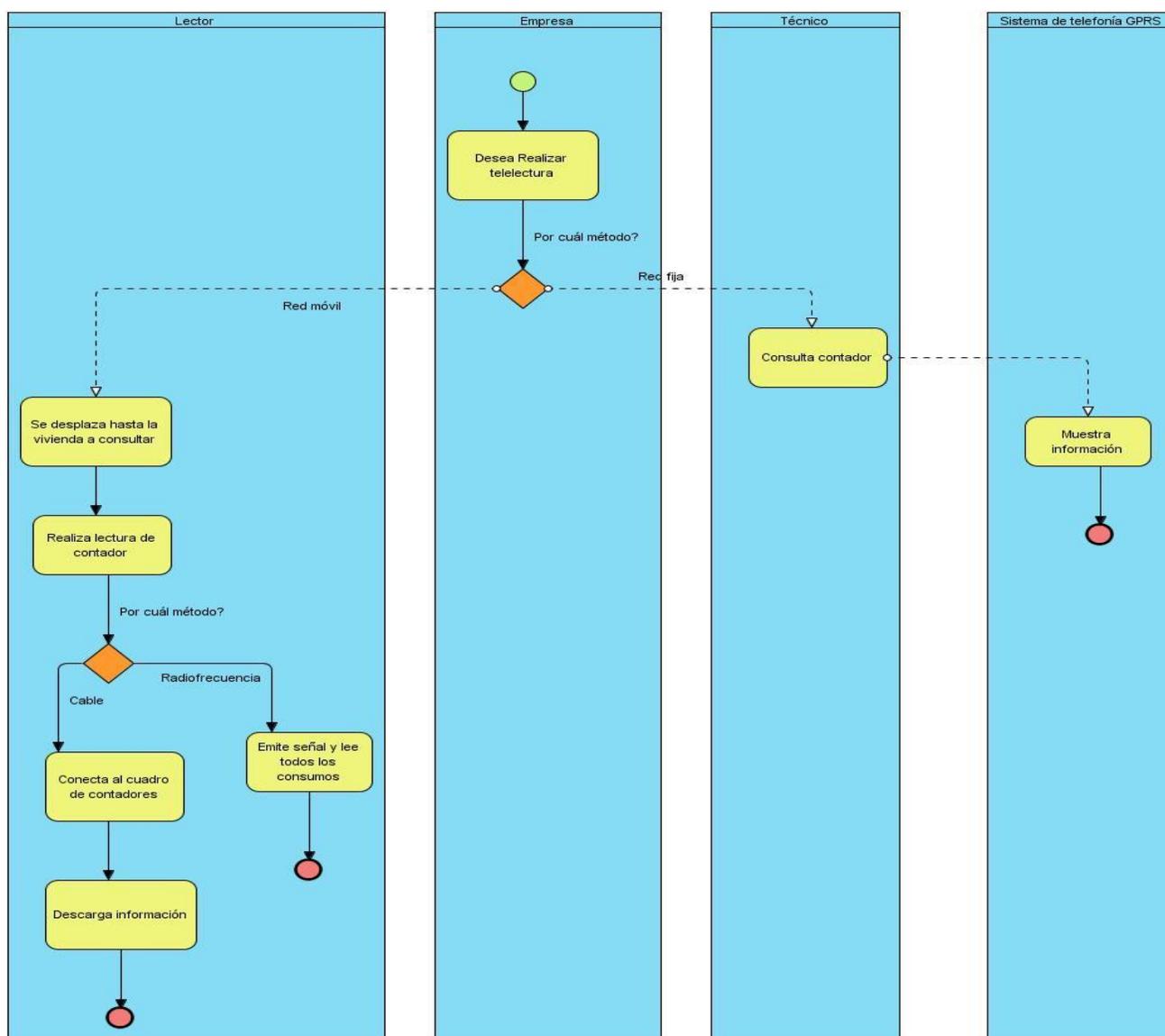


Figura 5 Diagrama de proceso de Telegestión

2.6.3 Descripción del flujo básico del proceso Telegestión

El proceso de Telegestión se inicia cuando la Empresa de Acueductos y Alcantarillado desea realizar la telelectura de los sectores hidráulicos. Esta se puede aplicar por red fija: el técnico puede acceder a los contadores desde su oficina, en su propio ordenador, mediante un sistema de telefonía móvil (GPRS). O red móvil: el lector se desplaza hasta las viviendas y lee los contadores por radio frecuencia, con una terminal de lectura portátil (TPL) que emite una señal que lee todos los consumos. O por cable: la TPL se conecta mediante un cable con el cuadro de contadores.

2.6.4 Equipamiento y recursos involucrados

Equipos

- Contadores
- Automatas

Recursos humanos

- Técnico
- Lector
- Operario

2.6.5 Potencialidades de la Telegestión

A pesar de que la telelectura es un proceso gestionado y automatizado por las empresas del mundo desarrollado, es importante la inclusión de este proceso en nuestras empresas de acueductos y alcantarillado, es un método de contabilización de recursos hidráulicos que puede ser un poco costoso, por lo que se propone la utilización de esta funcionalidad para medir el consumo en los sectores hidráulicos que maneja la empresa.

La inserción de la Telegestión en el SCADA, con el objetivo de tener un mayor control de los volúmenes de agua que consume cada sector, trae aparejadas disímiles ventajas, seguidamente se exponen algunas de ellas.

- **Centralización de la lectura.** El proceso de medida de los contadores queda totalmente automatizado y de forma remota: los datos llegarán a las instalaciones de la empresa sin necesidad de desplazar a operarios.
- **Mejora de la calidad del servicio.** El sistema permitirá disponer de lecturas reales en menores períodos de tiempo y de forma más efectiva.
- **Ahorro en mantenimiento.** La gestión y monitorización de la red de comunicaciones está totalmente centralizada, así como los contadores. Esto permite disponer de un mantenimiento predictivo.

2.7 Especificación de Requisitos

“La parte más difícil de construir un sistema de software es decidir qué construir. [...] Ninguna otra parte del trabajo afecta más negativamente al sistema final si se realiza de manera incorrecta. Ninguna otra parte es más difícil de rectificar después. Por lo tanto, el desarrollo del software sólo puede ser iniciado cuando se tiene bien establecido lo que se quiere producir.” (14)

Anteriormente en el presente trabajo se definieron los nuevos procesos que tienen lugar en las empresas de acueductos y alcantarillados, posteriormente se mostrarán los requisitos obtenidos tras la culminación del modelado de negocio, atendiendo las peticiones y necesidades de los cliente, en este caso, el GEAAL. La especificación de requisitos de software se efectuará como una descripción de casos de uso, ilustrando cada una de las funcionalidades a realizar de una manera comprensible, lo que resulta primordial para el desarrollo del software.

Para la descripción de los casos de uso se tuvieron en cuenta varios aspectos como la descripción de flujos básicos, el prototipo de interfaz gráfica de usuario. En el Anexo 2 se puede consultar el modelo de plantilla que se definió para esta actividad. Los objetivos principales de la realización de los casos de uso son:

- Definir el límite entre el sistema a desarrollar y los elementos externos a ese sistema (actores usuarios del sistema).
- Capturar el conjunto de funcionalidades y comportamientos del sistema a desarrollar.

2.7.1 Propuesta de requisitos

Para la propuesta de los requisitos funcionales se reutilizaron los del SCADA AS, debido a que básicamente se necesita que el sistema brinde las funcionalidades que brinda el SCADA anteriormente mencionado, lo que la propuesta de esta investigación es utilizarlo también para monitorizar y consecuentemente optimizar los procesos realizados en una planta de tratamiento residual. A continuación se expondrán los requisitos funcionales más importantes pedidos por el personal de las empresas de acueductos y alcantarillado entrevistados.

Requisitos Funcionales

RF1 Generar reportes

El sistema debe permitir generar reportes a partir de los diseños ya creados.

RF 1.1 Seleccionar datos a reportar

El sistema debe permitir seleccionar los datos a incluir en el reporte, estos tienen que estar dentro de los datos válidos para el usuario al que va dirigido el reporte.

