



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTÓNIO PÁEZ

**PROPUESTA DEL USO DE
DISPOSITIVOS DE AHORRO DE AGUA
BASADOS EN LA GUÍA EDGE EN UNA
VIVIENDA MULTIFAMILIAR. (CASO
ESTUDIO: EDIFICIO HAYATT)**

Autor:

Salha S. Hanin

Urb. Yuma II, calle Nro. 3 Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (máster) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DEL USO DE DISPOSITIVOS DE AHORRO DE AGUA
BASADOS EN LA GUÍA EDGE EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR.
(CASO ESTUDIO: EDIFICIO HAYATT)**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar por el título de
INGENIERO CIVIL

Autor: Salha S. Hanin.
CI.: 30.387.293

Tutor académico:
Ing. Rafael Mieres
CI: 8.831.952

San Diego, marzo de 2022.



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Propuesta del uso de dispositivos de ahorro de agua basados en la guía EDEE en una vivienda multifamiliar. (Caso estudio: Edificio Hayatt).

Realizado por el (la) Br. Hanin Salha
C.I. N° 30.387293 cursante de la carrera de Ingeniería Civil

hace constar después de analizar su contenido y oír la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Rafael Méndez
C.I.: 8831952

El Jurado

Jurado
Nombre: Manuel Torres
C.I.: 17315796

Jurado
Nombre: Carlos Rodríguez
C.I.: 15198806

Fecha: 03/06/22



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI L 015 2022-ICR IG

Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadana:
SALHA SALHA, HANIN
30.387.293

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 2-2022 de fecha 15/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Propuesta del uso de dispositivos de ahorro de agua basados en la guía edge en una vivienda multifamiliar, (caso estudio: edificio Hayatt)

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Se ratifica la designación del Tutor Académico que la asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Rafael Javier Mieres Cedeño, titular de la cédula de identidad V-8.831.952

Atentamente



Dr. Francisco Gelanzé Sevilla,
Decano de Ingeniería



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ingeniero Rafael Mieres, portador de la cédula de identidad N° 8.831.952, en mi carácter de tutor del Trabajo de Grado presentado por la ciudadana Hanin Salha Salha, portadora de la cédula de identidad N°30.387.293, titulado **“PROPUESTA DEL USO DE DISPOSITIVOS DE AHORRO DE AGUA BASADOS EN LA GUÍA EDGE EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR. (CASO ESTUDIO: EDIFICIO HAYATT)”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, mayo del 2022.

Ing. Rafael Mieres
C.I: 8.831.952

DEDICATORIA

Zaher Salha; Rim Salha; Ferial Abouharb

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme cada día ¡Ser Grande!

Gracias a mis tres angelitos, por impulsarme a ser más fuerte toda la vida, y por ser siempre mi ejemplo a seguir por nunca rendirme hasta conseguir todo lo que me proponga y a ser tan fuerte como ustedes fueron.

Para Yiddo Fawaz; Yiddo Abass; Khalo Husam.

Gracias a mis padres Zaher Salha y Rim Salha, mi abuela Ferial Abouharb y mi hermana Ámar Salha, ustedes son la parte más importante de este proceso. Gracias por ser parte de este logro que es tan importante para mí y sé cuánto lo es para ustedes, son mi ejemplo a seguir y mi impulso día a día. Por confiar en mí y en cada paso que doy

¡Gracias por estar siempre a mi lado!

Mi sueño es hacerlos sentir siempre orgullosos de lo soy, todo por y para ustedes.

Son los pilares de la estructura de mi carrera.

Gracias a mis amigos de la universidad por hacer que mi último semestre sea una locura, fue lo máximo. Pero especialmente, a Luis Taylor y Rony Iucci, por ser los hermanos que me regaló la vida, su apoyo ha sido importante para mí.

Gracias a mi tutor Ing. Rafael Mieres, por hacernos creer que ya somos Ingenieros desde el día 1 en que nos conoció, y por haber aceptado ser parte de mi trabajo de grado.

Gracias al director Ing. Luis F. Rodríguez, por inspirarme y por creer que sí puedo. Su entrega y apoyo hará llegar muy lejos a la escuela de civil.

Gracias Ing. Manuel Figueira, por su apoyo y entrega, lo cual es indiscutible. Ha sido un gran profesor para mí.

Gracias Ing. Freddy Lanza, por hacerme creer que mis logros y metas son mucho más grandes de lo que podría imaginar. Gracias por confiar en que puedo ser una gran Ingeniero y Arquitecto.

Gracias Ing. Alejandro Pocaterra, por hacerme sentir que seré una gran profesional y por poner su confianza en mis habilidades. Gracias por hacerme creer que soy ¡Súper Hanin!

Gracias a todos los profesores que fueron parte de mi proceso y mi recorrido en estos 4 años de constante entrega.

ÍNDICE

| CONTENIDO | Pp. |
|--|-------------|
| LISTA DE TABLAS..... | x |
| LISTA DE CUADROS..... | xi |
| LISTA DE FIGURAS..... | xii |
| LISTA DE GRÁFICAS..... | xiii |
| RESUMEN..... | xiv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO | |
| I EL PROBLEMA | |
| 1.1 Planteamiento del Problema..... | 3 |
| 1.2 Formulación del Problema..... | 4 |
| 1.3 Objetivos de la Investigación..... | 5 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 5 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 5 |
| 1.4 Justificación de la Investigación..... | 5 |
| 1.5 Alcance y limitaciones..... | 6 |
| II MARCO TEÓRICO | |
| 2.1 Antecedentes de la investigación..... | 8 |
| 2.2 Bases teóricas..... | 13 |
| 2.2.1 Certificación EDGE..... | 13 |
| 2.2.2 Red de distribución de agua..... | 13 |
| 2.2.3 Dotación de agua..... | 15 |
| 2.2.4 Método de Hunter..... | 16 |
| 2.2.5 Principio de Bernoulli..... | 18 |

| | |
|--|----|
| 2.2.7 Efecto Venturi..... | 19 |
| 2.2.8 Presiones..... | 21 |
| 2.2.9 Pérdidas..... | 22 |
| 2.2.10 Sustentabilidad..... | 24 |
| 2.2.11 Accesorios y/o dispositivos..... | 25 |
| 2.3 Bases Legales..... | 28 |
| 2.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela..... | 28 |
| 2.3.2 Ley de Aguas Gaceta Oficial N° 38.595 | 28 |
| 2.3.3 Norma sanitaria Gaceta Oficial N° 4044-1988..... | 29 |
| 2.4 Definición de términos básicos..... | 30 |

III MARCO METODOLÓGICO

| | |
|--|----|
| 3.1 Tipo de Investigación..... | 32 |
| 3.2 Diseño de la Investigación..... | 33 |
| 3.3 Nivel de la Investigación..... | 33 |
| 3.4 Población y muestra..... | 34 |
| 3.5 Técnicas de recolección de datos..... | 34 |
| 3.5.1 Observación Directa..... | 35 |
| 3.5.2 Entrevista..... | 35 |
| 3.5.3 Revisión Documental..... | 36 |
| 3.5.4 Revisión Bibliográfica..... | 36 |
| 3.6 Instrumentos de recolección y análisis de datos..... | 36 |
| 3.6.1 Registro fotográfico..... | 37 |
| 3.6.2 Guía de entrevista..... | 37 |
| 3.6.3 Cuadro comparativo..... | 38 |
| 3.6.4 CheckList..... | 38 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.6.3 | Registro de páginas electrónicas..... | 39 |
| 3.7. | Técnicas de análisis de datos..... | 39 |
| 3.8 | Fases metodológicas..... | 39 |
| IV | RESULTADOS | |
| 4.1 | Diagnóstico de las piezas sanitarias comprendidas en el apartamento tipo de la vivienda multifamiliar “Hayatt”..... | 43 |
| 4.1.1. | Piezas comprendidas en el Apartamento tipo..... | 44 |
| 4.1.2. | Entrevistas..... | 44 |
| 4.2 | Análisis del consumo de agua del sistema existente de la vivienda multifamiliar de estudio. | 54 |
| 4.2.1. | Cálculo del Caudal de piezas y artefactos existentes..... | 54 |
| 4.2.2. | Selección de las Piezas y artefactos ahorradores. | 57 |
| 4.2.3. | Catálogos y dispositivos ahorradores..... | 57 |
| 4.3 | Cálculo de porcentajes de ahorro de agua considerando los dispositivos y artefactos ahorradores en la vivienda multifamiliar de estudio..... | 62 |
| 4.3.1. | Ahorro por pieza sanitaria..... | 63 |
| 4.3.2. | Consumo total en la vivienda multifamiliar..... | 70 |
| 4.3.3. | Ahorro causado en el equipo de bombeo. | 72 |
| 4.3.4. | Resumen del ahorro del consumo total. | 72 |
| V | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 80 |

LISTA DE TABLAS

| TABLA | | pp. |
|--------------|--|------------|
| 1 | Dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares..... | 15 |
| 2 | Dotación de agua de la vivienda multifamiliar..... | 16 |
| 3 | Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios. Uso privado..... | 17 |
| 4 | Gastos Probables..... | 18 |
| 5 | Consumo por pieza y artefacto existente..... | 56 |
| 6 | Consumo del Lavamanos..... | 63 |
| 7 | Consumo de la batea..... | 64 |
| 8 | Consumo del fregadero..... | 65 |
| 9 | Consumo de la ducha..... | 66 |
| 10 | Consumo del bidé..... | 67 |
| 11 | Consumo de Puntos de agua blanca..... | 68 |
| 12 | Consumo del Water Clock..... | 69 |
| 13 | Consumo de la lavadora..... | 69 |
| 14 | Consumo de la piscina..... | 70 |
| 15 | Consumo total en la vivienda multifamiliar con dispositivos tradicionales..... | 70 |
| 16 | Consumo total en la vivienda multifamiliar con dispositivos ahorradores..... | 71 |
| 17 | Ahorro de consumo total en la vivienda multifamiliar con dispositivosahorradores..... | 73 |

LISTA DE CUADROS

| CUADRO | | pp. |
|---------------|---|------------|
| 1 | Piezas comprendidas en la vivienda multifamiliar..... | 44 |
| 2 | Resumen comparativo de entrevistas..... | 53 |
| 3 | Piezas y artefactos ahorradores | 61 |

LISTA DE FIGURAS

| FIGURA | | pp. |
|--------|---|-----|
| 1 | Partes de una red de distribución de agua..... | 14 |
| 2 | Red de distribución de agua en una vivienda..... | 15 |
| 3 | Efecto Venturi..... | 20 |
| 4 | Manómetro tipo Bourdon..... | 22 |
| 5 | Regulador de caudal..... | 26 |
| 6 | Grifos con cierre automático..... | 27 |
| 7 | Sanitarios doble descarga..... | 28 |
| 8 | Parcela de la vivienda multifamiliar (Caso estudio)..... | 42 |
| 9 | Plano de planta tipo (Caso estudio)..... | 43 |
| 10 | Plano de planta baja (Caso estudio)..... | 44 |
| 11 | Mediciones de presión en vivienda multifamiliar (Caso estudio). | 55 |
| 12 | Mediciones de caudal en vivienda multifamiliar (Caso estudio). | 56 |
| 13 | Estabilizador de caudal..... | 58 |
| 14 | Aireador..... | 58 |
| 15 | Válvula antirretorno..... | 59 |
| 16 | Sistema de doble descarga..... | 60 |
| 17 | Lavadora de carga frontal..... | 60 |
| 18 | Cobertor para piscina..... | 61 |
| 19 | Ubicación de dispositivos en la planta tipo (Caso estudio)..... | 75 |
| 20 | Ubicación de dispositivos en la planta baja (Caso estudio)..... | 76 |

LISTA DE GRÁFICAS

| GRÁFICA | | pp. |
|----------------|--|------------|
| 1 | Caudal vs Presión del aireador para el lavamanos..... | 63 |
| 2 | Caudal vs Presión del Aireador para la batea..... | 64 |
| 3 | Caudal vs Presión del Aireador para el fregadero..... | 65 |
| 4 | Caudal vs Presión del Aireador para la ducha..... | 66 |
| 5 | Caudal vs Presión del Aireador para el bidé..... | 67 |
| 6 | Caudal vs Presión de la válvula antirretorno en puntos de agua blanca..... | 68 |
| 7 | Porcentaje de ahorro por cada pieza y artefacto..... | 72 |
| 8 | Comparativa de consumo. Sistema tradicional vs Sistema con ahorradores..... | 74 |



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DEL USO DE DISPOSITIVOS DE AHORRO
DE AGUA BASADOS EN LA GUÍA EDGE EN UNA
VIVIENDA MULTIFAMILIAR.(CASO ESTUDIO:
EDIFICIO HAYATT)**

Autor: Hanin Salha

Tutor: Ing. Rafael Mieres

Fecha: Marzo 2022

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se deriva de la necesidad que tiene la humanidad con respecto a uno de los recursos más esenciales. Es debido a esto que se busca desarrollar una solución a un problema que puede afectar a la humanidad, así como lo es el consumo irresponsable del agua. Una de las soluciones, es establecer una estrategia de aplicación de dispositivos de reducción de agua que permita generar un consumo menor con respecto al mismo. Este proceso comprende de objetivos específicos que respecta a un diagnóstico, análisis y solución. Este estudio permite establecer y seleccionar los dispositivos necesarios y aptos para el ahorro de una vivienda multifamiliar. Todo este proceso es en base a lo que indica la Guía EDGE, y así poder cumplir con el ahorro de un 20% del agua para optar por la certificación respectiva. La investigación es de tipo factible, de diseño de investigación de campo y documental, y con metodología cuantitativa. Investigación enmarcada dentro de la línea de Ciencias cognitivas y aplicadas.

Descriptor: Dispositivos de reducción, Guía EDGE.

INTRODUCCIÓN

Pese a los esfuerzos desplegados por los países de las Américas para mejorar el uso y la gestión de los recursos hídricos, la demanda de agua sigue en aumento, la contaminación perjudica su calidad y los riesgos naturales tales como las inundaciones y la sequía distorsionan las actividades humanas y provocan grandes sufrimientos y pérdidas económicas. El crecimiento poblacional y el proceso de urbanización son factores claves subyacentes al enorme crecimiento de la demanda de agua y al deterioro ambiental. Dado que el suministro anualmente renovable de agua dulce es relativamente fijo, los expertos advierten que la inminente crisis del agua será el más importante problema ambiental del próximo decenio, en especial en regiones donde la población sigue creciendo rápidamente.

Los principales problemas ligados al recurso agua se relacionan hoy día no solo con su disponibilidad para consumo humano y uso en la producción agrícola/industrial, sino también con la sobreexplotación y la consecuente degradación ambiental y deterioro en la calidad del recurso. Estos problemas afectan en manera distinta los sectores sociales en función del grado de vulnerabilidad que presentan. La menor disponibilidad en cantidad y calidad del recurso tiene estrechos vínculos con el desarrollo humano. La limitada capacidad para administrar las aguas, las estructuras orgánicas fragmentarias y una planificación, gestión y conservación inadecuada de las aguas son algunos de los factores que inciden en la multiplicación de los problemas.

