

**El presente artículo ha sido aprobado para su publicación, luego de surtir la revisión por pares. Actualmente se encuentra en proceso de diagramación.**



**10.52143/2346139X.1068**

**Recibido:**

**Aceptado:**

**Publicado:**

# [T1]Propuesta de sistema de control del abasto de agua en carros cisternas a población permanente, Cuba

# [T1]Proposal for Control System of Water Supply in Tank Cars for Permanent Population, Cuba

**Dahomey Fernández Hernández**; Ingeniero Informático. Universidad de la Isla de la Juventud Jesús Montané Oropesa. dahomey.hernandez@ij.hidro.gob.cu <https://orcid.org/0009-0002-2318-903X>

**Dailis Hernández Casero**; Máster en Ciencias. Universidad de la Isla de la Juventud Jesús Montané Oropesa. dhernandezc@uij.edu.cu <https://orcid.org/0000-0002-7381-8634>

## [T2]RESUMEN

El siguiente artículo da a conocer los resultados de una investigación que se centró en ofrecer una propuesta de solución como respuesta a las dificultades que presenta el sistema de recursos hidráulicos en la Isla de la Juventud relacionadas con el control del servicio de abasto de agua en carros cisternas a la población permanente. Para buscar solución a dicha problemática se determinó desarrollar una aplicación web que permite almacenar datos sobre los requerimientos del servicio en una base de datos, donde se permita al especialista llevar un control organizado, reducir la carga de trabajo y poder analizar el comportamiento del abastecimiento de agua, contribuyendo con eficiencia y calidad en el manejo de los datos y toma de decisiones, así como minimizando la demora de cada proceso. En el proceso de desarrollo del sistema se utilizó la metodología Programación Extrema (XP), junto con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML), con el lenguaje de programación Python y su framework django, además de bootstrap. Las tecnologías y herramientas definidas facilitaron el desarrollo de este trabajo para lograr el objetivo de la investigación.

**Palabras claves:** carros cisternas, población permanente, ciclos, volumen de agua.

## [T2]ABSTRACT

The following article presents the results of an investigation that focused on presenting a proposed solution for the difficulties presented by the Hydraulic Resources system on the Isla de la Juventud for the control of the water supply service in tank cars to the permanent population. For the solution, it was determined to develop a web application that allows data on the service requirements to be stored in a database, where it allows the specialist to maintain organized control, reduce the workload and be able to analyze the behavior of the water supply, contributing efficiency, quality in data management and decision making, as well as minimizing the delay of each process. In the system development process, the Extreme Programming (XP) methodology was used, along with the Unified Modeling Language (UML), with the Python programming language and its django framework, as well as bootstrap. The defined technologies and tools facilitated the development of this work to achieve the research objective.

**Keywords:** tank cars, permanent population, cycles, water volume.

## [T2]INTRODUCCIÓN

Uno de los hitos más importantes es el reconocimiento del derecho humano al agua y al saneamiento en julio de 2010, por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas, (Echeverría, 2018; de Luis et al., 2013). La Asamblea reconoció el derecho de todos los seres humanos a tener acceso a una cantidad de agua suficiente para el uso doméstico y personal (entre 50 y 100 litros de agua por persona y día), segura, aceptable y asequible (Silva, 2013).

Se concuerda entonces con Santamaría et al. (2020) en que a partir dicho reconocimiento, las naciones han diseñado políticas y estrategias afines con el objetivo de lograr un desarrollo más sostenible y competitivo. En este marco se encuentra Cuba, que cuenta un Plan Nacional de Desarrollo Sostenible en el que existen varios objetivos de trabajo, donde el objetivo número 6 está relacionado con el agua limpia y saneamiento. A partir de dicho plan se trazan metas a alcanzar antes del año 2030 como desarrollo sostenible del país.