RF 1.2 Incorporar gráficos estáticos

El sistema debe permitir la posibilidad de agregar al reporte imágenes estáticas, estas pueden ser logotipos o imágenes con formato estándar (JPG, SVG).

RF 1.3 Generar gráficos a partir de los datos

El sistema debe permitir la generación de gráficos típicos a partir de los datos importados para el reporte. Estos pueden ser gráficos de barras, pastel, de línea continua y de puntos.

RF 1.4 Seleccionar el formato de los reportes generados

El sistema debe permitir la generación de los reportes en los siguientes formatos: Valores separados por coma (CSV), PDF, HTML e Impresión en papel.

RF 1.5 Almacenar el reporte

El sistema debe permitir guardar el reporte.

RF2 Operar alarmas

El sistema debe permitir accionar e interactuar con las alarmas que se sucedan.

RF 2.1 Silenciar alarmas

El sistema debe permitir silenciar alarmas, es decir, quitarle el sonido a las alarmas activas.

RF 2.2 Eliminar alarmas

El sistema debe permitir eliminar alarmas del sumario de alarmas recientes.

RF 2.3 Reconocer alarmas

El sistema debe permitir realizar la desactivación de la alarma cuando su estado es reconocido.

RF3 Registrar sucesos en bitácora

El sistema debe permitir registrar las aclaraciones pertinentes a algún hecho que se haya producido.

RF4 Obtener información de lectura

El sistema debe permitir obtener informaciones generadas por la telelectura de los sectores.

RF5 Configurar parámetros de equipos

El sistema debe permitir la configuración de los equipos, establecer los límites mínimos y máximos para los parámetros asociados a la generación de alarmas.

RF6 Adquirir información de campo

RF6.1 El sistema debe permitir adquirir, obtener y almacenar los datos de los dispositivos de control (PLC, remoto, etc.) conectados al SCADA.

RF6.2 El sistema debe permitir controlar cuándo y con qué frecuencia se obtendrán los datos de los dispositivos de campo de acuerdo a los parámetros configurados.

RF7 Transmitir los valores de las variables. Solicitud de lectura.

El sistema debe permitir conocer las capacidades del dispositivo en cuanto a la transmisión de los valores de sus variables.

RF8 Manejar variables

El sistema debe permitir obtener el listado de todas las variables, con su frecuencia de medición correspondiente.

RF8 Monitorear dispositivos

El sistema debe permitir conocer el estado de operatividad de los dispositivos de control.

Requisitos no Funcionales

Usabilidad

- El sistema debe ser usable por aquellos usuarios que tengan una experiencia básica, media y avanzada en los procesos de Saneamiento y Telegestión, para esto el sistema debe poseer una interfaz gráfica donde se encuentren las herramientas que el usuario necesita para desarrollar su trabajo sin necesidad de una extensa capacitación o supervisión constante.
- El sistema debe ser fácil de instalar.

Apariencia o Interfaz Gráfica:

- La interfaz gráfica de usuario debe proporcionar, de forma coherente y sencilla, interactividad para todas las funcionalidades de la aplicación.
- El sistema tendrá un ambiente amigable y sencillo, se deben utilizar colores frescos y de fácil ajuste a la visión permitiendo que el usuario se adapte con facilidad.
- El sistema permitirá claridad en los servicios que brinda, con términos asociados a los procesos de Saneamiento y Telegestión, propiciando que el usuario tenga un buen entendimiento de las potencialidades que brinda.

Disponibilidad

- El sistema deberá estar disponible las 24 horas del día, diariamente.
- El sistema no impedirá a los usuarios autorizados el acceso a los datos.

Funcionamiento

- El sistema debe responder en un tiempo relativamente rápido a las peticiones del usuario (como máximo 15 segundos).
- El sistema debe permitir trabajar concurrentemente 5 usuarios conectados como mínimo.
- El sistema debe poder exportar las notificaciones de alarmas vía SMTP.
- El sistema debe permitir configurar qué tipo o categoría de alarmas serán exportadas vía SMTP.

Soporte

- Una vez instalado el producto contará con un manual de usuario.

- El sistema debe ser de arquitectura abierta y distribuida, modular, de capacidad escalable y tecnología actualizable de acuerdo a las necesidades operacionales y tendencias tecnológicas de las aplicaciones y componentes que se ejecutan o interactúan con el sistema, para evitar que se vuelva obsoleto con el decursar del tiempo.

Modelo de Casos de Uso

Los usuarios del sistema son representados mediante los actores y la forma en que estos usan el sistema es representada a través de los Casos de uso, estos últimos son fragmentos de funcionalidades que debe cumplir el sistema. En los siguientes epígrafes se muestran los actores y los casos de uso identificados.

Para la propuesta de los Casos de uso se reutilizaron los del SCADA AS, debido a que básicamente se necesita que el sistema brinde las funcionalidades que brinda el SCADA anteriormente mencionado, lo que la propuesta de esta investigación es utilizarlo también para monitorizar y consecuentemente optimizar los procesos realizados en una planta de tratamiento residual.

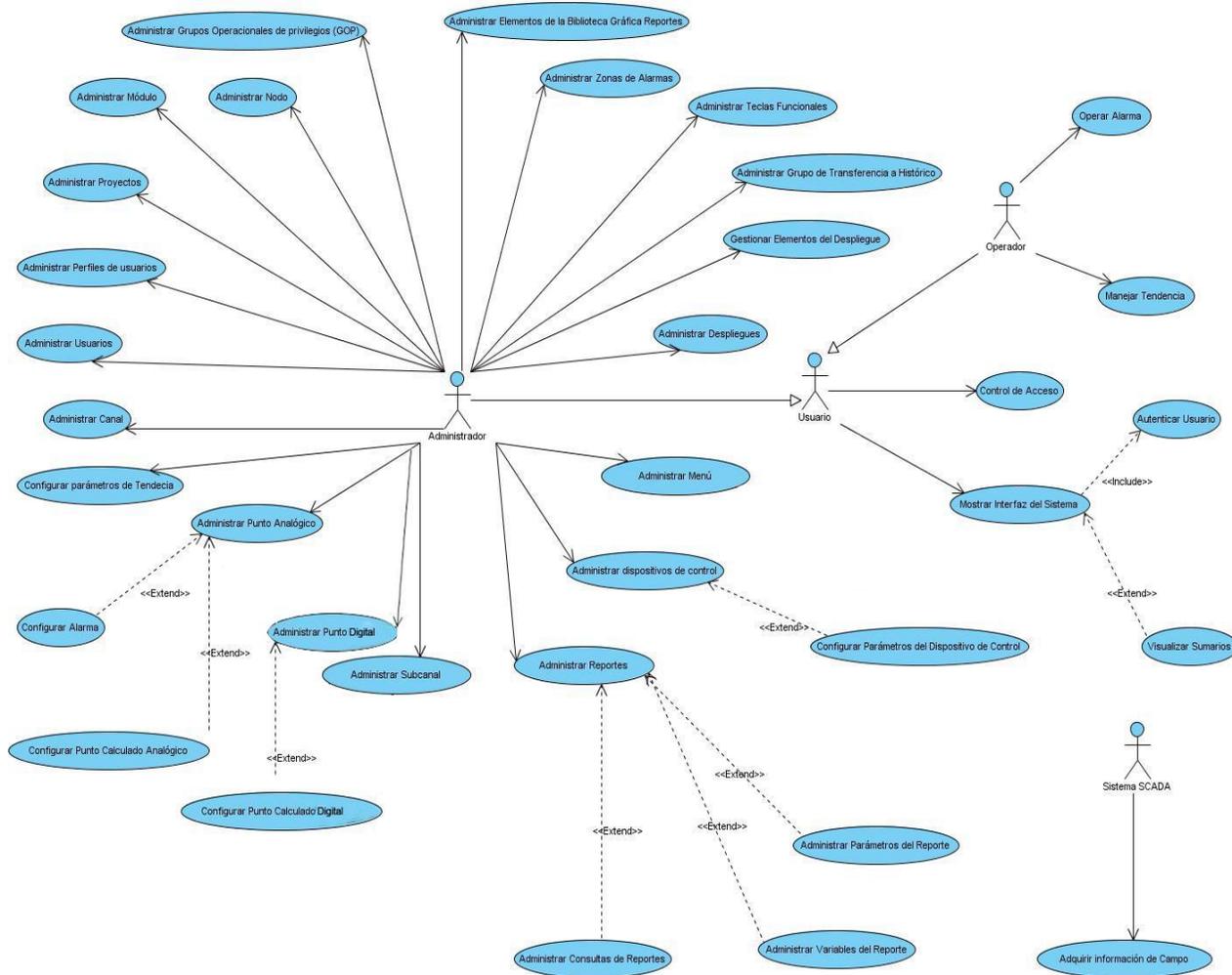


Figura 6 Modelo de Casos de uso

2.7.1 Actores del sistema

Los actores del sistema son agentes externos: pueden ser personas (usuarios) u otros sistemas que ocupan ese rol al interactuar con el sistema. En este caso en particular quien hará uso del sistema será el Operador y el Configurator.