En relación a los problemas generados, es importante comprender que se presenta un reto ecológico del cuidado del agua, que hace que la industria de la construcción deba idear estrategias para su uso de parte de los fabricantes, creando equipos más eficientes, y por parte de los arquitectos e ingenieros el gestionar y diseñar construcciones en consonancia con la tendencia ecológica del ahorro de recursos, reciclado de materiales y cuidando de medio ambiente en cada aspecto de

la obra. En una edificación el acceso al agua es a través de las piezas sanitarias por lo que a partir de estos elementos se puede implementar un ahorro del consumo de agua en una vivienda.

Es por esta razón que, la propuesta de este proyecto trata de una estrategia del consumo responsable de agua, considerando dispositivos y muebles sanitarios ahorradores aplicados a una vivienda multifamiliar. Para la cual se hará un análisis de instalaciones sanitarias de una vivienda unifamiliar diseñadas de forma tradicional y un posterior análisis considerando distintos dispositivos ahorradores. A partir de esto, se estimará cuál es el ahorro teórico por pieza sanitaria y el total de este ahorro generado en la vivienda. Este proceso se establece considerando y haciendo uso de la Guía EDGE para ahorro del agua, con el fin de que la vivienda logre cumplir con un ahorro mínimo del 20% con respecto al ahorro de agua. Con lo previamente establecido, el presente trabajo de grado está dividido en cuatro capítulos descritos:

Capítulo I: Se establece el planteamiento del problema, además se realizará la formulación del problema y así poder definir los objetivos de la investigación comprendiendo la justificación, delimitación y alcance del proyecto.

Capítulo II: Abarca el marco teórico, que hace referencia a los antecedentes y bases teóricas que ampara la investigación, incluyendo la definición de términos básicos.

Capítulo III: Donde se especificará el marco metodológico del proyecto. Este abarca el tipo de investigación, nivel y diseño de esta, además se conocerá la población y muestra a estudiar, se delimitarán las técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de datos y por último se describirán las fases metodológicas de la investigación.

Capítulo IV: Se presentarán los tipos de recursos que fueron necesarios para la realización del trabajo de grado siendo estos con los que cuenta el investigador, recursos humanos, materiales y financieros. Además del cronograma de actividades y por último las referencias.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El agua es un recurso natural no renovable que ha alcanzado niveles alarmantes de escasez, siendo, sin duda un tema de actualidad. Es importante señalar que del total de agua que ocupa el 75% de la superficie del planeta, 97.5% es salada y solo el 2.5% es dulce, es decir, apta para el consumo de los organismos vivos. Debido a la poca cantidad de agua dulce que existe en el planeta, se encuentra el problema de la disponibilidad de dicho recurso para su consumo. A lo que se refiere dicho problema de disponibilidad, es a que el 75% del agua dulce en la tierra no está disponible para el consumo ya que se encuentra congelada en los glaciares. Esto conlleva al estudio mundial por distintas organizaciones del poco cuidado y gasto desmedido de este recurso indispensable.

Según estadísticas mostradas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2016), la crisis mundial del agua tiende a incrementarse desmedidamente en los próximos años, aumentando la necesidad de agua de las personas que habitan en países subdesarrollados. Esta necesidad puede incrementarse mundialmente tal y como se presenta en Haití. Los recursos hídricos disminuirán a causa del crecimiento de la población, la contaminación y el cambio climático. En el caso de América Latina, esta es una de las regiones más ricas en recursos hídricos, por contar con recursos acuíferos enormes como la selva amazónica, ubicada en países del cono sur, específicamente en Venezuela y Brasil. Pero esto no la exime de enfrentar problemas serios de abastecimiento.

Venezuela como parte de América latina, no escapa de esta problemática, a pesar de contar con numerosas fuentes naturales, aunque de difícil acceso para la población porque se encuentran en las zonas menos pobladas del país. Los servicios de abastecimiento de agua potable para los habitantes venezolanos se caracterizan por la poca cobertura. Parte de las fallas en estos servicios de abastecimiento son por los

graves problemas de mantenimiento

En el artículo 109 de la Gaceta Oficial de la República de Venezuela y normativa sanitaria indica que “Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares se determinarán en función del número de dormitorios de que consta cada unidad de vivienda” (1988, p.33). continuando con el Art. 109 de dicha gaceta, la dotación mínima en la vivienda multifamiliar de estudio sería de 1350 litros por día/apto. Además, para obtener las unidades de consumo acumulado de todas las piezas consideradas en esta vivienda, se implementará el método de Hunter, el cual estima cuál será el gasto en litros por segundo total de la edificación y lo que permitirá reconocer el ahorro que se generará en la vivienda con respecto a los dispositivos implementados. Estos dispositivos se implementan como alternativas eco tecnológicas y sustentables para el ahorro del agua.

Una herramienta principal que es considerada en este trabajo de investigación es el certificado ecológico, el cual da respaldo a las edificaciones que hacen uso de estrategias tanto para la gestión sustentable de energía y de agua como la construcción de la misma con el uso de materiales ecológicos. Estos certificados acreditan y califican las construcciones con respecto a sus características ecológicas implementadas en la vivienda. Entre los certificados más relevantes usados en la actualidad, se utilizará la certificación EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) en su apartado para el ahorro del agua, la cual estipula un ahorro de 20% como buena puntuación y presta estrategias para el ahorro. En el estudio de implementación de estos dispositivos en la vivienda, se procurará contar con el ahorro estipulado.

1.2 Formulación del Problema

En función a lo anteriormente planteado, nace la siguiente incógnita:

¿Cómo se puede mejorar el ahorro de agua en una vivienda multifamiliar?

(Caso estudio: Edificio Hayatt).

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer el uso de dispositivos de ahorro de agua basados en la guía EDGE en una vivienda multifamiliar. (Caso estudio: Edificio Hayatt)

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar los puntos de agua blanca y accesorios existentes en la vivienda multifamiliar de estudio.
- Analizar el consumo de agua del sistema existente de la vivienda multifamiliar de estudio.
- Calcular porcentajes de ahorro de agua considerando los dispositivos y artefactos ahorradores en la vivienda multifamiliar de estudio.

1.4 Justificación de la Investigación

La situación mundial en relación con los recursos hídricos es de una gravedad inocultable; la escasez, el mal uso y la mayoritaria creencia popular acerca de su abundancia, han determinado una excesiva y desaprensiva utilización del recurso lo que plantea una grave y creciente amenaza para la seguridad alimentaria, la salud humana y los ecosistemas de los que dependen aquellos. Se establece que los ecosistemas y sus servicios ambientales están amenazados por las actividades antrópicas, según una evaluación realizada por C. J. Vörösmarty, et al. (2010), en el contexto de seguridad del agua y a la biodiversidad. En dicha investigación se señala que, en el mundo, casi un 80% de la población está expuesta a niveles altos de estrés por falta de agua y se indica que es grave el deterioro de los ecosistemas conexos al recurso agua, señalando a la contaminación, como una de las afectaciones más importantes.

La importancia de establecer una cultura de prevención es tarea fundamental para las instituciones de educación superior, ya que con conocimiento científico se pueden detectar con antelación los problemas que inciden tanto en el ciclo del agua natural como en el antropogénico, lo que se considera como una labor de alta

pertinencia social. Es por esta razón que se implementan estos dispositivos para el ahorro del agua como forma de concientización e implementación sostenible en el ámbito de ingeniería hidráulica como lo es este trabajo de investigación. Es indispensable para el desarrollo de la vida, la humanidad y todos los seres vivos del planeta, además del ahorro económico y de energía que puede presentar el mundo con una buena gestión del recurso del agua.

1.5 Alcance y limitaciones

En definitiva, se realiza la propuesta de dispositivos y artefactos en puntos de agua blanca, basados en la guía EDGE, en piezas sanitarias considerando un apartamento tipo y puntos de consumo de la vivienda multifamiliar ubicada en Valencia, Edo. Carabobo. Asimismo, determinar los porcentajes de ahorro de comparación entre piezas sanitarias convencionales y dispositivos implementados, que deberán generar ahorro que se basa en la guía EDGE para el caso del agua. Es importante mencionar que en este proyecto no se calcularán los precios de los dispositivos propuestos, tampoco se realizará ningún tipo de presupuesto ni precios de dispositivos en general. Asimismo, no considerará el porcentaje de ahorro de energía que genere la disminución del uso del agua. Por lo tanto, este proyecto será de investigación, con respecto a las posibles opciones como propuesta y su efectividad en el ahorro del agua.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Es importante para un proyecto de investigación, tener que basarse en estudios previamente realizados y enfocados en relación con el presente tema de problemática, los cuales fueron establecidos por distintos autores, donde así se puede tener un proyecto más específico que pueda transmitir a sus lectores una respuesta concreta y eficaz para el problema planteado. Además de los antecedentes, se tienen las bases teóricas que permiten la comprensión directa de los aspectos relevantes que están relacionados con la investigación y, por otro lado, las leyes que esta involucra para cumplir con todas las normativas establecidas. Cada uno de los aspectos mencionados anteriormente, serán explicados en el presente marco teórico teniendo en cuenta el temade investigación.

Es importante definir que, el marco teórico es un compendio escrito de artículos, libros y otros documentos que describen el estado pasado y actual del conocimiento sobre el problema de estudio. Nos ayuda a documentar cómo nuestra investigación agrega valor a la literatura existente. Esto señala que el marco teórico consiste en elementos teóricos relacionados con el problema de estudio que permite su adecuada comprensión para luego definir su alcance y comprender sus implicaciones, es decir, que el marco teórico es la base principal dentro de las cuales se explican aspectos relacionados con el tema o problemas en estudio y debe estar enlazada con lateoría, la práctica y el proceso de la investigación.

En términos generales, el sistema de ahorro de agua ha sido un enfoque primordial para un progreso sostenible en distintas áreas de la humanidad, debido a grandes problemas que puedan presentarse al pasar de los años por descuidos, contaminación, falta de conocimiento con respecto a este recurso. En este caso, se han desarrollado investigaciones que generan pequeños cambios a través de sus aplicaciones a obras tal como viviendas unifamiliares y multifamiliares, las cuales

son verificadas por los resultados obtenidos y que además son certificadas por agentes capacitados que forman parte de un sistema que garantiza calidad ambiental y social por medio de proyectos sostenibles, o también llamados, proyectos verdes.

2.1 Antecedentes de la investigación

Para Supo (2015) “Los antecedentes investigativos son estudios desarrollados dentro de nuestra línea de investigación, ubicados en el mismo nivel investigativo o por debajo de él”. (p.29). Hace una comparación con el plano cartesiano y afirma que la línea vertical llamada línea de investigación se cruza con la línea horizontal llamada nivel investigativo y es en este punto donde se desarrolla el estudio. Por lo tanto, todo estudio se debe realizar desde el punto de la establecida línea de investigación, es aquí donde se presentan los primeros vacíos de su conocimiento, esto se puede detectar cuando se realiza la búsqueda exhaustiva de antecedentes investigativos con el fin de contribuir con la línea de investigación.

Principalmente, Lovera, L. y Quispe, O. (2021), en su trabajo de grado **“Propuesta de plan de mejora en la gestión de agua y energía para la mitigación de impactos ambientales en edificios multifamiliares existentes de cinco pisos basado en recomendaciones EDGE”** para optar por el título de Ingeniero Civil en la universidad Peruana de Ciencias aplicadas, Perú; realizan la propuesta de implementación de dispositivos ahorradores como parte de la gestión de agua, siguiendo los requerimientos de la guía EDGE. En relación al presente trabajo de grado, se toman en consideración las propuestas de los dispositivos que estos autores han implementado en su trabajo de grado y que les ha funcionado para el ahorro del agua en la vivienda de estudio.

En un enfoque de mayor relación con esta investigación, Pulido, M. y Pulgar V. (2021), en su trabajo de grado titulado **“Análisis del consumo de agua considerando dispositivos y artefactos ahorradores en una vivienda unifamiliar”** para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad José Antonio Páez en Venezuela, realizan una propuesta de ahorro de agua, implementando dispositivos

previamente certificados por la guía EDGE. Esta investigación, aporta una extensa influencia en cuanto a la selección de dispositivos aptos para el ahorro del consumo. De esta manera, se puede realizar un análisis de optar por estos dispositivos siempre y cuando hayan aportado un ahorro considerable en la vivienda, teniendo así una referencia creíble sobre el funcionamiento de los mismos.

Relacionado al sistema de ahorro de agua, Álvarez, Mario (2019), realiza su trabajo de grado titulado “**Diseño de un sistema de ahorro de agua y energía para baños**” para optar por el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad de los Andes en Bogotá, Colombia. Tiene como objetivo general el diseñar la mejor estrategia para ahorrar agua y luz en la vida cotidiana dentro de las viviendas a través de la implementación de un sistema de microaspersión. En el cual, busca implementar una estrategia que permita que estos recursos no sean desperdiciados, aplicando técnicas dediseño para analizar correctamente las necesidades de los hogares. Es por esto que se implementa un sistema de ahorro de consumo de agua, el cual se pueda implementar en cualquier vivienda del país.

Para reducir el gasto, se realiza una esquematización sobre las medidas aplicadas para casos de consumo más influyente en los sanitarios de las viviendas. En este se caracteriza la reducción del gasto de agua, en el que hablan de medidas que resultan eficientes como el uso de las posibles llamadas “aguas grises” en el cual el consumo del fregadero o las duchas pueda ser reutilizado en el inodoro. Por otro lado, se busca adaptar un dispositivo en el cual se pueda usar el agua fría mientras esta se calienta. Estas son medidas que pueden ser tomadas en viviendas nuevas que desean comprender un uso efectivo de este recurso. Por otro lado, este proyecto enfoca sus resultados en el micro aspersor como un prototipo de baja resolución, pero con el cual se obtuvo una respuesta significativa en el consumo del agua.

Para este trabajo de grado, es importante mencionar que cada recurso implementado en la vivienda, no comprenderá el presupuesto de los dispositivos, pero si se busca implementar dispositivos que sean de fácil localización, implementación en los aparatos y eficiencia. Por lo que el trabajo de grado de Álvarez

permite el consumo de agua eficiente con medidas de sencilla implantación y, además, indica las medidas extras que pueden ser aplicadas, tal como lo es el uso del agua fría sin derrochar, el uso de las aguas grises y otras alternativas que sean indicados como “recurso eficiente” en la guía EDGE y por supuesto, la conciencia con la humanidad en la vida cotidiana.