A nivel nacional se reconoce que existe déficit de agua por las redes hidráulicas, debido, en parte, al crecimiento urbano rápido y desordenado, de esta forma cobra importancia el abastecimiento de agua en carros cisternas (Caballero & Álvarez, 2021). Por lo anterior descrito, el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, de sus 4 objetivos de trabajo, tiene como número 3; ordenar, ampliar y sostener los servicios de agua y saneamiento, con varios indicadores a medir y para esta actividad tiene el 3.1.6 sobre la población que se abastece mediante agua en carros cisternas, donde su función principal se realiza a través de las inversiones hidráulicas conectando a la población a las rede hidráulicas (Cánovas & Martínez, 2021).

Por lo anterior, es importante conocer la población existente, tanto para lograr una eficiente toma de decisiones en cuanto a la conexión de redes hidráulicas en los poblados que habitan, como para la prestación del servicio de agua en carros cisternas, hasta tanto no se conecten las redes hidráulicas.

De esta forma el sistema de Recursos Hidráulicos en el Municipio Especial Isla de la Juventud, compuesto por 2 entidades para el control de los indicadores relacionados con las aguas y saneamientos, requieren de un mejor control para toda la información que se genera en el abastecimiento de agua en carros cisternas a población permanente (García et al., 2022).

El servicio de abasto de agua en pipas lo presta la Empresa Integral de Recursos Hidráulicos, mediante su UEB de Acueducto y Alcantarillado y la UEB Comercial. Por otra parte, la Delegación Municipal de Recursos Hidráulicos es la encargada de planificar el presupuesto del servicio y ejecutarlo según el comportamiento del abastecimiento. Es necesario que dichas entidades mejoren sustancialmente el control y organización de la actividad relacionada con el abastecimiento del agua, dado que la prioridad es garantizar y brindar el servicio al 100% de la población existente (Rodríguez & Sánchez, 2022; Waugh et al., 2022). Dicho abastecimiento o abasto es uno de los procesos más vulnerables porque no cuentan con las condiciones creadas para un buen control y existen deficiencias en el cumplimiento de los servicios.

La observación científica desarrollada por los autores, en intercambios con los directivos y especialistas de estas entidades, ha facilitado la delimitación de las siguientes insuficiencias en el control del servicio mencionado:

-Inexistencia de un formato estándar para el control; cada empresa genera su estilo de información en varios modelos de Excel y de forma manual, hecho que conlleva a la duplicidad de la información.

-Dificultad para estimar datos basados en filtros o consultas.

-Dificultad en el análisis de datos.

-Errores de conciliaciones entre las empresas, tanto en datos como monetarios.

-Las informaciones no se entregan a tiempo ni en forma correcta porque es un proceso muy lento.

-Pérdida de información.

Las características anteriores describen la situación problemática de la actual investigación y permiten identificar la contradicción entre las insuficiencias que presenta la entidad y la factibilidad que pudieran tener con el apoyo de las tecnologías actuales, por lo que se plantea como problema científico la siguiente pregunta: ¿Cómo mejorar el proceso para el control del abastecimiento de agua a población permanente en el Municipio Especial Isla de la Juventud?

Para dar solución al problema científico se plantea, como objetivo general de la investigación, desarrollar una aplicación informática para la gestión y el control del abasto de agua en carros cisternas a población permanente. En cumplimiento al objetivo planteado se elaboraron preguntas y tareas científicas.

La novedad científica de la investigación se corresponde con la realización de un sistema de control y monitoreo para un mejor control del servicio de abasto de agua permanente en carros cisternas, así como la toma de decisiones. Con la implementación de un sistema, se podrán realizar búsquedas de manera ágil y simple, garantizando la seguridad de los datos que genera la actividad de abastecimiento de agua a población permanente, mediante carros cisternas.

## [T2]MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la investigación se tienen en cuenta los siguientes métodos de investigación:

### [T3]Métodos teóricos

Analítico sintético: Se utilizó en el estudio detallado de la información relacionada con el problema científico a investigar, así como para la extracción de características generales de forma sucinta, el descubrimiento de las relaciones esenciales y la integración de las partes analizadas como un todo.

Modelación: Fue utilizado en el diseño de la solución propuesta a través de los diferentes artefactos de la metodología.

Sistémico estructural: Permitió analizar los componentes del modelo, del negocio y del sistema de forma estructurada y jerárquica, así como la dinámica de su funcionamiento en una concepción integradora.