Actores	Objetivos
Operador	El operador es el encargado de supervisar las operaciones que permiten realizar los procesos de saneamiento y telegestión.
Configurador	Configura los parámetros del sistema.
Administrador	Encargado de la gestión de los usuarios y administración del sistema.

Tabla 8 Actores del sistema

2.7.2 Especificación de Casos de uso del sistema

Las especificaciones de casos de uso se realizaron con el objetivo de lograr una mejor comprensión de los procesos a automatizar. En ellas se describen los diferentes flujos de sucesos entre el actor y el sistema. En este epígrafe se describen los casos de uso arquitectónicamente significativos que son aquellos que representan las partes más críticas del sistema. Es importante decir que se reutilizaron algunos casos de uso de la línea base, el SCADA AS, pero puestos en función de los procesos de Saneamiento y Telegestión. Se presentan además los prototipos de interfaz gráfica y se describen además otras propuestas de Casos de uso.

Caso de Uso:	Generar reportes	
Actores:	Operador	
Propósito:	Brindarle la posibilidad al usuario de generar reportes del sistema, así como almacenarlo e imprimirlo.	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el operador desea generar un reporte del sistema, para luego guardarlo o imprimirlo, incluso ambas	
Referencia:	RF1.1, RF1.2, RF1.3, RF1.4, RF1.5	
Complejidad:	Media	
Prioridad:	Alta	
Precondiciones:	El usuario debe haberse autenticado previamente. Las plantillas de diseño del reporte deben estar confeccionadas	
Postcondiciones:	Se efectuó la generación del reporte	
Flujo Normal de Eventos:		
Acción del Actor:	Respuesta del Sistema:	
1. Solicita una previsualización del diseño (menú ver o botón previsualización de la barra de herramientas).	1.1 El generador parsea el XML correspondiente al diseño, validando todas las conexiones a la base de datos.	
2.	2.1 Muestra plantillas de diseño creadas para los reportes.	
3. Selecciona plantilla.		
4. Selecciona los datos necesarios para generar el informe, deben estar dentro del grupo autorizados para el usuario. Especifica rango de tiempo o alguna otra característica de su interés.	4.1 Realiza las consultas (búsquedas) pertinentes a la base de datos. El sistema debe ser capaz de generar los siguientes reportes: -Reportes de consumo -Reportes de falla. -Reportes de eventos del sistema. -Reportes históricos.	

	<p>-Reportes de libre configuración por el usuario autorizado para tal fin</p> <p>-Reportes de todas las alarmas: Un reporte de todas las alarmas existentes</p> <p>-Frecuencia de alarmas: Reporte de las 10 alarmas más frecuentes</p> <p>-Alarmas reconocidas: Reporte que lista todas las alarmas que han sido reconocidas en un período de tiempo inicio a tiempo fin configurables</p> <p>-Alarmas no reconocidas: Reporte que lista todas las alarmas que no han sido reconocidas en un período de tiempo inicio a tiempo fin configurables</p> <p>-Alarmas deshabilitadas: Reporte que liste todas las alarmas deshabilitadas</p>
	5.1 Ofrece la posibilidad de insertar información gráfica estática, tales como logotipos, imágenes cargadas en los formatos estándar.
6 Selecciona la imagen a cargar	6.1 Carga la imagen satisfactoriamente
	7.1 Brinda la posibilidad de generar gráficos: de barras, pastel, líneas continuas, por puntos
8 Escoge el tipo de gráfico a generar	8.1 Muestra el gráfico con la información generada
9 Solicita previsualizar el reporte	9.1 Muestra previsualización del reporte
10 Selecciona cerrar previsualización	10.1 Se cierra el previsualizador
	10.2 Se genera el reporte
11 Solicita almacenar el reporte	<p>11.1 Muestra los formatos en los que se puede generar el reporte</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valores separado por Comas(CSV). ▪ PDF. ▪ HTML.

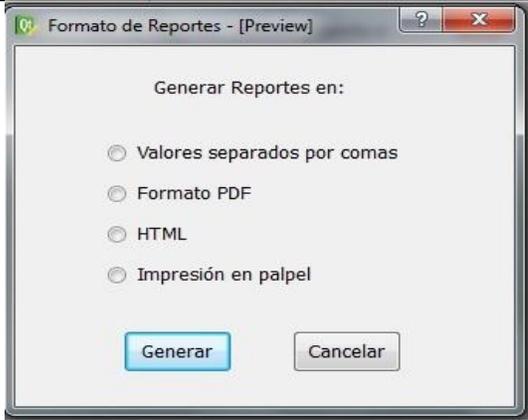
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impresión en papel.
12 Selecciona el formato	12.1 Almacena o imprime el reporte
	Termina el caso de uso.
Flujo Alternativo de eventos:	
Acción del Actor:	Respuesta del Sistema:
Previsualizar diseño	
	1.2 Muestra mensaje de error "Error en parseo o conexión a la base de datos".
	Termina el caso de uso.
Prototipo	
	

Tabla 9 Descripción de CU Generar reportes

Caso de Uso:	Operar alarmas
Actores:	Operador
Propósito:	Brindarle la posibilidad al usuario de gestionar el trabajo con las alarmas
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el operador desea realizar alguna acción sobre las alarmas: silenciarla, reconocerla o eliminarla, activarla.
Referencia:	RF2.1, RF2.2, RF2.3, RF2.4, RF2.5, RF2.6
Complejidad:	Media
Prioridad:	Alta
Precondiciones:	El sistema debe mostrar las alarmas activas
Postcondiciones:	Se silenció, reconoció o eliminó la alarma.
Flujo Normal de Eventos:	

Acción del Actor:	Respuesta del Sistema:
	1.1 Brinda la posibilidad de reconocer, silenciar y eliminar una alarma. 1.1.2 En caso de que decida reconocer alarma ir a sección "Reconocer" 1.1.3 En caso de que decida Silenciar alarma ir a sección "Silenciar" 1.1.4 En caso de que decida Eliminar alarma ir a sección "Eliminar"
Sección "Reconocer"	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. Da doble clic sobre la alarma activa.	1.1 La alarma deja de parpadear
	2.1 Termina el caso de uso
Sección "Silenciar"	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. Selecciona la alarma activa, y presiona silenciar	1.1 La alarma deja de sonar
Sección "Eliminar"	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. Selecciona la alarma activa, y presiona eliminar	1.1 La alarma se elimina del panel de alarmas.
Flujo Alternativo de eventos:	
Acción del Actor:	Respuesta del Sistema:

Prototipo

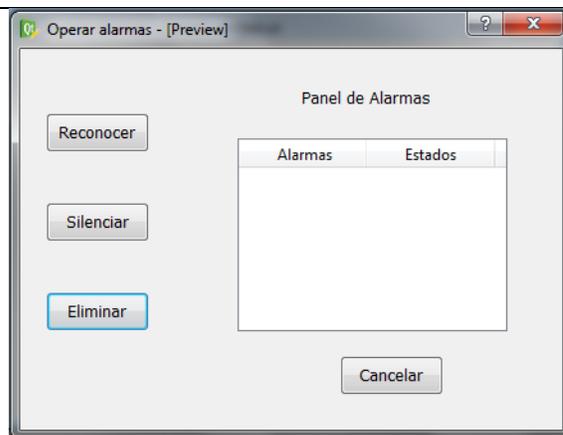


Tabla 10 Descripción de CU Operar alarmas

Caso de Uso:	Registrar sucesos en bitácora
Actores:	Operador
Propósito:	Registrar a través del sistema sucesos relacionados con el monitoreo y control de procesos de saneamiento y telegestión.
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el operador desea registrar sucesos que se corresponden con explicaciones de alguna eventualidad y son almacenadas en el registro de eventos
Referencia:	RF3
Complejidad:	Media
Prioridad:	Media
Precondiciones:	El usuario se ha autenticado en el sistema
Postcondiciones:	Los sucesos han quedado registrados en el registro de eventos
Flujo Normal de Eventos:	
Acción del Actor:	Respuesta del Sistema:
1.Necesita visualizar el histórico de sucesos	1.1 Muestra registro histórico de sucesos
2 Selecciona el suceso que necesita ser aclarado o explicado	2.1 Muestra eventos registrados del suceso, por ej, incremento de DBO, DQO.
	Muestra región editable
4 Realiza la aclaración o explicación del evento	4.1 Guarda el histórico modificado

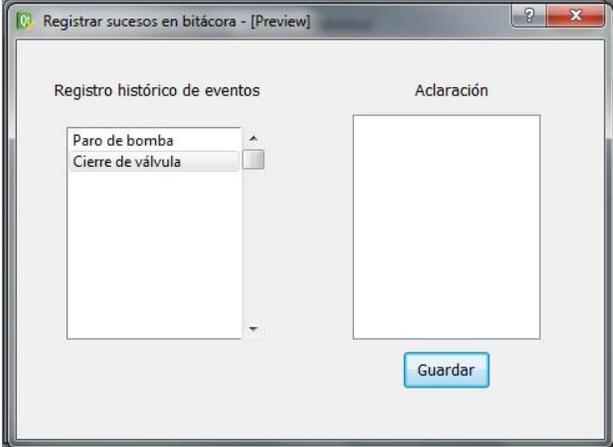
	Termina el caso de uso
Flujo Alternativo de eventos:	
Acción del Actor:	Respuesta del Sistema:
Prototipo	
	

Tabla 11 Descripción de CU Registrar sucesos en bitácora

Caso de Uso:	Obtener información de lectura
Actores:	Operador
Propósito:	Brindarle la posibilidad al usuario de ver el consumo de cada uno de los sectores
Resumen:	Este caso de uso se inicia cuando el operador desea conocer el consumo de agua de cada sector, brindándole la posibilidad de conocer algunos datos aparejados a este
Referencia:	RF4
Complejidad:	Media
Prioridad:	Alta
Precondiciones:	El usuario debe haberse autenticado
Postcondiciones:	Obtuvieron las lecturas de consumo de cada sector
Flujo Normal de Eventos:	
Acción del Actor:	Respuesta del Sistema:
1. Selecciona la opción Solicitar información de lectura	1.1 Muestra una representación de los sectores a escoger, puede ser 1 o más

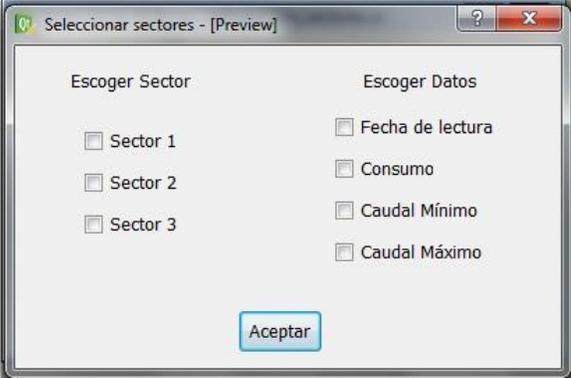
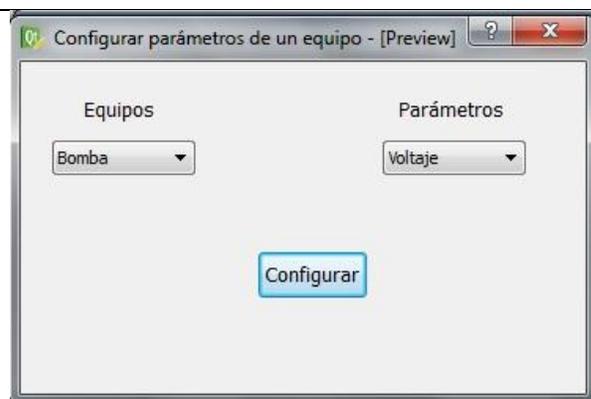
2. Selecciona el o los sectores del que desea conocer los datos	2.1 Muestra representación del sector
3. Escoge los datos que desea conocer de el o los sectores seleccionados	3.1 Muestra los datos, estos pueden ser: Sector Fecha de lectura Consumo Caudal mínimo y día Caudal máximo y día
	Termina caso de uso
4 Presiona botón Histograma para ver gráficamente los datos	4.1 Muestra gráficamente los datos
5 Escoge opción Salir	5.1 Cierra la venta
	Termina el caso de uso
Flujo Alternativo de eventos:	
Acción del Actor:	Respuesta del Sistema:
Prototipo	
	

Tabla 12 Descripción de CU Solicitar lectura

Caso de Uso:	Configurar parámetros de un equipo
Actores:	Configurador

Propósito:	Brindarle la posibilidad al configurador de configurar los diferentes parámetros de un equipo.	
Resumen:	El CU inicia cuando el configurador necesita definir los valores de los parámetros de los equipos que están desplegados en el campo.	
Referencia:	RF5	
Complejidad:	Baja	
Prioridad:	Alta	
Precondiciones:	Se han configurado los parámetros de los equipos.	
Postcondiciones:	Se configuraron los valores de los parámetros de un equipo.	
Flujo Normal de Eventos:		
Acción del Actor:	Respuesta del Sistema:	
1. Selecciona la opción Configurar parámetros de equipo	1.1 Muestra en pestañas todos los equipos existentes como medidor de caudal, hipoclorito, equipos de bombeo y eléctricos (bombas, motores).	
2. Selecciona el equipo.	2.1 Muestra los parámetros a configurar del equipo, por ej de las bombas: $Q \text{ m}^3 / d$, $H(\text{mca})$, .	
3. Define valores límites por parámetros que se tendrán en cuenta a la hora de generar alarmas.	3.1 Almacena los valores introducidos.	
	Termina caso de uso	
Flujo Alternativo de eventos:		
Acción del Actor:	Respuesta del Sistema:	

Prototipo**Tabla 13 Descripción de CU Configurar parámetros de equipo**

Para las restantes descripciones ver Documento de Especificación de CU.

2.8 Conclusiones parciales

En este capítulo se mostró la propuesta de los nuevos procesos de negocio identificados, cómo son realizados, el personal y equipamiento involucrados con el objetivo de adquirir un mayor entendimiento de la dinámica de las empresas de acueductos y alcantarillados y así determinar cuáles son las actividades idóneas para automatizar. Con la selección de estos procesos se procedió a su especificación lo que permitió una visión aún mayor, al menos una primera aproximación de cómo podría ser la interacción entre los usuarios y el sistema a través de la especificación de casos de uso con su respectiva interfaz gráfica de usuario.

Capítulo 3: Validación de la propuesta

3.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza la revisión, valoración y evaluación de los nuevos procesos identificados así como de los requisitos para su inserción en el SCADA hidráulico, con el objetivo de validar la solución propuesta, y de conocer el criterio de especialistas en el tema, que de alguna forma u otra han participado y adquirido conocimientos sobre la etapa de modelamiento del negocio. Se aplicaron cuestionarios que permitieron conocer dichos criterios y analizar los resultados de forma cuantitativa, generando resultados que pueden ilustrar de forma general la aceptación, adaptabilidad, importancia, necesidad, completitud, entre otros parámetros de evaluación definidos y evaluados por los especialistas.

3.2 Tipos de evaluación

Se realizó un estudio referente a los tipos de evaluación existentes, con el objetivo de escoger el más factible en base al desarrollo y dinámica de la presente investigación.