Por otro lado, Lecca, G. y Prado, L. (2019) en su trabajo de grado **“Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE y sus beneficios en su vida útil frente a una edificación tradicional. Caso: edificio en el distrito de Santa Anita – Lima”** para optar por el título de Ingeniero Civil, establecen esta propuesta con el fin de generar un ahorro en la edificación que este en relación con el ahorro mínimo establecido por la certificación Leed. Para esto, hacen un estudio de todo el proceso estructural de la edificación, con sus artefactos y sistemas existentes. Asimismo, para el caso en relación con este trabajo de grado, logran generar un ahorro de un porcentaje elevado con respecto al consumo de agua.

Los autores, establecen su proceso de certificación, donde indican que buscan generar un ahorro mínimo del 20% en agua y en aspectos de energía y materiales. Para esto, indican su etapa de diseño, donde verifican el cumplimiento de las normas y parámetros EDGE, además, recolectan toda la información necesaria para avalar con todo lo propuesto en su trabajo de investigación. Lo que se relaciona con este trabajo de grado, ya que se requiere de mencionar las normas que se encuentren involucradas al agua y, además, se proponen los dispositivos siguiendo con lo que se indica en la Guía EDGE. Demostrando así que, se cumplen con los requisitos mínimos para que el edificio sea apto bajo esta certificación.

Seguido de lo anteriormente mencionado, estos autores presentan las medidas de eficiencia de la certificación EDGE, los cuales buscan que, con esto, se mejore el uso de los materiales, consumo de energía y agua en una edificación convencional. Cabe destacar que, al generar un ahorro de agua mayor, se genera un ahorro de energía y se logra cumplir con la demanda al mismo tiempo. En su eficiencia del

agua, se indican dos categorías las cuales están debidamente relacionadas con este trabajo de grado. Entre estas están los aparatos para duchas y griferías, buscan mezclar el agua con el aire, causando mayor presión sin diferencias en sensación con el sistema tradicional y, además, se implementan los sanitarios de doble descarga, los cuales generan un consumo menor y con la misma función de un sanitario tradicional.

El estudio que realizaron Molina, E. Quesada, F. Calle, A. Ortiz, J y Orellana, D. (2018) el cual se titula “**Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca**” en su artículo científico para la facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca, Ecuador; proponen la aplicación de cuatro criterios para la gestión sustentable de agua potable en diferentes viviendas durante un período de tiempo para así poder procesar la información del consumo y ahorro del agua. Uno de estos criterios se trata de la implementación de dispositivos ahorradores. Estos dependen de la mayor demanda del consumo en esa vivienda. Para este caso, implementan inodoros, sanitarios, grifos y duchas. Para cada punto de agua blanca, se tiene un ahorro diferente tomando tres niveles de ahorro en estudio.

Entre estos están para el nivel básico se tienen los sanitarios e inodoros con un consumo promedio de agua máximo y adicional a esto, los grifos y duchas con un caudal máximo implementando aireadores. Seguido, se tiene el nivel intermedio, en el cual implementan inodoros de doble descarga y urinarios, donde el consumo de agua máximo disminuye, comprendiendo así un ahorro de agua. Por último, se encuentra el nivel superior, el cual exige el que se cumpla lo que se propone en el nivel intermedio y así poder aplicar dispositivos que requieran mayor ahorro y eficacia. Todo esto influye en el presente trabajo de grado con respecto a las exigencias que pueden aplicarse y el proponer distintas opciones donde se pueda implementar la de mayor eficiencia.

En relación al concepto de certificación, González, Angielik e Hidalgo, Alfonso (2016), realizan su trabajo de grado sobre la “**Evaluación de un edificio de interés social aplicando los criterios de certificación de sostenibilidad de la norma LEED y los requisitos ambientales exigidos por la normativa venezolana**” para

optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica Andrés Bello. Se habla de la necesidad de desarrollar un proyecto con las soluciones necesarias para solventar los problemas que presenta esta edificación, esto que conlleva al objetivo general el cual es “realizar una evaluación aplicando los criterios de certificación de sostenibilidad de la norma LEED y los requisitos sanitarios y ambientales exigidos por la normativa venezolana para clasificar, comparar y verifica el mismo”.

Estos autores, establecen un estudio de toda la edificación con respecto a los tipos de certificación que otorga la certificación leed. En este caso, se enfocará al estudio que realizaron con respecto al uso del agua en la vivienda. Para esto, toman en consideración los parámetros establecidos en la certificación Leed y, además, la Gaceta Oficial N°4044. Se evalúa la edificación con respecto a cada una de estas normas que establezcan el uso eficiente del agua, determinando si este cumple o no con los parámetros para lo cual, se determina si esta vivienda está en condiciones para optar por la certificación establecida, siendo estos los resultados esperados por los autores y su objetivo de implementar recursos y estrategias para el ahorro necesario.

Para esta investigación será tomada en cuenta la certificación EDGE, pero esta se encuentra relacionada con la investigación de González ya que ambas comprenden el cumplimiento de las normas establecidas en la Gaceta Oficial N°4044, con respecto al uso correcto de uno de los recursos más importantes, el agua. Para eso, como base legal, estas normas establecidas deberán ser respetadas y aplicadas en esta vivienda para optar por una puntuación que comprenda un ahorro del 20% tal y como lo indica la Certificación EDGE. Para cumplir con este objetivo, es necesario implementar como estrategia equipos o dispositivos ahorradores de acuerdo al caso en el que sea necesario, y que beneficie a la vivienda multifamiliar que es presentada en este proyecto.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) (1989), realiza el informe de investigación “Brundtland”, el cual define el desarrollo sostenible como: “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades”. Esta investigación se basa en la seguridad ambiental para garantizar el buen vivir de la humanidad. Por lo que es importante resaltar que, se deben desarrollar procesos de la mano con la sostenibilidad para garantizar resultados tanto ambientales, sociales y económicos en torno a lo natural, fomentando así, a los investigadores posteriores a desarrollar estos mismos procesos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Certificación EDGE

Como aspecto importante, se habla de la certificación EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies), la cual fue una iniciativa de la Corporación Financiera Internacional. Ésta se caracteriza por basarse en principios globales de ahorro energético, hídrico y de energía incorporada en materiales, es decir, la huella de carbono asociada. Mediante esto se busca fomentar las buenas prácticas constructivas y operativas que muchas veces no existen en países con economías emergentes (Green Factory, 2021). En este proyecto, se fomentarán las buenas prácticas con respecto al ahorro de agua, basados en cada aspecto que conlleve a la guía EDGE, de acuerdo a los dispositivos que este menciona y tomando en cuenta aquellos que permitan desarrollar mejores resultados con respecto a la vivienda multifamiliar en estudio.

2.2.2 Red de distribución de agua

En una edificación, centros de abastecimiento, proyectos hidráulicos, es implementada una red de distribución de agua, la cual permite que, mediante un diseño, basado en el Principio de Bernoulli, el poder abastecer correctamente cumpliendo con las necesidades del punto destino. En otras palabras, Arístegui (2016), indica que es aquella que facilita que el agua avance desde el punto de

captación hasta el punto de consumo en condiciones aptas para su consumo. Por aptas no solo se entiende en cuanto a condiciones sanitarias de calidad, sino también de cantidad. Una red consta de estaciones de bombeo; tuberías principales, secundarias y terciarias; tanques de almacenamiento intermediarios, válvulas; dispositivos para medición y derivaciones domiciliarias.

En una vivienda, el proceso de distribución de agua se divide en diferentes tipos, siendo: Sistemas de distribución directa, Sistema de distribución por gravedad desde un estanque elevado, Distribución por combinación de estanque bajo, bomba de elevación y estanque alto; y distribución con equipo hidroneumático. Para la presente vivienda multifamiliar será tomada en cuenta la distribución con equipo hidroneumático. Este proceso de distribución procede desde, una acometida, un equipo hidroneumático (pudiendo depender de un grupo de presión para edificios de altura elevada), una llave de registro para el edificio, una batería de contadores, una llave de paso por unidad habitacional, y los montantes. (Ver figura 1 y 2)

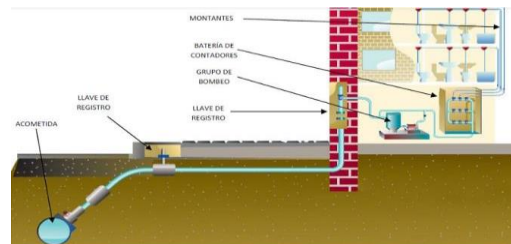


Figura 1. Partes de una Red de Distribución de agua.

Fuente: Instalaciones S.L (2018).

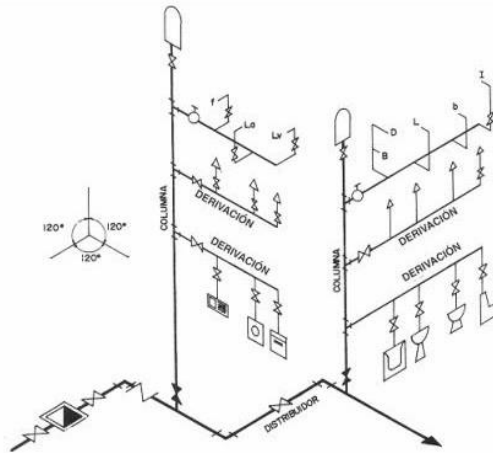


Figura 2. Red de distribución de agua en una vivienda.

Fuente: Vásquez, G (2017).

2.2.3 Dotación de agua

Las dotaciones de aguas para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares se determinarán en función del número de dormitorios de que consta cada unidad de vivienda, de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1. Dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares.

| Número de dormitorios de cada unidad de vivienda | Dotación de agua correspondiente por unidad de vivienda, en litros por día |
|--|--|
| 1 | 500 |
| 2 | 850 |
| 3 | 1200 |
| 4 | 1350 |
| 5 | 1500 |
| más de 5 | 1500 l/día más 150 l/días por cada dormitorio en exceso de cinco. |

Fuente: Norma sanitaria G.O. N° 4044.

Esta dotación de agua será tomada en cuenta para unidad habitacional (apartamento tipo), el cual será un acumulado entre todos los apartamentos para el gasto total de la edificación. Para las dotaciones de la vivienda en este trabajo de investigación, se establecen en la tabla 2.

Tabla 2. Dotación de agua de la vivienda multifamiliar.

| N° apartamentos | N° Habitaciones | Dotación (L/s) /apto |
|-----------------|-----------------|----------------------|
| 1 | 4 | 1350 |
| 30 | 120 | 40500 |

Fuente: Tomado de la Gaceta Oficial N° 4044. Adaptado por Salha, H (2022).

2.2.4 Método de Hunter

El Método permite obtener el Gasto Máximo Probable (GMP), tomando como factores el uso de los edificios, que ha sido base en el diseño de instalaciones hidráulicas en normas y reglamentos, por lo que se aplica mediante un método probabilístico. En general, el método de Hunter consiste en asignar factores de carga a los diferentes piezas y aparatos sanitarios a la máxima frecuencia de uso asumida, tomando en cuenta que las piezas son empleados intermitentemente por lo que, en un sistema integrado por varios grupos de diferentes tipos, el cálculo de la demanda no es cuestión de una simple adición de los gastos demandados por la pieza. Hunter asumió que la participación de una pieza simple no depende solamente de su gasto de alimentación, sino también de la frecuencia y duración de uso.

Las unidades de gasto se presentan para cada pieza sanitaria, las cuales son establecidas por Hunter para una vivienda multifamiliar de uso privado. En relación a este gasto, se presenta el Gasto Probable, el cual se determina con respecto al Número de unidades acumulado por sección de tubería de la red de distribución de agua en la vivienda. Este procedimiento de obtención de unidades de gasto se determina de la siguiente manera:

1. Si los servicios higiénicos corresponden a aparatos de uso privado, el cálculo de las unidades de gasto se hace considerando el baño como un conjunto, dándoles así, sus unidades Hunter correspondiente según tabla 3.
2. Se suman todas las unidades de gasto previamente determinadas por el conjunto.

3. En la tabla 4 de gastos probables, se determina la máxima demanda por conjunto habitacional.

Tabla 3. Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en las edificaciones. Uso privado.

| Aparato sanitario | Tipo | Unidades de gasto | | |
|-------------------|---|-------------------|-----------|---------------|
| | | Total | Agua fría | Agua caliente |
| Inodoro | Con tanque – descarga reducida. | 1,5 | 1,5 | - |
| Inodoro | Con tanque. | 3 | 3 | - |
| Inodoro | Con válvula semiautomática y automática. | 6 | 6 | - |
| Inodoro | Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida. | 3 | 3 | - |
| Bidé | | 1 | 0,75 | 0,75 |
| Lavatorio | | 1 | 0,75 | 0,75 |
| Lavadero | | 3 | 2 | 2 |
| Ducha | | 2 | 1,5 | 1,5 |
| Tina | | 2 | 1,5 | 1,5 |
| Urinario | Con tanque | 3 | 3 | - |
| Urinario | Con válvula semiautomática y automática. | 5 | 5 | - |
| Urinario | Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida. | 2,5 | 2,5 | - |
| Urinario | Múltiple (por m) | 3 | 3 | - |

Fuente: Tomado de la Gaceta Oficial N° 4044. Adaptado por Salha, H (2022).

Tabla 4. Gastos Probables.

| N° de unidades | Gasto Probable | | N° de unidades | Gasto Probable | | N° de unidades | Gasto Probable |
|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|
| | Tanque | Válvula | | Tanque | Válvula | | |
| 3 | 0,12 | - | 120 | 1,83 | 2,72 | 1100 | 8,27 |
| 4 | 0,16 | - | 130 | 1,91 | 2,80 | 1200 | 8,70 |
| 5 | 0,23 | 0,91 | 140 | 1,98 | 2,85 | 1300 | 9,15 |
| 6 | 0,25 | 0,94 | 150 | 2,06 | 2,95 | 1400 | 9,56 |
| 7 | 0,28 | 0,97 | 160 | 2,14 | 3,04 | 1500 | 9,90 |
| 8 | 0,29 | 1,00 | 170 | 2,22 | 3,12 | 1600 | 10,42 |
| 9 | 0,32 | 1,03 | 180 | 2,29 | 3,20 | 1700 | 10,85 |
| 10 | 0,43 | 1,06 | 190 | 2,37 | 3,25 | 1800 | 11,25 |
| 12 | 0,38 | 1,12 | 200 | 2,45 | 3,36 | 1900 | 11,71 |
| 14 | 0,42 | 1,17 | 210 | 2,53 | 3,44 | 2000 | 12,14 |
| 16 | 0,46 | 1,22 | 220 | 2,60 | 3,51 | 2100 | 12,57 |
| 18 | 0,50 | 1,27 | 230 | 2,65 | 3,58 | 2200 | 13,00 |
| 20 | 0,54 | 1,33 | 240 | 2,75 | 3,65 | 2300 | 13,42 |
| 22 | 0,58 | 1,37 | 250 | 2,84 | 3,71 | 2400 | 13,86 |
| 24 | 0,61 | 1,42 | 260 | 2,91 | 3,79 | 2500 | 14,29 |
| 26 | 0,67 | 1,45 | 270 | 2,99 | 3,87 | 2600 | 14,71 |
| 28 | 0,71 | 1,51 | 280 | 3,07 | 3,94 | 2700 | 15,12 |
| 30 | 0,75 | 1,55 | 290 | 3,15 | 4,04 | 2800 | 15,53 |
| 32 | 0,79 | 1,59 | 300 | 3,32 | 4,12 | 2900 | 15,97 |
| 34 | 0,82 | 1,63 | 320 | 3,37 | 4,24 | 3000 | 16,20 |
| 36 | 0,85 | 1,67 | 340 | 3,52 | 4,35 | 3100 | 16,51 |
| 38 | 0,88 | 1,70 | 380 | 3,67 | 4,46 | 3200 | 17,23 |
| 40 | 0,91 | 1,74 | 390 | 3,83 | 4,60 | 3300 | 17,85 |
| 42 | 0,95 | 1,78 | 400 | 3,97 | 4,72 | 3400 | 18,07 |
| 44 | 1,00 | 1,82 | 420 | 4,12 | 4,84 | 3500 | 18,40 |
| 46 | 1,03 | 1,84 | 440 | 4,27 | 4,96 | 3600 | 18,91 |

Fuente: Tomado de la Gaceta Oficial N° 4044. Adaptado por Salha, H (2022).