### [T3]Métodos empíricos

Observación científica: Utilizada para la constatación, en las condiciones naturales, de las acciones dirigidas al control del servicio de abasto de agua permanente en carros cisternas en la Isla de la Juventud.

Entrevistas: Fueron aplicadas a especialistas del sistema para obtener criterios acerca de la mejoría en la gestión propiciada por la implementación de sistemas informáticos y de un nuevo producto con ese objetivo.

Encuestas: Fueron utilizadas para conocer las opiniones sobre el proceso de control del servicio de abastecimiento de agua permanente en carros cisternas, así como la necesidad de implementar un sistema informático con el objetivo de mejorar dicho proceso.

### [T3]Métodos matemáticos

Estadística descriptiva: Utilizada para analizar, estudiar y describir los datos obtenidos en las encuestas aplicadas con el propósito de obtener información que se pueda utilizar para la validación de la aplicación propuesta.

Población: La población está formada por 7 personas: 3 director y 4 especialistas

Muestra: La muestra que se utilizó fue intencional, donde participó toda la población, estuvieron 100% de acuerdo en desarrollar un software que ayude a la toma de decisiones.

Justificación de la muestra: La selección de la muestra constituye el total de sujetos de la población porque mientras más grande y representativa sea esta, mayor será la exactitud de los resultados, para la generalización.

Se utilizó la metodología XP porque propone un diseño simple donde siempre se intenta tener el código más simple, menos redundante y con las funcionalidades estrictamente necesarias en el presente.

XP construye un proceso de diseño evolutivo que se basa en refactorizar un sistema simple en cada iteración. Todo el diseño está centrado en la iteración actual y no se hace nada anticipadamente para necesidades futuras (González, 2018).

## [T2]RESULTADOS

### [T3]Descripción del sistema propuesto

La propuesta consiste en implementar una herramienta informática que permita a los especialistas hidráulicos en la Isla de la Juventud llevar un único control del abasto de agua en carros cisternas a población permanente, es decir, que a partir del momento en que el especialista inserte los datos primarios necesarios para el control, el sistema se encargue del resto de las tareas, tales como: demanda de agua ya sea por cliente, por poblados o total, cantidad de población a beneficiar, el control automático de ciclos de abasto, los cierres mensuales de información, las facturaciones y el registro de las operaciones que se realizan diariamente relacionadas con el abastecimiento de agua en pipa. El sistema almacenará todos los datos en una única base de datos, permitirá realizar consultas y realizar comparaciones de años anteriores. Contará con una interfaz simple y fácil de utilizar para los diferentes usuarios que tendrán que interactuar con la aplicación.

A continuación, aparecen los roles identificados para el sistema y sus funciones:

-Especialistas DMRHIJ: Los especialistas de la Delegación Municipal de Recursos Hidráulicos, tendrán control total de la información que brinda el sistema. Podrán insertar datos, actualizarlos o eliminarlos.

-Especialistas Acueducto y Alcantarillado: Los especialistas de la UEB de Acueducto y Alcantarillado tendrán acceso a insertar, editar y ver los datos del sistema, pero no tendrán acceso a eliminar la información. Entre las funciones de insertar, no tendrán acceso a realizarlo en registro de distancias.

-Especialistas Comercial: Los especialistas de la UB Comercial solamente tendrán acceso a la facturación.

-Administrador: Administra las funciones relacionadas con los usuarios como la creación, edición, inscripción y eliminación de usuarios.

### [T3]Fase de Exploración

Las historias de usuario (HU) se utilizan en el contexto de la ingeniería de requisitos ágil como herramienta de comunicación que combina las fortalezas de ambos medios: escrito y verbal. Su origen viene de la metodología eXtremeProgramming (programación extrema, abreviado normalmente como XP), donde las historias de usuario deben ser escritas por los clientes. Actualmente se utilizan en la mayoría de los métodos ágiles, incluyendo scrum. Las historias de usuario son una herramienta que agiliza la administración de requisitos, reduciendo la cantidad de documentos formales y tiempo necesarios. A continuación, se exponen 2 de las HU definidas por el cliente en conjunto con el desarrollador (Tabla 1 y 2).