Método de consulta a expertos. Método Delphi:

Desde sus inicios en los años 50 ha sido utilizado frecuentemente como sistema para obtener información sobre las ocurrencias de un fenómeno en el futuro. Consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les encuesta su opinión sobre cuestiones referidas a sucesos del futuro. El método se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos, obtenido, encuestando a este grupo mediante un cuestionario. Es un método fiable y muy utilizado actualmente.

No existe posibilidad de aplicarlo con trabajadores de la UCI debido a los pocos años de experiencia de personal, que no superan los 10 años. Existen otros especialistas con suficiente experiencia como para considerarlos expertos, pero como otros seleccionados no se pueden considerar de esa categoría, se determinó no categorizar a ninguno como experto, sino englobarlos a todos como especialistas.

Método de consulta a especialistas

El criterio de especialistas es un instrumento rápido y eficaz por el potencial que contiene para conformar, valorar y enriquecer criterios, concepciones, modelos, estrategias o metodologías. Existen varias técnicas: encuestas, cuestionarios, entrevistas, estados de opinión, Positivo-Negativo-Interesante y sugerencias.

Este método fue el seleccionado para la validación de la propuesta, por sus potencialidades y ajuste al ámbito de la investigación.

Recopilación de información

Se basa en recoger estados de opinión, encuestas, cuestionarios o entrevistas a los clientes o a las personas que tengan que ver de una forma u otra con la propuesta, o con la puesta en práctica de esta de forma general.

Es imposible ejecutarlo porque se necesitaría llevar a la práctica la propuesta, es decir se debería medir el comportamiento de los requisitos propuestos.

Grupo focal

Básicamente es la selección de un grupo de personas con conocimientos sobre el tema. Deben ser especialistas, expertos, de distintos niveles y categorías. Estos se reúnen en un lugar a una hora determinada, donde se discute en forma de grupo, el debate es dirigido por los autores, lo que se quiere conocer son los criterios sobre la propuesta.

Imposibilidad de realizar esta actividad debido a que los especialistas no comparten un espacio de trabajo común, distan mucho sus localizaciones geográficas.

3.3 Diseño del cuestionario

Se diseñó un cuestionario que tuviera en cuenta los criterios siguientes y que sirviera de guía para la evaluación por parte de los especialistas (Anexo 5).

3.3.1 Criterios de evaluación

Para realizar la validación de la propuesta se tuvieron en cuenta primeramente los aspectos que serían evaluados por los especialistas. Estos son: (Anexo 6..)

- Importancia y necesidad de la aplicación de la propuesta.
- Posibilidad de aplicación de la propuesta.
- Eficacia de la propuesta.
- Grado de completitud de la propuesta.
- Adaptabilidad de la propuesta a las necesidades del país.
- Nivel de complejidad de la propuesta.
- Entendibilidad de la propuesta.
- Satisfacción de las necesidades de las empresas de acueducto y alcantarillado.

3.3.2 Selección de los especialistas

Para la selección de los especialistas que participaron en la evaluación de la propuesta de requisitos, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Poseer grado científico de ingeniero o superior.
- Tener experiencia y conocimientos acerca del ámbito del presente trabajo.
- Estar vinculado al proyecto SCADA AS o a alguna empresa de acueductos y alcantarillado del país.
- Tener o haber tenido un rol que tenga influencia directa en el desarrollo de sistemas SCADA.
- Haber tenido al menos un mínimo contacto con algún sistema automatizado para la distribución, almacenamiento y saneamiento de agua.

3.4 Especialistas seleccionados. Características

De los especialistas seleccionados se hacía necesario tener un profundo conocimiento de sus características en pos de corroborar que cumplieran con los parámetros establecidos para participar en la validación por lo que se les aplicó un cuestionario. (Anexo 7). Este recoge una serie de datos personales y de conocimientos adquiridos que nos brindó la información que se cita a continuación.

Especialista #1

Nombre y Apellidos: Pastor Osvaldo Gómez Mandina.

Grado científico: Máster en Manejo Integral del Agua.

Breve currículum: Cuenta con 25 años de experiencia, es ingeniero en Riego y Drenaje y máster en Manejo Integral del Agua, con más de 20 años vinculado a la Gestión de Acueducto, Alcantarillado y Drenaje Pluvial, primero en la Dirección Provincial de Acueducto de Ciudad de La Habana, y desde el año 2000, en la empresa Aguas de La Habana. Tiene varias experticias entre las que se destacan: experiencia como especialista y cargos de dirección en la actividad de metraje, mantenimiento de acueducto, mantenimiento de alcantarillado, gestión de compras, gestión de fugas, gestión de la medición, operación de sistemas de abastecimiento de 90 mil habitantes, manejo integrado de un sistema de acueducto y alcantarillado de 20000 habitantes. Ha desarrollado y adquirido vastos conocimientos en misiones en las que ha estado inmerso, tanto dentro como fuera del país. Ha participado activamente en foros, talleres, seminarios, ha publicado trabajos. En fin ha realizado una encomiable labor en sus años como trabajador del sector hidráulico. Actualmente se desempeña como Director del Acueducto de la UCI.

Experiencia: Su vasta experiencia laboral y la acumulación de conocimientos en la rama se pueden evaluar teniendo en cuenta dos coeficientes fundamentales, que se miden en números decimales del 0 al 1, indicando

mayor o menor conocimiento en relación directamente proporcional al tamaño del número. El primero: coeficiente de conocimiento respecto al tema (CC), evaluado de 0.8, y el segundo: coeficiente de argumentación (CA) que se refiere a la valoración del grado de fundamentación adquirido por diversas fuentes que pueden ser análisis teóricos, estudios personales, experiencia obtenida, trabajos de autores nacionales e internacionales. Este último fue evaluado de 0.9.

Especialista #2

Nombre y Apellidos: José Ifraín Osa Bernal.

Grado científico: Ingeniería hidráulica.

Breve currículum: Cuenta con 28 años de labor en la industria hidráulica, se ha desempeñado satisfactoriamente en varios puestos de trabajo en este campo, cumpliendo responsable y eficazmente con las cargas que le han sido asignados, trabajó como Subdirector técnico del Hospital Hermanos Amejeiras. Ha sido ejecutor, inversionista y suministrador de obras hidráulicas abiertas, sistemas hidrosanitarios para hoteles, hospitales e inmobiliarias. Ha tutorado varias tesis a través de sus acumulados años de experiencia en el sector hidráulico. Actualmente se desempeña como Especialista principal de Ingeniería del GEAAL, empresa subordinada al INRH.

Experiencia: Su vasta experiencia laboral y la acumulación de conocimientos en la rama se pueden evaluar teniendo en cuenta dos coeficientes fundamentales, que se miden en números decimales del 0 al 1, indicando mayor o menor conocimiento en relación directamente proporcional al tamaño del número. El primero: coeficiente de conocimiento respecto al tema (CC), evaluado de 0.8, y el segundo: coeficiente de argumentación (CA) que se refiere a la valoración del grado de fundamentación adquirido por diversas fuentes que pueden ser análisis teóricos, estudios personales, experiencia obtenida, trabajos de autores nacionales e internacionales. Este último fue evaluado de 0.9.

Especialista #3

Nombre y Apellidos: Aroslav Peña Verde

Grado científico: Ingeniero

Breve Currículum: Cuenta con 20 años de experiencia, se ha desempeñado como Especialista de Ingeniería de varias Empresas, trabajó en la automatización del acueducto de Santiago de Cuba. Actualmente es el Director técnico de la empresa Aguas Varadero de Matanzas. Se encuentra realizando una encomiable labor atendiendo la automatización integral del acueducto de este territorio. Trabajó en Santiago de Cuba, en la empresa Aguas Santiago. Actualmente trabaja con los Sistemas de Localización Geográfica (GIS).

Experiencia: Su experiencia laboral y la acumulación de conocimientos en la rama hidráulica se pueden evaluar teniendo en cuenta dos coeficientes fundamentales, que se miden en números decimales del 0 al 1, indicando mayor o menor conocimiento en relación directamente proporcional al tamaño del número. El primero: coeficiente de conocimiento respecto al tema (CC), evaluado de 0.8, y el segundo: coeficiente de argumentación (CA) que se refiere a la valoración del grado de fundamentación adquirido por diversas fuentes que pueden ser análisis teóricos, estudios personales, experiencia obtenida, trabajos de autores nacionales e internacionales. Este último fue evaluado de 0.9.