2.2.5 Principio de Bernoulli

En función de lo estipulado por Barbosa (2012) explica que, dentro de un flujo de energía constante, cuando el fluido fluye a través de una región de presión más baja, se acelera y viceversa. Por lo tanto, el principio de Bernoulli se refiere a cambios en la velocidad y cambios en la presión dentro de un campo de flujo. En dinámica de fluidos, el principio de Bernoulli establece que un aumento en la velocidad de un fluido ocurre simultáneamente con una disminución en la presión estática o una disminución en la energía potencial del fluido. El principio de Bernoulli se puede aplicar a varios tipos de flujo de fluidos. Esto da como resultado varias formas de la

ecuación de Bernoulli.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el principio de Bernoulli indica que, en puntos a lo largo de una línea horizontal de flujo, las regiones de mayor presión tienen una menor velocidad del fluido, y las regiones de menor presión tienen una mayor velocidad del fluido. Conceptualmente, podría ser más simple pensar acerca del principio de Bernoulli como el hecho de que un fluido que fluye de una región de mayor presión a una de menor presión se acelerará debido a la fuerza neta sobre la dirección de movimiento. Esta relación inversa entre la presión y la velocidad en un punto en un fluido se llama el principio de Bernoulli. Este principio se deriva de la segunda Ley de Newton, donde expresa que las partículas del fluido están sujetas únicamente a la presión y a su propio peso.

Ecuación del teorema de Bernoulli

Con relación a lo mencionado con la teoría de Bernoulli, se expresa que para que el teorema cumpla con lo dicho, debe trabajar bajo energías de Cinética, Potencial y de presión; siendo la suma de estas tres un valor constante. La ecuación de Bernoulli es eficaz y útil porque relaciona los cambios de presión con los cambios en la velocidad y la altura a lo largo de una línea de corriente. Además, para poder aplicarse, el flujo debe cumplir con las siguientes restricciones: Flujo estable; Flujo incompresible; Flujo sin fricción y Flujo a lo largo de una línea de corriente. La ecuación de Bernoulli puede aplicarse entre cualquiera de los dos puntos sobre una línea de corriente siempre que se satisfagan las restricciones establecidas.

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + g * Z_1 = \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + g * Z_2 \quad \text{Ec.1}$$

2.2.6 Efecto Venturi

El efecto Venturi lleva el nombre de su descubridor Giovanni Battista Venturi, quien en 1797 detectó un cambio en la presión de un fluido, cuando este aumenta o disminuye su velocidad. Este descubrimiento tuvo grandes aplicaciones, llegando a

seruno de los más importantes en la termodinámica. En relación a lo mencionado,

Ortega (2013), Aclara que el efecto Venturi se produce en un estrechamiento intercalado en una tubería y diseñado de modo que mediante una disminución gradual de la sección de entrada y un aumento también gradual de la salida se eviten turbulencias disminuyendo su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor, así como se indica en la figura 3.

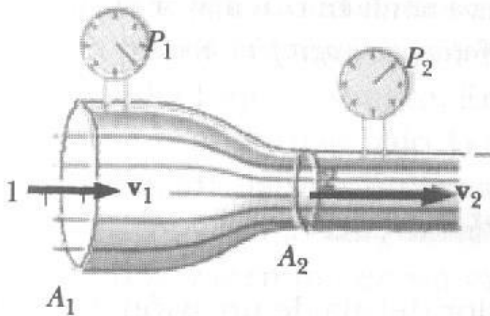


Figura 3. Efecto Venturi.

Fuente: León, H (2016).

En otra definición, el efecto Venturi es un fenómeno físico que consiste en que cuando un fluido en movimiento dentro de un tubo o conducto de determinada sección, atraviesa una sección menor, inevitablemente este aumenta su velocidad. Al aumentar su velocidad se descubrió que disminuye su presión. A esto se le llama efecto Venturi. El efecto Venturi se explica por el Principio de Bernoulli y el principio de continuidad de masa. **El principio de continuidad de masa** afirma que, si el caudal de un fluido es constante, pero la sección disminuye, la velocidad necesariamente aumenta. Siendo el **caudal**, la cantidad de fluido que circula en una sección determinada de un ducto en cierta cantidad de tiempo.

$$A_1 * V_1 = A_2 * V_2 \quad \text{Ec.2}$$

$$Q_1 = Q_2 \quad \text{Ec.3}$$

2.2.8 Presiones

Se investigará o determinará la presión mínima del agua en las redes privadas de agua potable del edificio con el objeto de poder elegir el método de alimentación, el que puede ser directo, o usando cisterna y tanque elevado o equipos de bombeo a presión (hidroneumático). El dato de la presión mínima también servirá para calcular el diámetro de las tuberías de entrada y de distribución. Es por esto que, para los cálculos de gasto por pieza habitacional, es importante conocer la presión que se presenta, debido a que de este depende el ahorro que se puede obtener por pieza sanitaria por dispositivos implementados. Estas presiones son determinadas siendo relativas a los componentes, debido a que depende de su tipo de material, temperatura y capacidad de la pieza. Para esto, se tiene la presión nominal (PN).

Presión nominal (PN).

Se define como el valor numérico de una serie convencional que se adopta, a efectos de referencia, para caracterizar los tubos, las piezas especiales y los demás elementos de la tubería en relación con la presión hidráulica interior (kp/cm²) que son capaces de resistir en ausencia de cargas externas. A igualdad de DN, las características geométricas de los elementos de unión (bridas y otros) de una misma serie de PN serán tales, que permitan la conexión entre ellos. En otras palabras, la presión nominal es la que dicho elemento es capaz de aguantar sin considerar la presión de diseño y en ausencia de cargas externas. Siendo esta presión nominal la cual se obtendrá de las piezas sanitarias con el manómetro.

Manómetro.

Es definido como un instrumento de medición que permite conocer la presión manométrica y la intensidad de un fluido (ya sea gas o líquido) que se encuentra encerrado en un recipiente. Estos instrumentos emplean conexiones mecánicas. Por lo tanto, son principalmente útiles para medir presiones estáticas o presiones que cambian lentamente. Los manómetros de presión se han utilizado en sistemas de alimentación de fluidos durante muchos años. Por lo tanto, el diseño del manómetro

de presión para sistemas de alimentación de fluidos está ya muy perfeccionado. Una característica importante a tener en cuenta es la sección transversal de los tubos, esta cambia con el aumento de la presión.

Los manómetros de presión de tubo Bourdon son actualmente algunos de los medidores más comunes (Figura 4). El funcionamiento del tubo de Bourdon es simple. Consisten en un tubo semicircular y plano de metal. Está fijado en un extremo y unido a un mecanismo de palanca sensible en el otro. A medida que aumenta la presión dentro del tubo, la fuerza del fluido intenta enderezar el tubo curvado. El tubo se separa de la palanca que, al estar conectada a la aguja en la pantalla, muestra la presión en el puerto de fluido. Los tubos Bourdon toman la presión y la convierten en energía mecánica. Esta energía mueve un dial en el medidor, mostrando la cantidad actual de presión en el sistema.

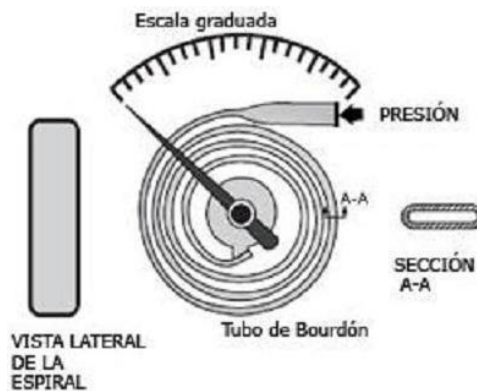


Figura 4. Manómetro tipo Bourdon.

Fuente: Rodríguez, L (2022).

2.2.9 Pérdidas

La pérdida de carga que se produce en un conducto cerrado o en cualquier elemento hidráulico de una determinada conducción viene a estar dado por la diferencia de presiones que existe entre dos puntos cualesquiera siempre y cuando exista un determinado caudal, es decir, si el fluido se encuentra en estado estático no existirá ningún tipo de pérdida de energía. En el estudio de pérdidas de energía, estas se consideran como pérdidas continuas debido a la presencia de circunstancias

que sean particulares, por ejemplo: un estrechamiento, cuando se produce un cambio de dirección o por la presencia de cualquier tipo de válvula en el conducto, esto se produce a lo largo de conductos regulares, localizados o ya sea accidentales.

Entre estos obstáculos se pueden considerar a la propia tubería, los accesorios que presenta tales como: codos, válvulas, reducciones, acoples, etc.; también consideran las derivaciones, los estrechamientos, los cambios de sección y dirección, entre otros. Asimismo, se definen las variables que intervienen en la pérdida de carga en tuberías siendo, la sección, la longitud y el material de la misma, además de la cantidad del caudal. Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, accidentales o localizadas debido a circunstancias particulares, esto se caracteriza por dos factores; tanto por fricción como por accesorios, además de las características propias de los materiales de la red, así como su rugosidad.

Pérdidas de carga por accesorios

Este tipo de pérdidas son producidas cuando el fluido experimenta un cambio de movimiento debido al cambio de dirección que se presenta, a diferencia de las pérdidas de carga por fricción, estas pérdidas son originadas por la turbulencia que se origina en cualquier punto específico dentro de cualquier sistema de tuberías, dentro de estos puntos podemos considerar: codos, reducciones, válvulas, juntas, etc. Las pérdidas de carga en accesorios ocurren en tramos cortos, e hidráulicamente se consideran que ocurren en un punto y usualmente son conocidas como pérdidas de carga localizadas, locales o pérdidas menores.

Pérdidas de carga por fricción

Son las que ocurren por los rozamientos del fluido con las tuberías y depende de parámetros como longitud, rugosidad de la tubería, la velocidad, viscosidad o densidad del fluido. En distintos casos, se toma mayor importancia a las pérdidas continuas, y si las pérdidas localizadas no superan el 5% de las totales suelen despreciarse. Esto provoca que se rocen unas capas con otras (flujo laminar) o de partículas de fluidos entre sí (flujo turbulento). Muchos fabricantes de tuberías tienen a su disposición tablas con las pérdidas de carga y la relación entre pérdida y

caudal (expresado en litros/hora) ya que, sin duda facilita el trabajo para el dimensionado de la instalación.

2.2.10 Sustentabilidad

La sustentabilidad se define como la capacidad que tiene una sociedad para hacer un uso consciente y responsable de sus recursos, sin agotarlos o exceder su capacidad de renovación. Básicamente se trata de asegurar una mejor calidad de vida en el presente sin comprometer el desarrollo de las generaciones futuras. En el caso de la ingeniería y la arquitectura, el objetivo es crear proyectos como espacios públicos y domésticos que estimulen la interacción social, impulsen la economía y tengan bajo impacto en el medio ambiente. En pocas palabras, trata que crear espacios habitables, desde el diseño hasta la edificación, aplicando los principios Sustentable, tales como:

- Reducción del consumo energético durante todo el proceso de edificación.
- Utilización de materiales ecoeficientes que aseguren el ciclo de vida de los edificios.
- Reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos.

Los edificios sustentables de alto rendimiento incorporan nuevos enfoques que hacen frente a la problemática actual del agua a través de los dos elementos más importantes del sistema hidrológico del edificio: el suministro de agua potable y la disposición de las aguas residuales. La reducción en el consumo del agua del edificio y un replanteamiento de la estrategia de disposición de aguas residuales dentro del ambiente construido puede aumentar la cantidad de agua disponible en la red municipal de agua potable, mejorar la salud de las personas, y reducir las amenazas a los ecosistemas. Además de estos beneficios, existen otros debidos al sistema eficiente del uso del agua:

- Ahorro de energía. Los ahorros en consumo de energía debidos a una reducción en la demanda necesaria para mover, procesar y tratar agua llegan a ser mayores que los del ahorro de agua en sí.
- Beneficios ambientales. El disminuir el consumo de agua resulta en un menor impacto a los sistemas naturales.
- Mayor impacto en las relaciones públicas. El proteger el ambiente es bien visto por los clientes y el público en general, lo cual le dará un valor agregado al edificio.

Diseño del Sistema Hidrológico de la vivienda

Al iniciar con el diseño del sistema hidrológico del edificio es muy recomendable establecer cuáles son los objetivos en cuanto a reducción de consumo de agua, por ejemplo, si se habla de un factor de reducción, implica reducir a un 20% el consumo de agua comparado con el de un edificio tradicional. Con base en este objetivo, al presupuesto y requerimientos del cliente, se diseñará el sistema hidrológico del edificio. Este diseño se determinará una vez que se evalúe el potencial y requerimientos de las piezas sanitarias. Las estrategias que pueden ser usadas y consideradas en el diseño y desarrollo en el sistema de distribución de agua potable en una vivienda multifamiliar son:

- Selección de las fuentes de agua para cada propósito.
- Empleo de tecnologías que minimicen el consumo de agua para cada propósito. Esta estrategia incluye la combinación de equipos de bajo flujo (inodoros, regaderas, grifos), equipos con muy poco flujo (baños secos) y accesorios.

2.2.11 Accesorios y/o Dispositivos

Posibles opciones según lo especificado en la Guía EDGE.