**Tabla 1.** HU gestionar clientes

|  |  |
| --- | --- |
| No: 4  | Nombre: Gestionar clientes  |
| Usuario: Especialista  | **Iteración asignada:** 1  |
| Prioridad en la aplicación: Alto  | **Puntos de estimación:** 2  |
| Riesgo en desarrollo: Medio  | **Programador:** Dahomey Fernandez Hernandez  |
| Descripción: El especialista podrá gestionar el inventario de clientes y toda la información relacionada con los mismos. Podrá realizar acciones de listar, insertar, modificar y eliminar la información, esto incluye ver las descripciones de los depósitos para almacenamiento de agua, así como su demanda de agua diaria, mensual o anual.  |
| Observación: Ninguna  |
| Prototipo de la Interfaz  |

 **Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 2.** HU gestionar demanda de agua*.*

|  |  |
| --- | --- |
| No: 12  | Nombre: Obtener Demanda de agua  |
| Usuario: Especialista  | Iteración asignada: 3  |
| Prioridad en la aplicación: Alto  | Puntos de estimación: 3  |
| Riesgo en desarrollo: Medio  | Programador: Dahomey Fernandez Hernandez  |
| Descripción: El especialista obtiene la demanda de agua calculada según la población existente, diaria, mensual, ya sea por clientes individuales, poblados o zonas de acueductos.  |
| Observación: Ninguna  |
| Prototipo de la interfaz  |

**Fuente:** Elaboración propia.

Fase de planificación

*Estimación de esfuerzo por historias de usuario*

La estimación de esfuerzo que se realizó para cada una de las historias de usuario arrojó el siguiente resultado (Tabla 3).

**Tabla 3.** Estimación de esfuerzo por HU.

|  |  |
| --- | --- |
| HISTORIAS DE USUARIOS   | Puntos Estimados (Semanas)  |
| 1  | Gestionar Usuario  | 1  |
| 2  | Gestionar Zonas de Acueducto  | 1  |
| 3  | Gestionar poblados  | 2  |
| 4  | Gestionar clientes  | 2  |
| 5  | Gestionar depósitos  | 2  |
| 6  | Gestionar Llenaderos  | 1  |
| 7  | Gestionar vehículos carros cisternas  | 2  |
| 8  | Gestionar choferes de pipas  | 2  |
| 9  | Gestionar distancia entre llenadero y poblados  | 1  |
| 10  | Configuración del servicio de abasto de agua según resoluciones aprobadas  | 1  |
| 11  | Registrar operaciones de abasto de agua en pipas.  | 2  |
| 12  | Obtener Plan mensual de indicadores de abasto  | 1  |
| 13  | Obtener Demanda de Agua  | 3  |
| 14  | Obtener comportamiento de carros cisternas  | 2  |
| 15  | Obtener control de viajes por choferes  | 1  |
| 16  | Obtener volumen transportado por vehículos  | 2  |
| 17  | Obtener comportamiento del servicio  | 2  |
| 18  | Obtener el control de ciclo de abasto de agua  | 3  |
| 19  | Obtener factura mensual  | 1  |
| 20  | Visualizar estadísticas del comportamiento de abasto  | 2  |
| 21  | Exportar factura  | 1  |

**Fuente:** Elaboración propia.

*Diseño*

La arquitectura de la aplicación está dada según el patrón arquitectónico Modelo Vista Template; y el modelo contiene toda la información sobre los datos: cómo acceder a estos, cómo validarlos, cuál es el comportamiento que tiene, y las relaciones entre los datos. El template es la capa de presentación que contiene las decisiones relacionadas con la presentación: como algunas cosas son mostradas sobre una página web u otro tipo de documento y la vista que es la capa de la lógica de negocios. Esta capa contiene la lógica que accede al modelo y la delega a la plantilla apropiada: puedes pensar en esto como un puente entre el modelo y las plantillas.