Especialista #4

Nombre y Apellidos: Yamila Martínez

Grado científico: Ingeniera

Breve Currículo: Es graduada de ingeniería hidráulica, cuenta con 8 años de experiencia laboral. A pesar de su juventud, ha demostrado tener los conocimientos y habilidades para dirigir, es actualmente la Directora de Ingeniería de la Empresa de Acueductos y Alcantarillado HOLAGUA, de la provincia de Holguín. Ha tenido una importante y activa participación en la rehabilitación integral del sistema de acueductos de la antes mencionada provincia. Ha participado asiduamente en Fóruns, Talleres, Seminarios desarrollados no solamente en la ciudad donde reside y trabaja, sino en otras provincias del país. Tiene un gran dominio de la dinámica de las empresas de acueductos y alcantarillados y ha ido adquiriendo conocimientos acerca de los sistemas software que se utilizan para monitorizar y gestionar el trabajo en este tipo de empresas.

Experiencia: Su experiencia laboral y la acumulación de conocimientos en la rama se pueden evaluar teniendo en cuenta dos coeficientes fundamentales, que se miden en números decimales del 0 al 1, indicando mayor o menor conocimiento en relación directamente proporcional al tamaño del número. El primero: coeficiente de conocimiento respecto al tema (CC), evaluado de 0.7, y el segundo: coeficiente de argumentación (CA) que se refiere a la valoración del grado de fundamentación adquirido por diversas fuentes que pueden ser análisis teóricos, estudios personales, experiencia obtenida, trabajos de autores nacionales e internacionales. Este último fue evaluado de 0.7.

Especialista #5

Nombre y Apellidos: Odanel Benítez

Grado científico: Ingeniero

Breve Currículo: Desde que se graduó de la carrera de Ingeniería hidráulica ha estado vinculado al campo hidráulico, en los últimos 5 años ha formado parte del colectivo de trabajo del Grupo Empresarial de

Acueductos y Alcantarillado (GEAAL), se desempeña como Especialista del área de Ingeniería. Cuenta con 12 años de experiencia laboral, lo que le ha permitido acumular conocimientos y habilidades dentro de la industria hidráulica.

Experiencia: Su experiencia laboral y la acumulación de conocimientos en la rama se pueden evaluar teniendo en cuenta dos coeficientes fundamentales, que se miden en números decimales del 0 al 1, indicando mayor o menor conocimiento en relación directamente proporcional al tamaño del número. El primero: coeficiente de conocimiento respecto al tema (CC), evaluado de 0.8, y el segundo: coeficiente de argumentación (CA) que se refiere a la valoración del grado de fundamentación adquirido por diversas fuentes que pueden ser análisis teóricos, estudios personales, experiencia obtenida, trabajos de autores nacionales e internacionales. Este último fue evaluado de 0.8.

3.5 Resultados de los cuestionarios

Luego de la correcta selección de los especialistas, cada uno de estos realizó un profundo y minucioso análisis de la propuesta, seguidamente se plasman las opiniones resultantes.

Especialista #1

El especialista #1 opinó lo siguiente sobre la propuesta:

La propuesta de forma general la considero buena, muy necesaria, sólo que debe profundizarse más en los procesos y de ello lograr indicadores de eficiencia y mejora, para ello debe haber un mayor vínculo entre los especialistas de desarrollo del SCADA y los especialistas de Acueducto del país, tratar de lograr el mismo desarrollo técnico que representa tener un sistema automático con SCADA, con la forma adecuada de gestión de Acueducto y Alcantarillado y Drenaje Pluvial, y de todo el ciclo urbano del agua en general.

Especialista #2

El especialista #2 opinó lo siguiente sobre la propuesta:

La importancia de los SCADA aplicado a Sistemas Hidráulicos y otros procesos que administra una empresa de Acueducto permite un mayor control y supervisión de los indicadores de calidad que rigen la parte técnica en tiempo real. Debe tenerse en cuenta que una empresa de este tipo tiene en su objeto social entregar agua con la cantidad y calidad requerida, así como evacuar los residuales líquidos, cumpliendo con las normativas del país en cuanto a la protección del medio ambiente. En el caso de esta investigación se propone supervisar, controlar y adquirir los datos en tiempo real para evaluar desde el punto de vista técnico Sistemas de Saneamiento que permitan la automatización como es el caso de Sistemas de Tratamiento de Residuales desde el punto de vista químico, de manejo de los lodos y la planificación de los mantenimientos a los equipos

electromecánicos que forman parte del proceso. Es aquí la principal innovación en este trabajo que no sólo se trata la telelectura, sino también la actividad de saneamiento poco evaluada hasta la fecha en estos tipos de trabajo. Se recomienda seguir profundizando en esta temática y vincular los futuros graduados de la UCI a las empresas de acueducto.

Especialista #3

El especialista #3 opinó lo siguiente sobre la propuesta:

Por las limitantes económicas que afronta nuestro país se dificulta la Telegestión, que en el mundo desarrollado de hoy es considerado un proceso para conseguir el acueducto ideal. Resulta innovadora la propuesta de poder teledir los sectores hidráulicos que maneje cada empresa de acueductos. Con las funcionalidades que se proponen se tiene un paso de avance en la automatización de este proceso, que en Cuba, las empresas con un poco más recursos económicos realiza, hasta la fecha no se lleva a cabo para el sector residencial. Con la vinculación del SCADA a la telegestión se puede viabilizar aún más y reducir los excesivos consumos de agua. Considero que la descripción de este proceso es aceptable, aunque se recomienda abundar aún más en esta temática.

Especialista #4:

El especialista #4 opinó lo siguiente sobre la propuesta:

Es importante y necesario para las empresas de acueductos y alcantarillado del país la inclusión de los procesos que se proponen en un sistema que pueda supervisar en tiempo real y controlar el funcionamiento y adquirir información tanto de las plantas como de los equipos dispuestos para la ejecución de estos procesos. Se recogieron todas las actividades inmersas en estos procesos y la representación de estas, así como su descripción se realizó de forma ordenada y acorde a la verdadera dinámica de las empresas de acueductos y alcantarillado. Resulta aplicable a un sistema SCADA y se evidenció aún más con la definición de las funciones o acciones que se podrán ejecutar con la implantación de este sistema. Se recomienda profundizar aún más.

Especialista #5:

El especialista #5 opinó lo siguiente sobre la propuesta:

Es importante que se haya establecido esta propuesta de incluir los procesos de Saneamiento y Telegestión a un sistema informático que ayude a controlar aún más las actividades que se llevan a cabo en estos procesos. La definición y estructura de las actividades que se desarrollan en estos procesos están correctamente plasmadas, aunque pudo haberse hecho con mayor detalle, se establecieron datos tan

importantes como las normativas por las que se deben regular las empresas de acueductos y alcantarillado para verter residuales líquidos. La propuesta es entendible, se comprendió fácilmente las posibilidades que brindará un sistema que supervise la dinámica de por ej: una Planta de tratamiento residual. La propuesta cubre las necesidades de nuestras empresas, aunque se pudiera profundizar más e identificar otros procesos.

3.6 Cálculo de la concordancia entre los expertos (coeficiente de Kendall)

Para darle mayor validez a la propuesta se necesita calcular el Coeficiente de Concordancia de Kendall, este permite comprobar el grado de coincidencia de las valoraciones realizadas por los expertos. Para la aplicación del Coeficiente de Concordancia de Kendall se construye una tabla que contiene los aspectos evaluados en la encuesta contra los especialistas a los que se les realizó la misma, en esta tabla se sitúan los rangos de valoración en términos numéricos del dos al cinco, tomando el valor más alto (5) como muy buena y así sucesivamente. Estos datos son tomados a partir del cuestionario de validación realizada a los especialistas (Anexo 7). Más adelante se muestra la tabla.

Hipótesis a tener en cuenta.

H0: No hay concordancia entre los especialistas.

H1: Hay concordancia entre los especialistas.

Para el cálculo del coeficiente de Kendall es necesario conocer los siguientes datos:

K es el número de expertos que intervienen en el proceso de validación, por lo que toma el valor de 5.