2.2.11.1 Reductor de caudal de duchas

En la definición estipulada por López, D (2015), es un dispositivo que se intercala en la conexión del flexo de la ducha al mando de la misma (Figura 5).

Consiste en una válvula reductora de presión que, como su nombre indica, reduce la presión con la que se alimenta el cabezal de la ducha, de tal forma que el caudal que ésta es capaz de entregar se reduce igualmente. La válvula funciona restringiendo el agua a medida que entra, y luego la libera de acuerdo con sus ajustes. El caudal entregado está entre los 5 a 10 L/min, según modelo (RST). En la guía EDGE se indica que, deberá usarse un promedio con el flujo máximo tras la medición de presiones y flujos en los distintos puntos de la vivienda.



Figura 5. Regulador de Caudal.

Fuente: Palme, K (2022).

2.2.11.2 Grifos con cierre automático

En un enfoque directo con la guía EDGE, este indica que se puede reducir el consumo de agua en grifos de bajo flujo para lavabos, siendo un método de ahorro efectivo los grifos con cierre automático, los cuales se activan al presionar y cuentan con sensores de salida de agua en un tiempo determinado (Figura 6). Así mismo, en la tesis doctoral de López, D (2015), se explican las griferías automáticas, que son dispositivos que abren y/o cierran el paso de agua de forma autónoma sin la intervención directa del usuario. De esta forma, se puede controlar el tiempo de suministro de caudal en el aparato, ajustándose al tiempo de uso del mismo. El ahorro en el volumen de agua consumida, no se produce por el caudal suministrado sino por el tiempo durante el cual se consume este caudal.



Figura 6. Grifos con cierre automático.

Fuente: Palme, K (2022).

2.2.11.3 Aireador/ Perlizador

Según López, D. (2015), son dispositivos cuya función es mezclar el agua a presión procedente de las instalaciones con aire exterior para generar una vena de aguaque, manteniendo la apariencia y la consistencia de un potente chorro, suministre mucha menos agua de la que entregaría un grifo equipado con un regulador de chorro estándar. Lo que hace el aireador es mezclar, justo en la salida del grifo, el agua procedente de la tubería de alimentación con aire y así generar un chorro más “emulsionado”. Al contacto con cualquier cuerpo se observa sobre su superficie unas pequeñas perlas de agua, lo que da nombre al dispositivo, que están llenas de aire en su interior. Reducen el caudal de agua entre el 40% y el 60% sin que apenas se perciba que la cantidad de líquido o la sensación de mojado disminuyen.

2.2.11.4 Sanitarios de Doble descarga

Según lo mencionado en la guía EDGE, los sanitarios de doble descarga poseen dos palancas de descarga: el menor volumen se recomienda para desechos líquidos y el mayor volumen, para desechos sólidos. El equipo de diseño debe tomar los recaudos necesarios para seleccionar sanitarios de doble descarga con controles intuitivos y claros y una buena calificación de rendimiento de la descarga. Su funcionamiento es muy sencillo. Este tipo de inodoros tienen dos tipos de descargas: para sólidos que al accionarlo libera toda el agua del tanque y para líquidos, que solamente libera la mitad. Compuesto por un pulsador de dos botones, al presionar uno se descargan tres litros de agua y, al apretar ambos, la cantidad máxima que se libera

es de seis litros, que ya supone de por sí ahorro respecto a lo habitual (12 litros) (Ver figura 7).

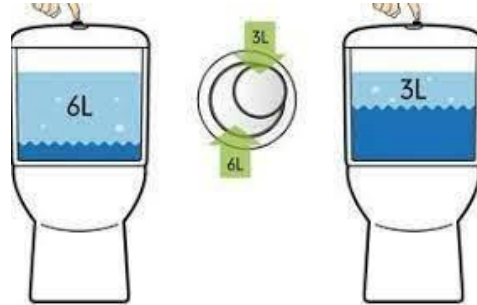


Figura 7. Sanitarios doble descarga.

Fuente: Toro y Antúnez (2019).

2.3 Bases legales

2.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

2.3.1.1 Capítulo IV. De los Derechos ambientales

Artículo 127. “Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.”

2.3.2 Ley de Aguas Gaceta Oficial N° 38.595 del 2 de enero de 2007

Esta Ley tiene por objetivo establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas, como elemento indispensable para la vida, el bienestar humano y el desarrollo sustentable del país, y es de carácter estratégico e interés del Estado. Por esta razón, es importante cumplir con los artículos presentes ya que permiten que este recurso no sea desperdiciado ni mal usado, si no, un beneficio que hay que proteger. Por lo que se presentan los siguientes artículos correspondientes a las disposiciones generales de la presente ley.

Artículo 4. Objetivos de la gestión integral de las aguas. “La gestión integral de las aguas tiene como principales objetivos:

- Garantizar la conservación, con énfasis en la protección, aprovechamiento sustentable y recuperación de las aguas tanto superficiales como subterráneas, a fin de satisfacer las necesidades humanas, ecológicas y la demanda generada por los procesos productivos del país.
- Prevenir y controlar los posibles efectos negativos de las aguas sobre la población y sus bienes.”

Artículo 11. Criterios para garantizar disponibilidad en cantidad. “Para asegurar la protección, uso y recuperación de las aguas, los organismos competentes de su administración y los usuarios y usuarias deberán ajustarse a los siguientes criterios:

1. El uso eficiente del recurso.
2. La reutilización de aguas residuales.
3. La conservación de las cuencas hidrográficas.
4. Cualesquiera otras que los organismos competentes determinen en la normativa aplicable.”

La reglamentación de esta Ley establecerá los criterios y procedimientos para la elaboración del balance disponibilidad-demanda de las fuentes de aguas superficiales y subterráneas.

2.3.3 Norma sanitaria Gaceta Oficial N° 4044-1988

2.3.3.1 Capítulo VII. De las dotaciones de agua para las edificaciones

Artículo 109. “Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas, se determinarán de acuerdo con lo que se establece en la tabla de dotación por el número de dormitorios por departamento.”

2.3.3.2 Capítulo VIII. De las Piezas Sanitarias

Artículo 117. “Las piezas sanitarias deberán estar construidas de materiales duros, resistentes e impermeables, como porcelanas, hierro esmaltado, acero inoxidable o cualquier otro que resulte aceptable por la Autoridad Sanitaria Competente. Las superficies de las piezas serán lisas y no presentarán defectos interior ni exteriormente.”

Artículo 119. “Las piezas sanitarias deberán ser conectadas al sistema de distribución de agua de la edificación e instaladas de modo que no presenten conexiones peligrosas que puedan contaminar el agua.”

Artículo 121. “Las piezas sanitarias deberán instalarse en ambientes adecuados, (salas sanitarias), previendo los espacios mínimos necesarios para su correcto uso, limpieza, reparación e inspección.”

2.3.3.3 Capítulo XVII. De la instalación de las tuberías del sistema de abastecimiento de agua

Artículo 256. “En edificaciones de cuatro o más plantas, las tuberías de distribución de agua en tramos verticales serán colocadas adosadas a las paredes o en conductos especiales previstos para tal fin y cuyas dimensiones deberán ser tales que permitan su instalación, revisión, reparación o remoción, no debiendo estar incorporadas a elementos estructurales.”

2.4 Definición de términos básicos

Abastecimiento de agua: Es el conjunto de obras, conductos, equipos, aditamentos, dispositivos, instalaciones, etc., incluida la fuente de abastecimiento, que son destinados para el suministro de agua.

Agua potable: Agua que es destinada al consumo humano y que satisface las características físicas, químicas, bacteriológicas, biológicas y radiológicas que establezca la Autoridad Sanitaria Competente con sus correspondientes normas y que abastece una edificación.

Apartamento: Es la unidad de vivienda que forma parte de una edificación. Las viviendas unifamiliares y las viviendas bifamiliares no serán consideradas como apartamentos.

Dispositivos: Pieza o conjunto de piezas o elementos preparados para realizar una función determinada y que generalmente forman parte de un conjunto más complejo.

Dotación de agua: Es la estimación del consumo promedio diario de agua de una edificación de acuerdo con el uso y la ocupación a que está destinada.

Edificación: Es cualquier estructura pública o privada y sus dependencias, cualquiera sea su uso, sin importar el tipo de material utilizado en su construcción; se encuentre o no ocupada.

Eficiencia: Se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo, que lo tradicionalmente estipulado.

Gasto probable: Es la medida en litros por segundo de la demanda hidráulica probable en el sistema de distribución de agua de una edificación, ocasionado por el funcionamiento de las piezas sanitarias por él servidas y que se utiliza para el cálculo de las tuberías de distribución que constituyen el sistema.

Manómetro: Es un instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Se distinguen dos tipos de manómetros, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases.

Norma: Principio que se impone o se adopta para dirigir la conducta o la correcta realización de una acción o el correcto desarrollo de una actividad.

Pieza sanitaria: Es cualquier receptáculo, equipo o artefacto instalado en una edificación para uso de sus ocupantes, que cumplen con alguna o varias de las siguientes condiciones:

- Dotado de suministro de agua.
- Que recibe líquidos, líquidos residuales o residuos que son transportados por líquidos.
- Que descarga los líquidos residuales o los residuos transportados en el sistema de desagüe de la edificación.

Proyecto: Es el conjunto de las memorias descriptivas, los cálculos, los planos y demás documentos técnicos requeridos para la ejecución de una edificación.

Sala sanitaria: Son los ambientes de una edificación donde se ubican piezas sanitarias.

Sostenible: Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

Sustentable: Es el proceso por el cual se preserva, conserva y protege solo los Recursos Naturales para el beneficio de las generaciones presentes y futuras.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Marín, A; Hernández, E y Flores, J (2016), comentan que este Marco es el procedimiento general planteado en la metodología como recurso didáctico para emprender la teorización la cual es cíclico, de acción participativa y de evaluación constante entre los investigadores y los sujetos de estudio. Es así entonces cómo puede decirse que el marco metodológico es el resultado de la aplicación, sistemática y lógica, de los conceptos y fundamentos expuestos en el marco teórico. Es importante comprender que la metodología de la investigación es progresiva, por lo tanto, no es posible realizar el marco metodológico sin las fundamentaciones teóricas que van a justificar el estudio del tema elegido.

3.1 Tipo de investigación

Principalmente un proyecto factible o investigación proyectiva, de acuerdo con Hurtado de Barrera (2005) “consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo” (pág. 28). En consideración con lo mencionado, la presente investigación sigue dichos parámetros ya que se desarrollará una propuesta viable que atienda una necesidad los individuos. Se presenta una estrategia que permite la disposición de soluciones a problemas.

3.2 Diseño de la investigación

De acuerdo a lo mencionado por Arias (2012) “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin importar o controlar variables algunas, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. (P.31). Además, se habla de una investigación documental, en el cual se interpreta la información obtenida a través de investigaciones antecesoras para lograr una solución que sea apta a favorecer todos los posibles problemas que puedan ser vistos en la presente investigación, por lo que se tiene una información completa y desarrollada.

Se define a la investigación documental como “Los métodos a emplear cuando los datos han sido ya recolectados en otras investigaciones, es decir que son conocidos mediante los informes correspondientes, referidos a datos secundarios, porque han sido obtenidos por otros elaborados o procesados de acuerdo a los fines de quienes inicialmente los obtuvieron y manipularon. Estas informaciones proceden siempre de documentos escritos, pues es la forma uniforme en que se emiten los informes científicos. (Sabino, 2006, p. 115). Debido a esto, como datos secundarios se tendrán fuentes bibliográficas que fueron mencionadas como antecedentes en el marco teórico de la presente investigación. Comprendiendo así, un diagnóstico, análisis e interpretación de diseño de red y dotación de agua en una vivienda multifamiliar.

3.3 Nivel de la investigación

Lo establecido según Arias, F (2012, p.19) estipula que “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio”. Es por esta descripción que se estableció que el nivel al que llegará la investigación será descriptivo. Asimismo, Balestrini, M (2006, p.53) define a una investigación de nivel descriptivo como aquella en que “el planteamiento del problema adquiere una connotación de carácter enunciativo o informativo. Es decir,

se busca conocer ¿Qué ocurrió? y ¿Cómo ocurrió determinado fenómeno?, en determinado contexto, espacio y tiempo”. De esta forma la actual investigación corresponde a este nivel ya que se buscará y analizará la caracterización de la problemática.

3.4 Población y muestra

Población

Se habla de la población para seleccionar el grupo sobre el cual se aplicarán los instrumentos de recolección de datos, donde estos tienen características en común y podrán ser estudiadas. La población definida por Arias (2012) se entiende como “conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación”. La población que se comprende en este trabajo de investigación estará conformada por una vivienda multifamiliar en el Municipio de Valencia, Estado Carabobo. Se plantea el problema para este tipo de población la cual se relaciona con el consumo eficiente del agua y su ahorro.

Muestra

La selección de la muestra en relación a lo establecido por Arias (2012) “La muestra es un subconjunto representativo de un universo o población”, es decir esta se refiere a una porción de la población la cual es seleccionada para analizar e investigar las propiedades de la misma, proporcionando información relevante para el estudio y la solución del problema. Para el presente caso se tomará como muestra la vivienda multifamiliar, caso estudio: Edificio Hayatt en la cual se implementarán los dispositivos ahorradores. Estos dispositivos complementarán las piezas sanitarias de la vivienda en estudio para generar un ahorro del agua en toda la edificación, incluyendo así, cada punto de aguas blancas.

3.5. Técnicas de recolección de datos

Según Hernández, Fernández y Baptista, (2015) “la observación consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conductas manifiestas”

(p. 309). Partiendo de su concepto se determinan las técnicas más apropiadas capaces de ser útiles para profundizar en la investigación de forma eficiente y segura. Arias (2016), refiere que “las técnicas de recolección de datos son las distintas formas de obtener información” (p.53). Por lo que se comprende que existen distintas técnicas las cuales serán seleccionadas con respecto a la información que se requiera obtener, destacando que en este caso se emplearán las técnicas de observación directa, revisión documental y revisión bibliográfica.

3.5.1 Observación Directa

De acuerdo con Balestrini, M (2006, p.53), “la observación consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar”. Partiendo de este concepto, esta técnica es imprescindible en la investigación ya que se observará cada una de las piezas y su distribución en la sala sanitaria. Es decir, mediante esta técnica, el investigador puede observar y recoger datos pertinentes de las piezas, los cuales dictarán la manera de proceder para realizar el respectivo análisis. Teniendo en cuenta la importancia de la observación directa, se procederá a realizar una memoria fotográfica con el fin de captar esta información, teniendo en cuenta que dicha memoria, servirá como respaldo de los datos obtenidos en campo, y servirá para corroborar la información de lo descrito.