 Patrones de diseño

Lograr un diseño simple, pero a la vez robusto requiere en gran medida del uso de buenas prácticas. Al modelar el sistema se tuvieron en cuenta los conceptos de bajo acoplamiento para evitar las dependencias excesivas, y la alta cohesión tratando de que cada clase realice labores únicas y bien relacionadas, siempre con la intención de lograr un punto de equilibrio entre ambos.

A continuación, se muestran las tarjetas CRC identificadas por los autores como las más importantes para el diseño del software (Tabla 4)

**Tabla 4.** Tarjetas CRC

|  |
| --- |
| TARJETA CRC |
| CLASE: CLIENTE |
| RESPONSABILIDAD | **COLABORACIÓN** |
| Insertar, editar, eliminar o mostrar registros del inventario de clientes.  | Zona Acueducto, Poblado  |
| Mostrar demanda de diaria, mensual o anual de cada cliente  | Demanda Cliente  |
| Mostrar los depósitos de almacenar agua por clientes, entre ellos tanques o cisternas  | Depósito  |
| Calcular el volumen de depósitos que poseen los clientes para el abasto de agua.  | Depósito  |
| Calcular cantidad de población  |   |
| Calcular cantidad de clientes  |   |
| CLASE: REGISTRO SERVICIO |
| RESPONSABILIDAD | **COLABORACIÓN** |
| Insertar, actualizar, eliminar o mostrar registros de operaciones de abasto de agua.  | Llenadero, Chofer, Vehículo, Clientes, ZonasAcueducto, Distancia  |
| Calcular km por capacidad del vehículo  | Vehículo, distancia  |
| Calcular importe de servicio ejecutado  | Config  |
| CLASE: PLAN DE ABASTO |
| RESPONSABILIDAD | **COLABORACIÓN** |
| Obtener un plan, por cada mes para el abasto de agua  | Cliente, Vehículo, Config, distancia.  |
| CLASE: FACTURA |
| RESPONSABILIDAD | **COLABORACIÓN** |
| Mostrar factura mensual a cobrar  | Zona Acueducto, Config, Registro Servicio  |
| CLASE: CIERRE CONTROL VIAJES |
| RESPONSABILIDAD | **COLABORACIÓN** |
| Mostrar los viajes que se realizan para el abasto mensualmente.  | Chofer  |

**Fuente:** Elaboración propia.

Tareas de ingeniería

A partir de la base anterior, los autores definieron las tareas de ingenierías a desarrollar, las cuales se presentan de manera sintetizada en la tabla 5.