N cantidad de aspectos a validar. En este caso N = 8.

Rj es la suma de los rangos asignados a cada pregunta por parte de los expertos.

\bar{Rj} es la media de los rangos y se determina mediante la fórmula: $\bar{Rj} = \frac{\sum_{j=1}^n Rj}{N}$

Criterios	1	2	3	4	5	RJ
Importancia y necesidad	5	5	5	5	5	25
Posibilidad de aplicación	4	4	5	4	3	20
Eficacia	5	5	3	4	4	21
Grado de completitud	4	4	4	5	4	21
Adaptabilidad	4	4	4	4	4	20

Nivel de complejidad	5	5	5	5	5	25
Entendibilidad	5	5	5	5	5	25
Satisfacción	4	5	5	4	5	23

Tabla 14 Aplicación del Coeficiente de Kendall

Sustituyendo los valores quedaría: $\bar{R}_j = \frac{25*3+20*2+21*2+23}{8} = 22.5$

Luego, S es la suma de los cuadrados de las desviaciones y se calcula de la siguiente forma:

$$S = \sum_{j=1}^n (R_j - \bar{R}_j)^2$$

Donde $S = (25-22.5)^2 + (20-22.5)^2 + (21-22.5)^2 + (21-22.5)^2 + (20-22.5)^2 + (25-22.5)^2 + (25-22.5)^2 + (23-22.5)^2$

Resultando: $S = 36$

W es el coeficiente de Kendall y se calcula mediante la fórmula siguiente.

$$W = \frac{12 * S}{K^2(N^3 - N)}$$

Sustituyendo en los valores anteriormente obtenidos.

$$W = \frac{12 * 36}{5^2(8^3 - 8)} = 0.03428$$

El coeficiente de Kendall (W) brinda el valor que permite determinar el nivel de concordancia entre los especialistas. Este valor W siempre es positivo y oscilará entre cero y uno, además con él se puede calcular el Chi-Cuadrado real, precisamente para observar si existe o no concordancia entre los especialistas y se calcula mediante la fórmula siguiente.

$$X^2 = K(N - 1)W$$

Sustituyendo los valores

$$X^2 = 5(8 - 1)0.03428 = 1.19875$$

Luego este Chi-Cuadrado se compara con el de la tabla inversa de la función de distribución de la variable Chi-Cuadrado con una probabilidad de error de 0,1. Si el Chi-Cuadrado real es menor que el Chi-Cuadrado de la tabla $X^2(\infty, N - 1)$ entonces hay concordancia entre los especialistas.

$$\begin{aligned} X_{real}^2 &< X^2(\infty, N-1) \\ 1.19875 &< X^2(0.1, 7) \\ 1.19875 &< 12.0170 \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta el resultado obtenido se rechaza la hipótesis nula, es decir existe concordancia entre los especialistas.

3.8. Análisis de los resultados.

En este apartado se representarán gráficamente los resultados luego de emitidos las evaluaciones por los especialistas acerca de la propuesta y de corroborar que existe concordancia entre los criterios de estos.

Categoría	Puntuación
Muy buena	5
Buena	4
Regular	3
Mala	2

Tabla 15 Valores para evaluar cualitativamente

Criterios	1	2	3	4	5	Promedio
Importancia y necesidad	5	5	5	5	5	5
Posibilidad de aplicación	4	4	5	4	3	4
Eficacia	5	5	3	4	4	4.2
Grado de completitud	4	4	4	5	4	4.2
Adaptabilidad	4	4	4	4	4	4
Nivel de complejidad	5	5	5	5	5	5

Entendibilidad	5	5	5	5	5	5
Satisfacción	4	5	5	4	5	4.6
Promedio	4.5	4.6	4.5	4.5	4.4	4.5

Tabla 16 Resultados de las evaluaciones de los especialistas

3.8.1 Gráficas de los resultados obtenidos

Se puede concluir que se realizó una buena selección de los especialistas, midiendo el coeficiente de conocimiento y argumentación que cada uno de estos autodefinió, lo más acercable posible a la realidad. A continuación se muestra gráficamente el alto grado de competitividad y profesionalismo de estos especialistas.



Figura 7 Por ciento de Especialistas

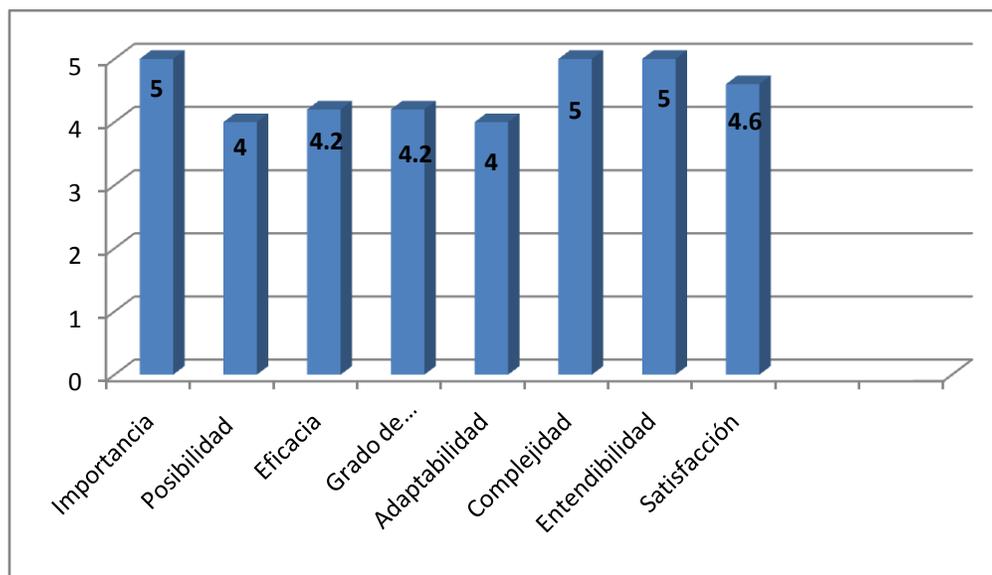


Figura 8 Promedio de evaluación por parámetro

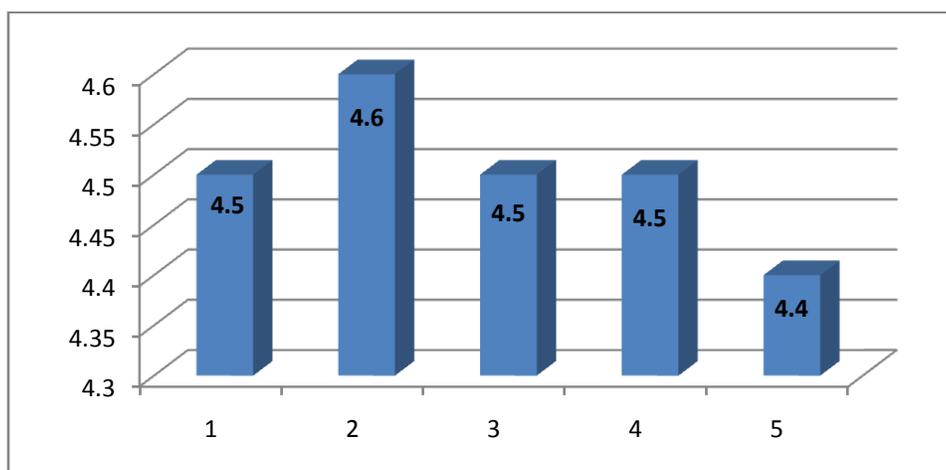


Figura 9 Promedio de evaluación por especialista

3.9. Conclusiones parciales.

Durante el transcurso del presente capítulo se definió como método para realizar la validación de la propuesta el de consulta a especialistas por todas las ventajas expuestas y por la posibilidad de aplicarlo. La propuesta fue evaluada por especialistas con diferentes categorías científicas, pero con un amplio dominio del tema. Para la correcta aplicación del método primeramente se definieron las características que requerían los especialistas para pasar a formar parte del panel, así como las competencias que debían tener, se prosiguió a

seleccionar los expertos y se les envió un cuestionario para conocer sus características y particularidades con la finalidad de corroborar la selección. Posteriormente se les envió un cuestionario a dichos expertos que poseía una serie de interrogantes para conocer el criterio de cada uno de estos acerca de la propuesta. Finalmente se envió un último cuestionario para conocer los criterios de evaluación otorgados por cada uno de los especialistas para conocer el coeficiente de Kendall para conocer la concordancia entre los encuestados. Se pudo constatar gráficamente la aceptabilidad de la propuesta.