3.5.2 Entrevista

Se realiza la entrevista a profesionales especializados en el área de hidráulica, donde puedan otorgar la información necesaria para complementar este trabajo de grado. Además, poder tener así una validez de la respuesta a la formulación del problema. Donde se podrá comprender si las soluciones y propuestas establecidas son correctas, efectividad y estén debidamente relacionadas con el caso estudio. Asimismo, Pardinás (2005, p. 115), refleja que la técnica consiste simplemente en plantear las preguntas tan rápidamente como el entrevistado sea capaz de comprender y de responder”. Es por esto que, estas preguntas deben ser sencillas y concretas, con el fin de obtener la información necesaria.

3.5.3 Revisión Documental

Tamayo (R. (2012, p. 415) comenta que “una fuente muy valiosa de datos cualitativos son los documentos. Nos pueden ayudar a entender el fenómeno central del estudio”. En base a esto, la revisión se hará sobre documentos como: “Dispositivos eficientes para el ahorro del agua”; “Certificación EDGE del ahorro de agua en una vivienda multifamiliar. Además, se aplica revisión a la ficha de registro de datos en la cual se verán las anotaciones realizadas con respecto a la implementación de estos dispositivos ahorradores en la edificación en estudio. Para Hurtado (2008, p. 427), es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros o como texto que en sí mismo constituyen los eventos de estudio.

3.5.4 Revisión Bibliográfica

Para Arias, F. (2012, p.106) la revisión bibliográfica “consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación por realizar”. Es decir, consiste en la extracción de información a partir de fuentes bibliográficas expuestas por otros investigadores, en otras palabras, información que funcionará como fundamento de las bases teóricas del estudio a llevar a cabo. Se analizan todos los aspectos que estén dentro de las bibliografías mencionadas en el marco teórico y se relacionen con la problemática establecida en este trabajo de investigación para la obtención de resultados que conlleven a su posible solución.

3.6 Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos.

Indicado por Arias, F (2012, p.25), “Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información”. Estos son fundamentales para poder ejecutar con eficacia las técnicas de recolección de datos, por tanto, los instrumentos pertinentes en la investigación son el histórico del comportamiento de las señales armónicas y la ficha bibliográfica. Por otro lado, Para Palella y Martins, (2017: 125), “es cualquier recurso del cual pueda valerse el investigador para

acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. En cada instrumento concreto pueden distinguirse dos aspectos diferentes: una forma y un contenido.” Por lo que se tienen estos instrumentos que comprenderán datos y resultados.

3.6.1 Registro fotográfico

El registro fotográfico es uno de los pasos indispensables dentro de los procesos de documentación. Una fotografía permite la observación de un objeto con todos sus detalles y la demostración del mismo en una investigación o en un estudio detallado. Se trata de un modo de registro, una manera de levantar, de capturar datos de la empírea. La toma fotográfica se emplea para el relevamiento sistemático de aspectos o cuestiones en las que otros modos de registro como la transcripción escrita de lo observado resultan insuficientes o inadecuados.

3.6.2 Guión de entrevista

Guión de entrevista. Es un instrumento que forma parte de la técnica de la entrevista. Desde un punto de vista general, es una forma específica de interacción social. El investigador se sitúa frente al investigado y le formula las preguntas que ha incluido en el guión previamente elaborado (pp. 127/128). Para elaborar el guión de entrevista se debe plantear y delimitar la situación a investigar, se debe identificar y definir los eventos de los cuales se desea obtener información y las personas que poseen la información. Asimismo, Hurtado (2008, p.46) plantea que el guión de entrevista debe contener los datos generales de codificación del entrevistado, datos sociológicos y convencionales al tema de investigación.

3.6.2.1 Validez del contenido del instrumento

La validez y confiabilidad reflejan la manera en que el instrumento se ajusta a las necesidades de la investigación (Hurtado, 2012). La validez hace referencia a la capacidad de un instrumento para cuantificar de forma significativa y adecuada el rasgo para cuya medición ha sido diseñado. Es decir, que mida la característica (o evento) para el cual fue diseñado y no otra similar. Este instrumento será parte de una **Validación por expertos**, para lo cual se entrega un ejemplar del mismo para

su revisión, observación y aprobación, y así este pueda ser implementado de manera correcta a los habitantes de la vivienda en estudio y poder adquirir los resultados esperados que no comprometen la confiabilidad del instrumento.

3.6.2.2 Confiabilidad del instrumento

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado de precisión exactitud de la medida, en el sentido de que si aplicamos repetidamente el instrumento al mismo sujeto u objeto produce iguales resultados. Grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes. Es decir, en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales. Kerlinger (2002). El coeficiente de confiabilidad permite medir la consistencia interna de instrumentos de medición, en este caso del cuestionario, estadísticamente es un coeficiente de correlación y teóricamente significa la correlación del cuestionario consigo mismo; sus valores oscilan entre 0 y 1.

3.6.3 Cuadro Comparativo

Se implementa un cuadro comparativo como Instrumento y análisis de recolección de datos para administrar la información obtenida con respecto a las respuestas de los profesionales entrevistados.

Pasos para su elaboración:

1. Identificar los elementos que se desea comparar.
2. Señalar los parámetros a comparar.
3. Identificar las características de cada objeto o evento.
4. Construir afirmaciones sobre elementos comparados.

3.6.4 CheckList

Las listas de chequeo o checklist para este trabajo de investigación será un formato de control. Creado para registrar actividades repetitivas y controlar el cumplimiento de una serie de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática. Según los autores (Arboleda, y otros, 2014) señalan que al Checklist de calidad como: “Un instrumento que revisa de forma ordenada el cumplimiento de

procedimientos que se llevan a cabo, mediante el cual se constata el cumplimiento de un conjunto de controladores de seguridad” (pág. 33). Para el caso de las piezas sanitarias y dispositivos ahorradores empleados en la vivienda, se implementará esta lista para reconocer cuales son los que serán implementados para esta propuesta.

3.6.5 Registro de páginas electrónicas

Los avances de la tecnología han facilitado el acceso a otros instrumentos de investigación documental muy poderosos. Tal es el caso de las bibliotecas electrónicas producto del tratamiento electrónico de los datos. Así, a través de internet se puede revisar y analizar gran cantidad de información que ha sido digitalizada y almacenada en las distintas bases electrónicas de datos. Los motores de búsquedas dirigen hacia distintos sitios donde se puede localizar esta información. Ahora bien, el registro de estas páginas electrónicas permite ubicarlas y utilizarlas a conveniencia. Este registro debe contener la descripción detallada del contenido de la página y la dirección de acceso.

3.7 Técnicas de Análisis de Datos

Posterior a la recolección de datos, la información recopilada debe ser analizada y estudiada de forma exhaustiva para poder determinar una conclusión en lo que respecta a la problemática planteada, es por ello que, en lo tocante a este punto, Arias, F (2012, p.25) menciona que estas técnicas “describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan”. Para el caso de estudio, se utilizarán como técnicas de análisis de datos el programa de Microsoft Excel, como una manera de administrar los resultados de las encuestas, los porcentajes de ahorro de agua y gráficas, con el sentido de organizar en cuadros comparativos o explicativos, y poder implementarlos en la fase explicativa.

3.8 Fases metodológicas

En esta fase, comprendiendo que se trata de un proyecto factible, se utilizará la estadística y el análisis cuantitativo, el cual será realizado en base a los datos obtenidos mediante la aplicación de los instrumentos mencionados, y la información

será tabulada y presentada para su posterior análisis e interpretación. Es importante indicar que en esta fase del proyecto aún no se ha diseñado ni aplicado el instrumento por lo que se procederá a describir el mismo más adelante. Se llevará a cabo mediante las siguientes fases, las cuales comprenden el diagnóstico del caso estudio, la identificación de los dispositivos, obtención de los porcentajes de ahorro y el análisis de los resultados.

Fase I: Diagnóstico de las piezas sanitarias comprendidas en el apartamento tipo de la vivienda multifamiliar “Hayatt”. En este caso, se hace un estudio de las piezas. Para esto se realiza la entrevista como instrumento de recolección de datos hacia los profesionales en el área de investigación y así poder obtener mayor información sobre la propuesta necesaria para el sistema de la vivienda multifamiliar.

Fase II: Analizar el consumo de agua del sistema existente de la vivienda multifamiliar de estudio. Para esta fase, se analizará el consumo de las piezas sanitarias tradicionales de la edificación. Esta, además, es la fase en la cual se recogerán los datos de las referencias necesarias y de la guía de usuario del certificado EDGE o catálogos de fabricantes para la determinación eficiente y efectiva en la selección de los dispositivos ahorradores y piezas sanitarias óptimas para una vivienda multifamiliar. En este caso se hace una preselección de las piezas que generan un posible cambio positivo con respecto al consumo de agua, y por medio de las pruebas y comparación de resultados realizadas se determinará cual de estos será el que genere un mayor ahorro.

Fase III: Calcular porcentajes de ahorro de agua considerando los dispositivos y artefactos ahorradores en la vivienda multifamiliar de estudio. En esta fase, es en la cual se determinarán los porcentajes de ahorro de gasto por piezas sanitarias en las cuales se les implementará un accesorio o cualquier otro dispositivo o pieza sanitaria eficiente. Cada pieza sanitaria presenta un consumo convencional que puede ser medido. En este caso, se medirá la presión y por medio de los

proveedores, los cuales suelen mostrar gráficos de caudal-presión de los dispositivos y de esta manera determinar el ahorro de dichos dispositivos en las piezas sanitarias de la vivienda multifamiliar. En esta fase se comparan los gastos de caudal en una vivienda multifamiliar que posee un sistema de distribución de agua tradicional, con la misma vivienda, pero implementando los dispositivos ahorradores en dicho sistema de distribución, analizando los ahorros obtenidos para verificar la factibilidad de estos dispositivos en la implementación a esta vivienda. Esta fase final, comprenderá los resultados que permiten seleccionar el correcto sistema de distribución de agua enfocado en los dispositivos, accesorios y piezas que puedan ser implementadas en la edificación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Para la presente investigación, se establecen objetivos específicos que permiten encontrar la solución al problema planteado, basándose en una propuesta de ahorro de agua. De esta propuesta, se logran obtener resultados que benefician a la investigación, estos presentados en este capítulo. En relación, se identifican cada una de las fases, las cuales complementarán la investigación en un proceso pre selección, comparación y ahorro. Toda esta investigación se comprende en una vivienda multifamiliar, esta se encuentra ubicada en el Estado Carabobo. En la zona de Valles de Camoruco, Calle 122. Se evidencia su ubicación en el plano de parcela, figura 8.

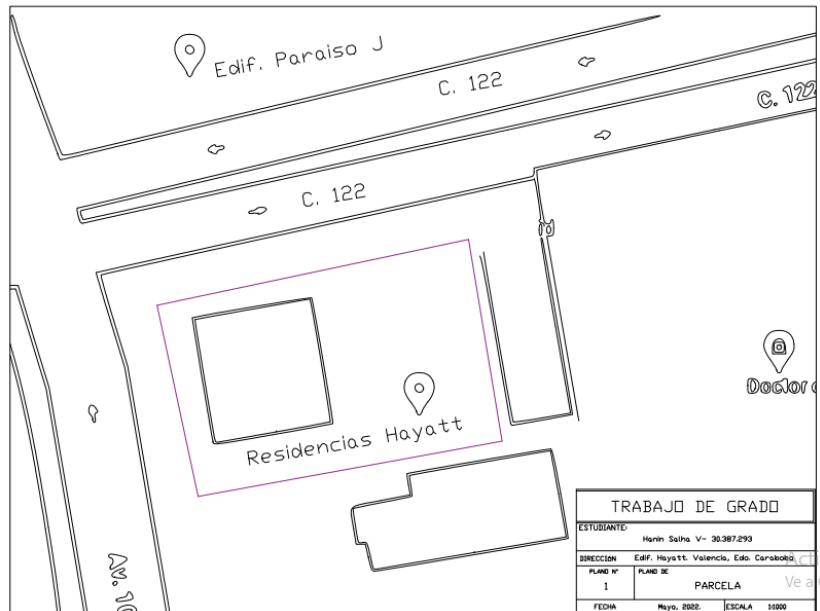


Figura 8. Parcela de la vivienda multifamiliar (Caso estudio).

Fuente: Salha, H (2022).

4.1 Diagnóstico de las piezas sanitarias comprendidas en el apartamento tipo de la vivienda multifamiliar “Hayatt”.

Descripción de la edificación

El estudio de esta investigación se enfoca en una vivienda multifamiliar ubicada en Valencia, Estado Carabobo. Cuenta con 25 años de construcción. Esta se caracteriza por ser una edificación 48m de altura, comprendiendo así 15 niveles. Cada nivel consta de dos apartamentos de igual distribución y metros cuadrados, siendo 165m² por cada uno. La distribución de cada uno comprende lo siguiente, una sala principal, una sala de estar, una cocina y lavandero, cuatro habitaciones y 3 baños (Ver figura 9). Además, la edificación cuenta con un área verde considerando una piscina y dos baños en esta área, en su planta baja, y un baño de vigilancia (Ver figura 10).

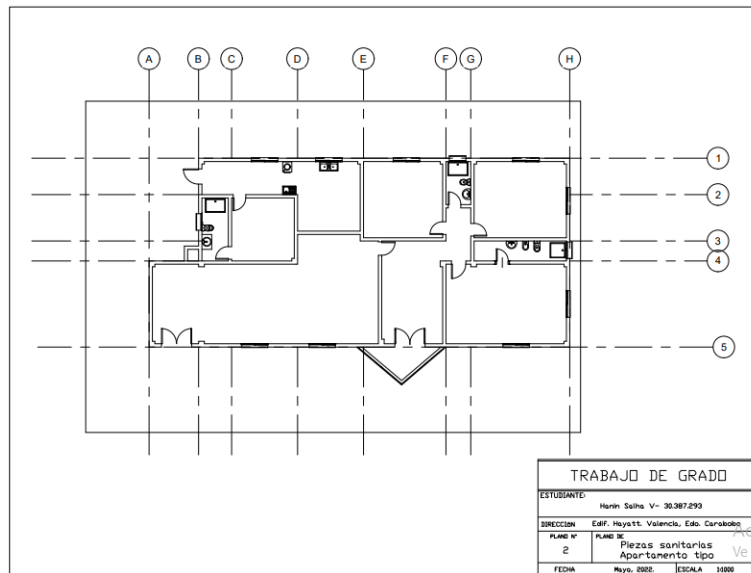


Figura 9. Plano de planta tipo (Caso estudio).

Fuente: Salha, H (2022).