**Tabla 5.** Tareas de ingeniería por iteración

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Iteración  | Historias de Usuario  | Tareas de ingeniería  |
| 1  | 1  | Gestionar Usuario  | 1  | Crear usuario admin  |
| 2  | Crear grupos de usuario y permisos.  |
| 2  | Gestionar Zonas de Acueducto  | 3  | Crear formularios para insertar, editar y eliminar zonas de acueducto.  |
| 4  | Contar cantidad de poblados y habitantes por cada zona de acueducto  |
| 5  | Mostrar zonas y los poblados  |
| 3  | Gestionar poblados  | 6  | Crear formularios para insertar, editar y eliminar poblados  |
| 7  | Contar la cantidad de habitantes por poblados.  |
| 8  | Mostrar la cantidad de depósito para almacenamiento de agua en litros por cada poblado.  |
| 9  | filtrar información por zonas de acueducto  |
| 4  | Gestionar clientes  | 10  | Crear formularios para insertar, editar y eliminar clientes.  |
| 11  | Demanda de agua por cliente.  |
| 12  | Contar total de clientes, habitantes, volumen total de almacenamiento.  |
| 13  | Mostrar los datos de los clientes  |
| 14  | Crear funciones para buscar clientes  |
| 5  | Gestionar depósitos  | 15  | Crear formularios para insertar, editar y eliminar depósitos.  |
| 16  | Mostrar los datos de los depósitos  |
| 6  | Gestionar Llenaderos  | 17  | Crear formularios para insertar, editar y eliminar llenaderos  |
| 18  | Mostrar llenaderos  |
| 7  | Gestionar vehículos carros cisternas  | 19  | Crear formularios para insertar, editar y eliminar vehículos.  |
| 20  | Capacidad de llenado de los tanques de los vehículos cisternas  |
| 21  | Cantidad de vehículos, de ellos los que se encuentren activo.  |
| 22  | Mostrar información de vehículos cisternas  |
| 8  | Gestionar choferes de pipas  | 23  | Crear formularios para insertar, editar y eliminar choferes  |
| 24  | Mostrar los datos de los choferes  |
| 9  | Gestionar distancia entre llenadero y poblados  | 25  | Crear formularios para insertar, editar y eliminar distancia  |
| 26  | Cantidad de kilómetros existentes  |
| 27  | Buscar la distancia guardada desde un llenadero hacia un poblado determinado  |
| 28  | Mostrar distancias existentes entre llenaderos y poblados  |
| 10  | Configuración del servicio de abasto de agua según resoluciones aprobadas  | 29  | Crear formulario de configuración.  |
| 2  | 11  | Registrar operaciones de abasto de agua en pipas.  | 30  | Crear formularios para insertar, editar y eliminar abastos diarios  |
| 31  | Crear funciones de cálculos por cada registro y generar importe a facturar.  |
| 32  | Buscar abastos de agua por día, mes, año.  |
| 33  | Mostrar registros de abasto de agua  |
| 12  | Obtener Plan mensual de indicadores de abasto  | 34  | Mostrar plan mensual de los indicadores de abasto.  |
| 13  | Obtener Demanda de Agua  | 35  | Mostrar demanda de agua por clientes, poblados y zonas de acueducto  |
| 3  | 14  | Obtener comportamiento de carros cisternas  | 36  | Mostrar el comportamiento de los carros cisternas mensualmente  |
| 15  | Obtener control de viajes por choferes  | 37  | Mostrar comportamiento de los viajes mensualmente por cada chofer,  |
| 16  | Obtener volumen transportado por vehículos  | 38  | Mostrar comportamiento del volumen transportado mensualmente por cada vehículo.  |
| 17  | Obtener comportamiento del servicio  | 39  | Mostrar comportamiento de la ejecución del abasto de agua, según el plan mensual  |
| 18  | Obtener el control de ciclo de abasto de agua  | 40  | Monitorear ciclo de abasto para los poblados  |
| 19  | Obtener factura mensual  | 41  | Mostrar factura clasificada por zonas de acueducto.  |
| 20  | Visualizar estadística del comportamiento de abasto  | 42  | Crear gráficos sobre comportamiento de los principales indicadores  |
| 21  | Exportar factura  | 43  | Instalar librería para exportar a pdf,  |
| 44  | Crear instancia en el panel de administración de Django para los datos de la factura a exportar  |
| 45  | Crear funciones para exportar  |

**Fuente:** Elaboración propia.

### [T3]Estándares de codificación de Django

Utiliza una para la sangría 4 espacios. El grosor de cada línea de código no debe exceder los 80 caracteres en la medida de lo posible (en circunstancias especiales, puede exceder ligeramente los 80, pero la más larga no puede exceder los 120). Esto es útil al ver una diferencia de lado a lado. Conveniente para ver el código debajo de la consola. Demasiado tiempo puede ser un diseño defectuoso. En pocas palabras, el lenguaje natural usa comillas dobles y las etiquetas de máquina usan comillas simples, por lo que la mayor parte del código debe usar comillas simples. El lenguaje natural usa comillas dobles"…", ID de máquina Utilice comillas simples'…', las expresiones regulares usan comillas dobles nativasr"…", la cadena de documentos usa tres comillas dobles"""...…""". Dos líneas en blanco entre las funciones de nivel de módulo y las definiciones de clase. Línea en blanco entre las funciones de los miembros de la clase, puede utilizar varias líneas en blanco para separar varios conjuntos de funciones relacionadas. Las líneas en blanco se pueden utilizar en funciones para separar códigos relacionados lógicamente. El archivo usa codificación UTF-8. Encabezado de archivo agregado # --conding:utf-8--Identificación (no se requiere para Python 3 y superior).