Conclusiones generales

Se cumplieron los objetivos trazados debido a que a partir del estudio de la documentación del proyecto SCADA AS, se determinó que los procesos que se supervisarán son los aparejados a los acueductos y se definió como propuesta de proceso para ser monitorizados por un sistema SCADA el de Saneamiento y Telegestión. Con el resultado obtenido en las entrevistas con personal de varias empresas de acueductos y alcantarillado se pudo realizar el modelado de los procesos de negocio logrando una descripción suficientemente explícita para comprender cómo funcionan y así determinar las actividades que pueden ser automatizadas y además definir las funcionalidades que se podrán desarrollar con la implantación de este sistema, al menos en una primera aproximación, y con la descripción de los casos de uso del sistema identificados se potenciará aún más el entendimiento de las posibles interacciones entre los usuarios y el sistema, se modelaron también algunos prototipos de interfaz de usuarios con el objetivo de visualizar aún más las acciones o posibilidades que ofrecerá este sistema con la inclusión de los procesos propuestos.

Con la implantación de este tipo de aplicación informática en Sistemas de saneamiento se logrará mejorar aún más la eficiencia y eficacia de este sector de la Industria hidráulica. Resultará aportador a la economía del país ya que pudiera ser comercializado, pero sobre todo podrá ser empleado en todo el país, que desafortunadamente hasta la fecha, cuenta con muy poca automatización de los procesos de Saneamiento y Telegestión.

Recomendaciones

Una vez concluido el trabajo y cumplidas las tareas propuestas se recomienda:

- Perfeccionar el modelado de los procesos de negocio de los procesos identificados.
- Continuar profundizando en esta temática para identificar otros procesos importantes aparejados a las empresas de acueductos y alcantarillados.
- Utilizar la especificación de Casos de uso obtenida para continuar el desarrollo de los procesos de Saneamiento y Telegestión.
- Estudiar la viabilidad de la inserción de un módulo de Simulación para el SCADA hidráulico.
- Proponer un sistema para la gestión centralizada de información para las empresas de acueductos y alcantarillado.

Bibliografía

1. Autómatas Industriales. [En línea] 3 de Febrero de 2006. [Citado el: 28 de Octubre de 2010.] <http://www.automatas.org/redes/scadas.htm>.
2. Worldlingo. [En línea] 2010. [Citado el: 5 de Noviembre de 2010.] <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/SCADA>.
3. *Sitio web de Empresa Mare*. [En línea] 2007. [Citado el: Marzo de 3 de 2011.] <http://www.mare.es/Sistemas>.
4. *Sitio web de la Universidad de Sevilla*. [En línea] 29 de Septiembre de 2008. [Citado el: 20 de Enero de 2011.] http://www.aloj.us.es/notas_tecnicas/Scada_Instalaciones_Abastecimiento_Agua.pdf---SCADA.
5. Sitio web de exemys. [En línea] 2008. [Citado el: 10 de Marzo de 2011.] <http://www.exemys.com/beta/espanol/productos/registradores/DLC3/ficha.pdf>.
6. *Sitio web de Sedapal*. [En línea] 2009. [Citado el: 14 de Diciembre de 2010.] <http://www.sedapal.com.pe/scada>.
7. *Sitio web de PROCETRADI S.A.C*. [En línea] http://www.procetradi.com/experiencia_des_scada_auto_agua.htm.
8. **Rodríguez, Alfonso, Fernández-Medina, Eduardo y Piattini, Mario.** *Hacia la obtención de Clases de Análisis y Casos de Uso desde modelos de Procesos de Negocio*. Chile - España : s.n.
9. *Patrones para la Extracción de Casos de Uso a partir de Procesos de Negocio*. **Berrocal, Javier, García Alonso, José Manuel y Murillo Rodríguez, Juan Manuel**. 3, s.l. : Actas de los Talleres de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, 2009, Vol. III.
10. *Sitio web de Sparxsystems*. [En línea] 2010. [Citado el: 21 de Noviembre de 2010.] <http://www.sparxsystems.com.ar>.
11. *Sitio web de SAPAL*. [En línea] 2010. [Citado el: 30 de Noviembre de 2011.] <http://www.sapal.gob.mx>.
12. *Sitio web de Ikor Metering*. [En línea] <http://www.ikormetering.com>.
13. *Sitio web de EMASESA*. [En línea] Octubre de 8 de 2010. [Citado el: 25 de Enero de 2011.] <http://www.aguasdesevilla.com>.
14. *Sitio web de ZENNER*. [En línea] [Citado el: 8 de Abril de 2011.] <http://www.zenner.es>.
15. *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems*. **NATIONAL COMMUNICATIONS SYSTEM**. 2004.
16. *Sitio web de searchcio-midmarket*. [En línea] [Citado el: 12 de Noviembre de 2010.] <http://searchcio-midmarket.techtarget.com>.
17. *Guide to Supervisory Control and Data Acquisition(SCADA) and Industrial Control System Security*. **Stouffer, Keith, Falco, Joe y Karen Kent**. s.l. : Tecnology Administration US Department of Commerce, 2006.
18. **McEwen, Scott, Requirements: An introduction**. Sitio de IBM. [En línea] <http://www.ibm.com/>.
19. Sitio de Business Process Management. [En línea] [Citado el: 3 de Diciembre de 2010.] <http://www.bpm.com/>.

20. **Leffingwell, Dean y Widrig, Don** .*Managing Software Requirements: A Use Case Approach*. s.l. : Addison Wesley, 2003.

Referencias bibliográficas

1. **Jacobson, Ivar, Booch, Grady y Rumbaugh, James**. *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. s.l. : Addison Wesley, 1999.
2. Sitio web de Ibermatica . [En línea] [Citado el: 12 de Diciembre de 2010.] <http://www.ibermatica.com>.
3. *Sitio web de CUBAGUA*. [En línea] [Citado el: 20 de enero de 2011.] <http://www.hidro.cu>.
4. **Pérez Pupo, Iliana y Argota Vega, Irina Elena**. *Desarrollo del flujo de requisitos para el subsistema de Gráficos Vectoriales del SCADA Nacional*. . Ciudad de la Habana : s.n., 2007.
5. **Pressman, Roger S**. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. México DF : McGraw Hill, 2006.
6. **Sommerville, Ian**. *Ingeniería del Software*. s.l. : Pearson, 2005.
7. *La Ingeniería de Requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software* . **Arias Chaves, Michel**. 10 y 11, Costa Rica : Intersedes: Revista de las sedes regionales, Vol. VI.
8. **Escalona, José María y Koch, Nora**. *Ingeniería de Requisitos en Aplicaciones para la web. Un estudio comparativo*. Sevilla : s.n., 2002.
9. [En línea] [Citado el: 26 de Enero de 2011.] <http://www.monografias.com>.
10. **Rumbauhg, James, Jacobson, Ivar y Rumbaugh, James**. *The Unified Modeling Language. Reference manual*. s.l. : Addison Wesley, 1999.
11. **Owen, Martin y Raj, Jog**. *BPMN and Business Process Management. Introduction to the New Business Process Modeling Standard*. s.l. : Popkin Software, 2003.
12. **Martínez Chong, Meylin**. *Propuesta de metodología de desarrollo de software para su utilización en la unidad de compatibilización, integración y desarrollo de productos informáticos para la defensa (UCID)*. Ciudad de la Habana : s.n., 2010.
13. **Acuña, Kireny Brito**. Selección de metodologías de desarrollo para aplicaciones web en la facultad de Informática de la Universidad de Cienfuegos. [En línea] 2009. [Citado el: 3 de Febrero de 2011.] www.eumed.net.
14. **Domínguez Santiesteban, Victor Ramon**. *Modelado de Negocio y Levantamiento de Requisitos de los procesos Asuntos Internos y Control de Personal del Sistema Penitenciario Venezolano*. 2009.