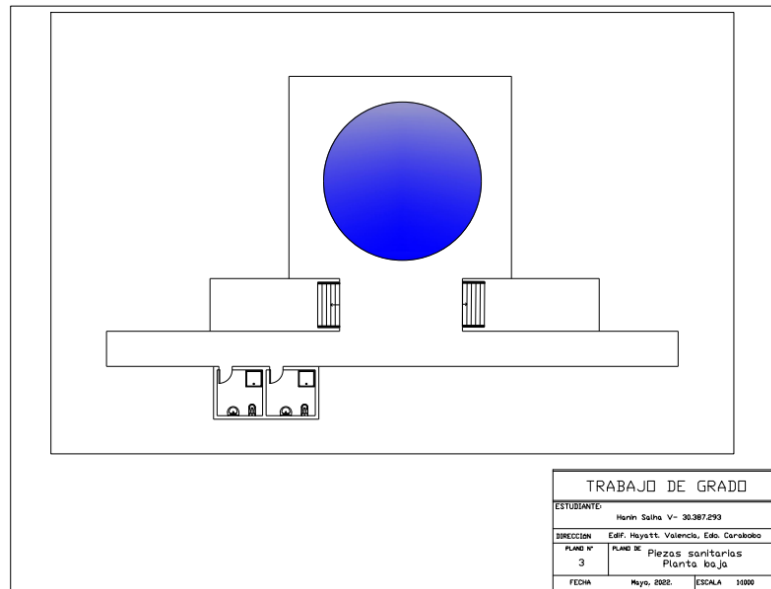


Figura 10. Plano de planta baja (Caso estudio).

Fuente: Salha, H (2022).

A cada uno de estos espacios que comprenden piezas sanitarias y puntos de agua blanca, se les aplicó la propuesta de implementación de dispositivos conociendo así el ahorro que cada una pudo representar. Además, para esto, se realizó un conteo de la cantidad de piezas que se encuentran en la edificación, por lo que se resumieron en el cuadro 1 la cantidad y ubicación de las mismas.

4.1.1. Piezas comprendidas en el Apartamento tipo

Para un estudio específico del ahorro del agua que puede generarse en la presente vivienda multifamiliar, es indispensable conocer cada una de las piezas que en esta están comprendidas, con el fin de realizar la selección de dispositivos ahorradores adecuados para el sistema existente. Se realiza un resumen de todas las piezas describiendo así cada una y su ubicación dentro de la vivienda (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Piezas comprendidas en la vivienda multifamiliar

| PIEZA | UBICACIÓN | CANT. TOTAL |
|-------------------------|--|--------------------|
| CUARTO DE BAÑO | | |
| WC | -Planta baja -Apartamento | 94 |
| LAVAMANOS | | 94 |
| DUCHA | | 94 |
| BIDET | | 30 |
| COCINA/LAVANDERO | | |
| FREGADERO | -Apartamento | 30 |
| BATEA | | 30 |
| LAVADORA | | 30 |
| ÁREA VERDE | | |
| PUNTO DE AGUA B. | -Planta baja | 3 |
| PISCINA | | 1 |

Fuente: Salha H (2022).

4.1.2 Entrevistas

Es importante conocer cada una de las opiniones de los profesionales que han implementado este tipo de propuesta o se han informado sobre esta certificación y el cuidado ambiental con respecto al ahorro del agua. Se consideraron tres profesionales para hacer de esta investigación un enfoque relevante que fomente un impacto positivo en el tema de viviendas y edificaciones de uso frecuente. Es debido a esto que los entrevistados lograron llevar este estudio más confiable debido a que ha sido una propuesta de uso frecuente y de gran relevancia en el área de la construcción.

Los entrevistados son profesores de la Universidad José Antonio Páez, los cuales están en directa relación con el área de la construcción y el enfoque ambiental que estas puedan presentar, además, conocen del tema propuesto, por lo que otorgaron ideas que fueron tomadas en consideración y se implementaron en la propuesta, así como medidas de ahorro y enfoque en piezas de mayor consumo. La entrevista se enfocó en 5 preguntas que buscaron una respuesta propia del entrevistado. Cada una de las preguntas realizadas fueron evaluadas y validadas a cierto punto, donde los resultados sean considerados en la propuesta. La estructura de la misma se da a conocer a continuación, además de las respuestas obtenidas.

Fecha: ___/___/_____
Entrevistador: Hanin Salha V- 30.387.293

Tema: PROPUESTA DEL USO DE DISPOSITIVOS DE AHORRO DE AGUA BASADOS EN LA GUÍA EDGE EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR. (CASO ESTUDIO: EDIFICIO HAYATT)

ENTREVISTA

Nombre del Entrevistado: _____

Objetivo de la investigación: Conocer, diagnosticar y analizar la factibilidad y sostenibilidad de la implementación de dispositivos ahorradores de agua basados en la guía EDGE en una vivienda multifamiliar.

1. Usted como Ingeniero y/o Arquitecto, ¿Cuál considera que es la importancia de un sistema de ahorro de agua en una vivienda?
2. ¿Cuál es su opinión sobre la eficacia de la Guía EDGE?
3. Según su criterio, ¿Cuáles son los requisitos necesarios para implementar un sistema de ahorro de agua?
4. ¿Cuáles son los accesorios y/o piezas sanitarias que, según su experiencia, generan un posible ahorro en una vivienda?
5. ¿Considera usted que es una propuesta de gran importancia para el área de ingeniería y el futuro de la construcción?

Fecha: Mayo 2022.
Entrevistador: Hanin Salha V- 30.387.293

Tema: PROPUESTA DEL USO DE DISPOSITIVOS DE AHORRO DE AGUA BASADOS EN LA GUÍA EDGE EN UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR. (CASO ESTUDIO: EDIFICIO HAYATT)

ENTREVISTA 1

Nombre del Entrevistado: **MSc. Jutzy Herrada**

Objetivo de la investigación: Conocer, diagnosticar y analizar la factibilidad y sostenibilidad de la implementación de dispositivos ahorradores de agua basados en la guía EDGE en una vivienda multifamiliar.

1. Usted como Ingeniero y/o Arquitecto, ¿Cuál considera que es la importancia de un sistema de ahorro de agua en una vivienda?

LA IMPORTANCIA RADICA EN EL AHORRO DE DINERO AL DISMINUIR CONSUMO QUE ES LO QUE SE BUSCA CON EL AHORRADOR DE AGUA.

2. ¿Cuál es su opinión sobre la eficacia de la Guía EDGE?

ES UNA HERRAMIENTA SUMAMENTE INTERESANTE YA QUE CON ELLA SE PODRÍA ACREDITAR TODOS AQUELLOS CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA LA REVISIÓN DE ESTRATEGIAS APLICADAS EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE PARA EDIFICIOS.

3. Según su criterio, ¿Cuáles son los requisitos necesarios para implementar un sistema de ahorro de agua?

NO FREGAR BAJO EL CHORRO DE AGUA. CERO FUGAS. NO UTILIZAR EL INODORO COMO PAPELERA. UTILIZAR ROCIADOR DE

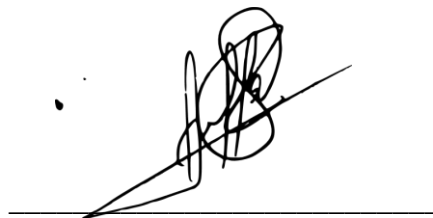
JARDÍN MECANICO.

4. ¿Cuáles son los accesorios y/o piezas sanitarias que, según su experiencia, generan un posible ahorro en una vivienda?

GRIFO DE MANO CON SOPORTE DE PARED, GRIFO TERMOSTÁTICO DE DOBLE CONTROL, ALCACHOFA DE DUCHA DE ALTA PRESIÓN, FILTROS DE AGUA PARA GRIFOS DE FREGADEROS, CABEZAL DE GRIFOS PARA FREGADEROS DE ROSCA ADAPTABLE

5. ¿Considera usted que es una propuesta de gran importancia para el área de ingeniería y el futuro de la construcción?

SI. YA QUE CON ELLO SE PODRÍAN INSTALAR DISPOSITIVOS DE BAJO CONSUMO, NO SOLO EN VIVIENDAS. SE PODRÍAN SUSTITUIR LLAVES Y HERRAJES. SE PODRÁN ADQUIRIR EQUIPOS DE ALTA PRESIÓN, ENTRE OTROS



**MSc. Jutzy Herrada
12.809.606**

ENTREVISTA 2

Nombre del Entrevistado: Arq. Firas Kanaan

Objetivo de la investigación: Conocer, diagnosticar y analizar la factibilidad y sostenibilidad de la implementación de dispositivos ahorradores de agua basados en la guía EDGE en una vivienda multifamiliar.

1. Usted como Ingeniero y/o Arquitecto, ¿Cuál considera que es la importancia de un sistema de ahorro de agua en una vivienda?

El ahorro del agua en la vivienda es sumamente importante ya que el mismo tiene un suministro finito, esto significa que existe una cantidad limitada de agua dulce disponible. Implementar un ahorro y un consumo eficiente del agua nos ayudará de manera exponencial a prolongar la vida y al ecosistema de nuestro planeta.

2. ¿Cuál es su opinión sobre la eficacia de la Guía EDGE?

Se conoce de primera mano que la implementación del sistema EDGE ayuda a reducir en más de un 20% el consumo energético, así como también el constructivo.

3. Según su criterio, ¿Cuáles son los requisitos necesarios para implementar un sistema de ahorro de agua?

Dicho sistema debe contar con un ahorro de más de 25% en el consumo, debe ser de fácil instalación y estandarizado para poder aplicarlo en muchos hogares, así como también ser accesible a todo público, ya que es el propósito de este sistema, poder implementarlo masivamente y este proyectará resultados positivos en el ahorro de manera exponencial.

4. ¿Cuáles son los accesorios y/o piezas sanitarias que, según su experiencia, generan un posible ahorro en una vivienda?

En el mercado actualmente existen muchos entre los más utilizados están los Perlizadores que ayudan con un ahorro considerable, también las griferías con sistemas Push Button temporizados y por último las griferías Termostáticas y sensores Infrarrojos.

5. ¿Considera usted que es una propuesta de gran importancia para el área de ingeniería y el futuro de la construcción?

Totalmente de acuerdo con la investigación de esta propuesta ya que no solo ayudará al desarrollo en el área de ingeniería si no reducirá el impacto Ecoambiental que actualmente sufrimos por el desperdicio y el consumo exacerbado del vital líquido, el agua.

ENTREVISTA 3

Nombre del Entrevistado: Arq. Rotsen Pinzón

Objetivo de la investigación: Conocer, diagnosticar y analizar la factibilidad y sostenibilidad de la implementación de dispositivos ahorradores de agua basados en la guía EDGE en una vivienda multifamiliar.

1. Usted como Ingeniero y/o Arquitecto, ¿Cuál considera que es la importancia de un sistema de ahorro de agua en una vivienda?

La importancia radica en que, de todas las tipologías constructivas, la más desarrollada y con creces es la residencial, por consiguiente, lograr un impacto favorable y que permita a su vez un sistema de masificación dentro de la misma, generará importantes repercusiones en beneficio no solo del medio ambiente, sino también económico y de eficiencia de servicios básicos.

2. ¿Cuál es su opinión sobre la eficacia de la Guía EDGE?

Que presenta un marco instructivo bien claro y preciso, asequible y de libre acceso, el cual permite a todo nivel lograr la aplicación y comprensión del mismo, dando como resultado propuesta sustentables y factibles.

3. Según su criterio, ¿Cuáles son los requisitos necesarios para implementar un sistema de ahorro de agua?

Por los beneficios presentados debería ser aplicado a todo nivel de construcción residencial, pero si se lleva a un marco económico, deberá analizar su factibilidad según la escala de la obra, país y condiciones de accesibilidad.

4. ¿Cuáles son los accesorios y/o piezas sanitarias que, según su experiencia, generan un posible ahorro en una vivienda?

Se consideran todas, pero por su nivel de uso e impacto en el uso de agua, los fregaderos y excusados son de vital alcance.

5. ¿Considera usted que es una propuesta de gran importancia para el área de ingeniería y el futuro de la construcción?

Es de suma importancia, más aún donde Asociaciones gremiales, países y sociedades están conscientes del impacto humano sobre nuestro medio ambiente, el ramo de la construcción ha jugado un papel sumamente importante en mitigar estos efectos, estas certificaciones otorgan reconocimiento y norman las estrategias constructivas y de gerencia de obra.

Cuadro 2. Resumen comparativo de entrevistas.

| PREGUNTA | RESUMEN COMPARATIVO |
|--|--|
| <p>1. Usted como Ingeniero y/o Arquitecto, ¿Cuál considera que es la importancia de un sistema de ahorro de agua en una vivienda?</p> | <p>“Ayudar de manera exponencial a prolongar la vida y al ecosistema de nuestro planeta”. Es importante que cada propuesta tenga un enfoque positivo, y esta puede intervenir tanto en el medio ambiente como en lo económico.</p> |
| <p>2. ¿Cuál es su opinión sobre la eficacia de la Guía EDGE?</p> | <p>Facilidad, eficacia y seguridad son las características descritas de esta guía, lo cual es base en implementar estrategias que favorezcan el medio ambiente.</p> |
| <p>3. Según su criterio, ¿Cuáles son los requisitos necesarios para implementar un sistema de ahorro de agua?</p> | <p>Entre las opciones de ahorro, el punto clave es la accesibilidad, el alcance y lo económico. Las propuestas de ahorro deben preservar el futuro y no solo en el área del medio ambiente.</p> |
| <p>4. ¿Cuáles son los accesorios y/o piezas sanitarias que, según su experiencia, generan un posible ahorro en una vivienda?</p> | <p>Entre las distintas opciones, se destacan las que logran generar un ahorro en las piezas de mayor impacto en el consumo del agua, como perlizadores, griferías termostáticas y sistemas push bottom (cierre automático).</p> |
| <p>5. ¿Considera usted que es una propuesta de gran importancia para el área de ingeniería y el futuro de la construcción?</p> | <p>Entra en juego un impacto Eco ambiental requerido en un sentido positivo, lo que a su vez se relaciona con Asociaciones gremiales, países y sociedades, las cuales están conscientes del impacto humano sobre nuestro medio ambiente, y por esta razón, ha sido un tema de gran relevancia y de tratado necesario, lo cual hace de esta propuesta un factor de gran relevancia.</p> |

Fuente: Salha H (2022).

4.2 Análisis del consumo de agua del sistema existente de la vivienda multifamiliarde estudio.

Para realizar el estudio de este objetivo fue importante medir la presión y el caudal por cada punto de agua blanca que esté comprendido en el apartamento tipo y en área de plata baja de la edificación. Toda esta medición es recomendada por la Guía EDGE, la cual indica que, en la etapa posterior a la construcción, deberán usarse los flujos reales. Si la presión y los flujos de los puntos y piezas varían en un mismo proyecto tras la construcción, deberá usarse un promedio ponderado con flujo máximo. Continuando con la Guía EDGE, para este objetivo se seleccionaron los dispositivos y artefactos que serán utilizados para un ahorro eficiente, siendo estos certificados por la misma.