La declaración de importación debe escribirse en líneas separadas. La declaración de importación debe colocarse al principio del archivo, después de la descripción del módulo y la cadena de documentos, y antes de las variables globales. Al importar definiciones de clases de otros módulos, puede utilizar la importación relativa. Si se produce un conflicto de nombres, puede utilizar el espacio de nombres.

Diagrama de Despliegue

El diagrama UML de despliegue describe las especificaciones del sistema de software y el sistema de hardware físico necesario para ejecutar el software. El diagrama de despliegue también determina la instalación del software en el hardware. El diagrama UML de despliegue asigna segmentos de software de un método al dispositivo que lo implementará.

Los requerimientos mínimos de los nodos son:

* PC: 1 GB de RAM
* Servidor web: Procesador a 1,80 GHz, 2 GB de RAM, 5.00 GB de espacio en disco. • Servidor de base de datos: Procesador a 1,80 GHz, 2 GB de RAM, 80 GB de Disco Duro extensible.

Pruebas

Esta fase permite aumentar la calidad de los sistemas reduciendo el número de errores no detectados y disminuyendo el tiempo transcurrido entre la aparición de un error y su detección. También permite aumentar la seguridad de evitar efectos colaterales no deseados a la hora de realizar modificaciones y refactorizaciones.

Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación, también llamadas pruebas del cliente, son especificadas por el cliente y se centran es las características y funcionalidad generales del sistema que son visibles y revisables por parte del cliente. A continuación, se muestra la prueba de aceptación de Gestionar demanda de agua obtenida por los autores (Tabla 6).

**Tabla 6.** Prueba de aceptación: gestionar demanda de agua

|  |  |
| --- | --- |
| Código: HU  | HU: Gestionar Demanda de Agua  |
| Nombre: Obtener demanda de agua por cliente, poblado, zonas de acueducto  |
| Descripción: Prueba para la funcionalidad de obtener los datos de la demanda de agua para los clientes, ya sea individual, por poblados, o por zonas de acueducto.  |
| Condición de ejecución: El usuario debe estar autenticado en el sistema e insertados los datos de las zonas de acueducto, poblados e inventario de cliente.  |
| Entradas / Pasos de ejecución: Se visualiza la demanda, deben aparecer todos los cálculos realizados diaria, mensual y anualmente, así como la cantidad de viajes a realizar según el ciclo de abasto para 7 días.  |
| Resultado esperado: El sistema muestra la información correcta.  |
| Resultado obtenido: Se obtiene el resultado esperado.  |
| Evaluación de la prueba: Satisfactoria.  |

**Fuente:** Elaboración propia.

Para validar que la salida emitida por la aplicación web fuese el resultado esperado por el cliente se desarrollaron 15 pruebas de aceptación. Se realizó un total de 3 iteraciones para lograr alcanzar los resultados satisfactorios, desde el punto de vista funcional de la aplicación.

 Las iteraciones fallidas estuvieron dadas en su mayoría por errores de validación y en algunos casos de la interfaz. A continuación, se detallan la cantidad de no conformidades por iteración.

En la primera iteración resultó 1 no conformidad:

-Errores de validación: 1: En la segunda iteración se encontraron un total de 2 no conformidades:

-Errores en la interfaz: 2: Estos resultados evidenciaron el correcto funcionamiento de la versión final entregada al cliente. La siguiente gráfica muestra los datos obtenidos del desarrollo de las pruebas de aceptación.

En la primera iteración de cuatro pruebas de aceptación, 3 coincidieron con los resultados esperados por el cliente, esto representa un 75%. En la segunda iteración de 4 pruebas realizadas, 2 coincidieron con los resultados esperados, lo que representa un 50%, mientras que dos pruebas resultaron fallidas, hecho que representa un 50% de las pruebas insatisfactorias. En la tercera iteración coincidieron el 100% los resultados esperados.

De los resultados anteriores, y a partir del procesamiento de encuestas de satisfacción aplicadas a trabajadores de la entidad con el software diseñado, se procedió a valorar la factibilidad de la misma. Los resultados se sintetizan en la figura 1.



**Figura 1.** Factibilidad de la propuesta

**Fuente:** Elaboración propia

Los autores del estudio pueden concluir que con la ejecución de las tareas de ingeniería se alcanzó a implementar las HU. Al utilizar los estándares de codificación se garantizó que el código fuera de fácil entendimiento y mantenimiento. Las pruebas de aceptación permitieron comprobar al cliente que la aplicación web desarrollada es realmente eficaz.

## [T2]CONCLUSIONES

El desarrollo de los fundamentos teóricos que sustentan el objeto del presente estudio permitió adquirir conocimientos relacionados con el proceso de control del servicio de abasto de agua en pipas, a población permanente en el Municipio Especial de Isla de la Juventud, para mejorar la labor que se realiza en las entidades de Recursos Hidráulicos.

 Con la realización del diagnóstico sobre la situación actual del proceso de control del servicio de abasto de agua en pipas a población permanente se concluyó que, al tener tanta información en formatos de papel o varios documentos de Excel, es difícil obtener resultados finales sobre el servicio.

 La implementación de la aplicación web propuesta mejoró el control en la Delegación Municipal de Recursos Hidráulicos y Empresa Integral, los documentos ahora cuentan con una herramienta que garantiza su perdurabilidad y el tiempo de acceso a la información, que se encuentra en grandes volúmenes de papel, disminuyó.

 Al validar la solución informática obtenida a través de las encuestas aplicadas al personal del centro y de las pruebas de aceptación que plantea la metodología de desarrollo utilizada, se logró constatar la factibilidad de la aplicación.

## [T2]REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caballero, C. M., & Álvarez, L. (2021). Diagnóstico comunitario de San Antonio de los Baños: problemas y redes de participación para solucionarlos. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, *9*(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2308-01322021000200006&script=sci\_arttext

 Cánovas, D., & Martínez, Y. (2021). Desafíos jurídicos para la implementación del caudal ambiental en Cuba. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, *42*(3), 103-126. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382021000300103&script=sci\_arttext

de Luis, E., Fernández, M. C., & Guzmán, C. (2013). Derecho humano al agua y al saneamiento: derechos estrechamente vinculados al derecho a la vida. *Documentación social*, *170*, 217-236. https://www.researchgate.net/profile/Celia-Fernandez-Aller-2/publication/297026240\_El\_derecho\_humano\_al\_agua\_y\_al\_saneamiento/links/56dca22208aee73df6d3fabf/El-derecho-humano-al-agua-y-al-saneamiento.pdf

Echeverría, J., & Anaya, S. (2018). El derecho humano al agua potable en Colombia: decisiones del estado y de los particulares. *Vniversitas*, (136), 43-56. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0041-90602018000100043&script=sci\_arttext

García, I. T. G., Alvarez, M. M., Reyes, L. G., Tirzo, M. A., Díaz, Y. A., Palmero, M. B., & González, D. H. (2022). Control de la calidad a series de datos diarios de lluvia en el periodo 1961-2008. *Revista Cubana de Meteorología*, *28*(2). http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/634

González, E. R. (2018). *Sistema de Cuadre Comercial para la División Territorial Isla de la Juventud de ETECSA.* (Tesis de Grado). Universidad Jesús Montané Oropesa, Isla de la Juventud.

Rodríguez, O. S., & Sánchez, M. S. (2022). Contribución de la selección de personal a la estrategia de operaciones. *Revista cubana de ciencias económicas*, *8*(2), 144-152. http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/634

Santa María, B. C., Aguilar, C. E. V., & Sotomayor, R. A. M. (2020). Política nacional agraria en el Perú: Efectividad de los enfoques de gestión pública. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, *25*(89), 55-65. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890254

Silva, F. M. (2013). El derecho al agua posible. Dimensión social del derecho al agua y al saneamiento. *Lex Social: Revista De Derechos Sociales*, *3*(1), 75–95. Recuperado a partir de https://www.upo.es/revistas/index.php/lex\_social/article/view/402

Waugh, I. M. C., Monzón-Sánchez, A., & Valdés-Pérez, M. (2022). Perfeccionamiento de la gestión pública del agua en Cuba. *Ingeniería Industrial*, *43*(1), 1-9. https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/1130