4.2.1. Cálculo del Caudal de piezas y artefactos existentes.

Método con manómetro Bourdon

Las mediciones de presión en las piezas y puntos de agua blanca se obtuvieron mediante la implementación del instrumento de medición, un manómetro tipo Bourdon, a este se le implementa una canilla, adaptadores y/o reductores para que puedan conectarse a cada punto de salida de agua. Es así como este instrumento se colocó en las tomas de las piezas sanitarias con el fin de obtener las presiones en lavamanos, duchas, fregadero y batea (Ver tabla 6). En secuencia de esta medición, se implementó el método Volumen-tiempo para obtener el caudal, cumpliendo así con una ~~inc~~ ~~de~~ ~~campo~~. (Ver Figura 11)



11.a



11.b



11.c

Figura 11. Mediciones de presión en vivienda multifamiliar (Caso estudio).

Fuente: Salha, H (2022).

Método Volumen-Tiempo

Para medir el consumo de las piezas sanitaria, se tomó cierta cantidad de volumen de agua en unidades de Litros en un recipiente y con un cronómetro se midió el tiempo total para su llenado, de esta manera se obtuvo el gasto en Lts/s por pieza sanitaria en la vivienda unifamiliar en estudio (Ver tabla 6), cabe destacar que a los inodoros no se aplicó este método ya que estos consumen en litros por descarga y tampoco en las lavadoras ya que estas consumen en litros por kg por ciclo. Cabe aclarar que solo se tomó el dato con las llaves completamente abiertas lo que quiere decir que los datos obtenidos fueron de presión máxima y caudal máximo en la pieza. (Ver Figura 12).



12.a



12.b



12.c

Figura 12. Mediciones de caudal en vivienda multifamiliar (Caso estudio).

Fuente: Salha, H (2022).

Tabla 5. Consumo por pieza y artefacto existente.

| PIEZA | PRESIÓN (Bar) | CAUDAL (l/min) |
|-------------------------|------------------|-------------------|
| CUARTO DE BAÑO | | |
| WC | - | 10 |
| LAVAMANOS | 2.6 | 12 |
| DUCHA | 2.7 | 17 |
| BIDET | 2.6 | 10 |
| COCINA/LAVANDERO | | |
| FREGADERO | 2.6 | 12 |
| BATEA | 2.5 | 15 |
| LAVADORA | - | 10 L/kg/ciclo |
| ÁREA VERDE | | |
| PUNTO DE AGUAB. | 2.8 | 13 |
| PISCINA | - | 23600 L |

Fuente: Salha H (2022).

4.2.2. Selección de las Piezas y artefactos ahorradores.

La guía EDGE explora las tecnologías disponibles y da algunas indicaciones de cuáles dispositivos y artefactos son aptos para obtener el porcentaje de ahorro que tendrá dicha pieza. Los accesorios ahorradores y piezas sanitarias eficientes se obtendrán de dos catálogos escogidos para este trabajo, considerando sus variedades de productos, las certificaciones y las especificaciones del producto. Se selecciona el fabricante y proveedor Orfesa, así como Wirquin, LG y Cobertoldo para los dispositivos ahorradores optando por las recomendaciones de la guía EDGE. Asimismo, las piezas que no se encuentran en la guía, se optó por colocar un accesorio conveniente del catálogo. (Ver Cuadro 3).

4.2.3. Catálogos y dispositivos ahorradores

4.2.3.1 Catálogo Orfesa

Estabilizador de Caudal

En el catálogo Orfesa para ahorro de agua, se manejan tres tecnologías, el filtro estabilizador de caudal, el filtro aireador y filtro de válvula antirretorno. Los reductores cuentan con un dispositivo dentro de los distintos adaptadores de conexión según la pieza que se desea conectar. En este caso un filtro que reduce el caudal (Litros por minuto). En la siguiente gráfica extraída del catálogo Orfesa, se muestra la diferencia del flujo sin el filtro y con el filtro a distintas escalas de presión y se puede notar como permite una salida de caudal de hasta un 33%. Mantiene un caudal constante independientemente de la presión que llega a la pieza. Filtro Long-Life, anti-calcáreo, útil para cocina y baño. (Ver figura 13).

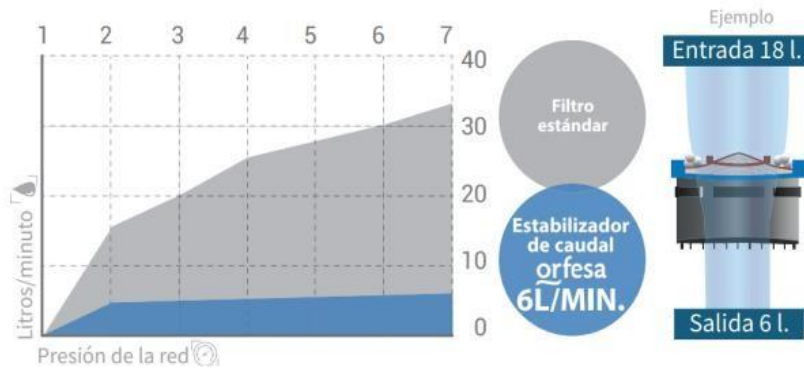


Figura 13. Estabilizador de Caudal.

Fuente: Catálogo Orfesa (2021).

Aireador

Para este caso estudio, este dispositivo es un filtro que mezcla el agua con el aire para así disminuir flujo mientras mantiene la presión que llega a la pieza con el objetivo de dar la sensación al usuario de un mayor flujo de agua. La gráfica a continuación detalla como a distintos bares de presión el flujo es menor que a la misma presión, pero sin el filtro instalado, contando así con un ahorro de hasta un 50%. Este es un filtro Long-Life y anti calcáreo, que puede servir tanto para piezas de baño como para cocina. (Ver figura 14).

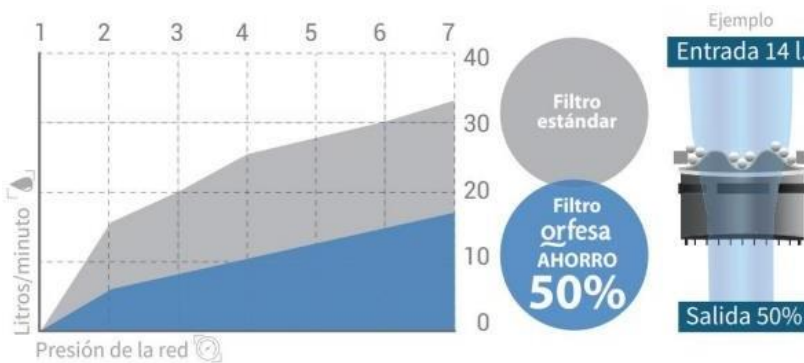


Figura 14. Aireador

Fuente: Catálogo Orfesa (2021).

Válvula antirretorno

La válvula antirretorno contiene una membrana sensible a la presión que ayuda a reducir hasta un 45% el flujo de agua y evita el golpe de ariete. Estas válvulas se instalan cuando se necesita mantener la presión en una tubería que está en funcionamiento, logrando disminuir el caudal, al mismo tiempo que se evita que el líquido que circula por ella vuelva al punto por donde se suministra. El comportamiento del agua se muestra en la gráfica siguiente. (Ver figura 15).

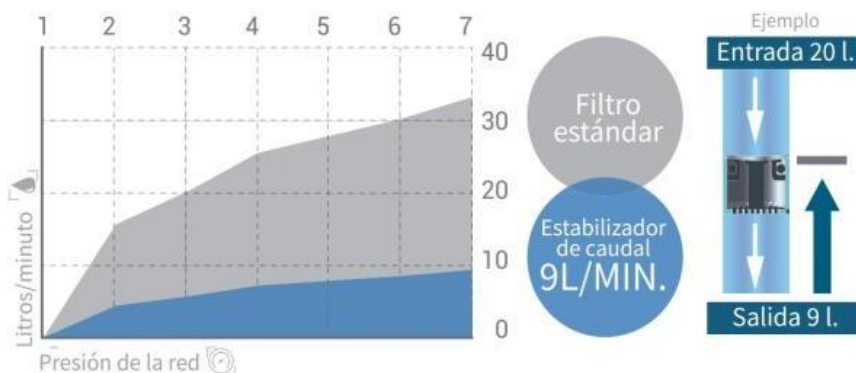


Figura 15. Válvula antirretorno

Fuente: Catálogo Orfesa (2021).

4.2.3.2 Catálogo Wirquin Sistema doble descarga

Ahorrador de descarga de agua para Cisterna W.C. Doble Botón Wirquin MW2 (Ver figura 16). Es caracterizado como un economizador de descarga de WC con doble descarga. Permite seleccionar la descarga entre 3 Litros o 6 litros. Las descargas normales gastan entre 8 a 10 litros en cada descarga sin opción a elección o interrupción. Asimismo, la guía EDGE (2018) afirma que “Los sanitarios de doble descarga poseen dos palancas de descarga: el menor volumen se recomienda para desechos líquidos y el mayor volumen, para desechos sólidos”. (p. 232)



Figura 16. Sistema de doble descarga

Fuente: Catálogo Wirquin Fontanería – Sanitario (2019).

4.2.3.3 LG Electronic Lavadora de carga frontal

En la guía EDGE (2008) en el apartado para lavarropas eficientes afirma que “en el caso base, se cuenta con una lavadora estándar que consume 10 litros de agua por kilogramo de ropa por ciclo; en el caso mejorado, el consumo de se reduce a 6 litros por kilogramo de ropa por ciclo” (p. 243). La lavadora propuesta sería de unos 5.71 Lts/kg/ciclo, (Ver figura 17).



Figura 17. Lavadora de carga frontal

Fuente: Catálogo Open Icecat (2022).

4.2.3.4 Cobertor para piscinas

El agua superficial de una piscina se evapora a la atmósfera (Ver figura 18). Un cobertor de piscina para los momentos en los cuales la piscina no está en uso puede reducir la tasa de evaporación hasta un 98 %, lo que reduce el consumo de agua para volver a llenar la piscina. En el caso base, la piscina no posee un cobertor adecuado. En el caso mejorado, tiene un cobertor acorde a su tamaño que reduce la tasa de evaporación, lo que permite ahorrar un 30 % de agua cada vez que se la vuelve a llenar.

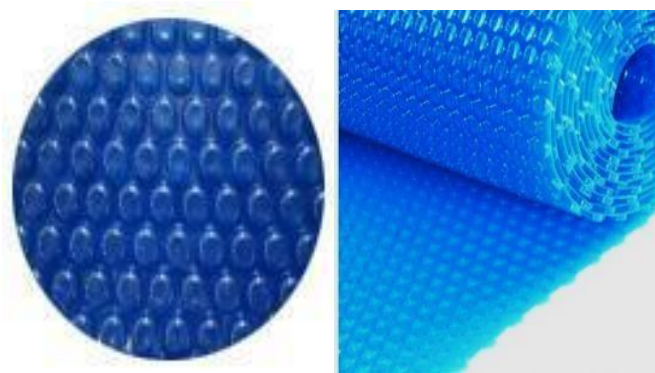


Figura 18. Cobertor para piscina

Fuente: Catálogo Cobertoldo (2022).

Cuadro 3. Piezas y artefactos ahorradores.

| PIEZA | Dispositivo ahorrador | Descripción | Fabricante | Certificación |
|------------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| LAVAMANOS | AIREADOR | Ahorro del agua incorporando el aire. | Orfesa | APPlus, NF, NSE, K.T.W, GS, KIWA, ACS |
| BATEA | | | | |
| FREGADERO | | | | |
| DUCHA | ESTABILIZADOR | Reductor de caudal | Orfesa | APPlus, NF, NSE, K.T.W, GS, KIWA, ACS |

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|------------|---|
| BIDÉ | VÁLVULA ANTIRRETORNO | Dirección de flujo unidireccional | Orfesa | APPlus. |
| PUNTO DE AGUA BLANCA | | | | |
| WC | SISTEMA DOBLE DESCARGA | Descarga de 3L o 6L | Wirquin | ISO, NF |
| LAVADORA | SISTEMA CARGA FRONTAL | Reductor de caudal/ ciclo | LG | Eficiencia Energética de la Unión Europea |
| PISCINA | COBERTOR | Evita la evaporación del agua | Cobertoldo | ISO 9001. NFP90-308 |

Fuente: Salha H (2022).

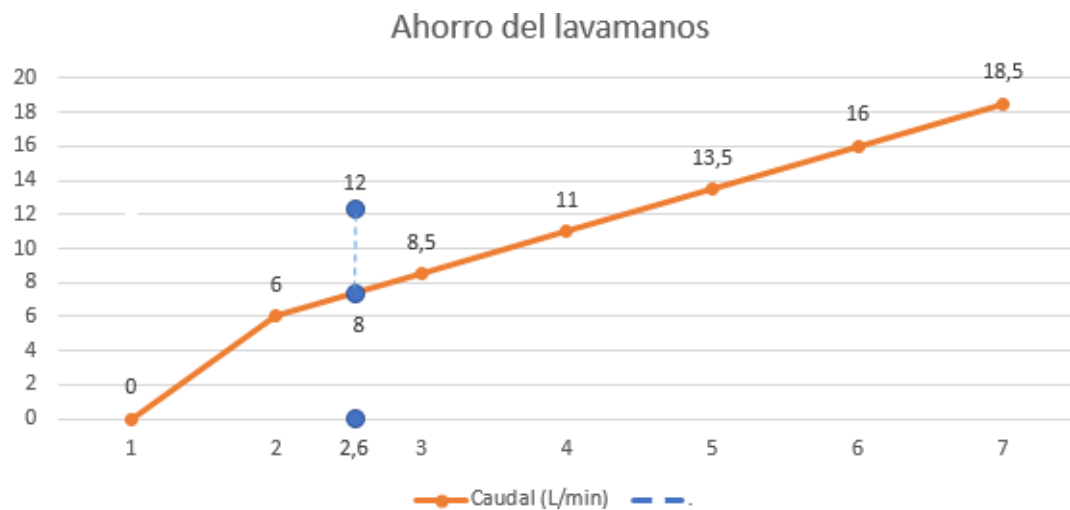
4.3 Cálculo de porcentajes de ahorro de agua considerando los dispositivos y artefactos ahorradores en la vivienda multifamiliar de estudio.

Para lograr cumplir con este objetivo, es necesario obtener el caudal que tendrá cada dispositivo y pieza con respecto a los filtros instalados en el mismo. Este proceso se lleva a cabo de distinta manera para cada fabricante y pieza. En el caso de Orfesa, se utilizará la gráfica presentada en las figuras 8, 9 y 10; esta permitirá que, a partir de los valores de presión del caso tradicional, se logre obtener el caudal de la pieza ahorradora. Para los productos de Wirquin Pro, LG y Cobertoldo se asumen los caudales y ahorros para los que estos dispositivos fueron diseñados.

4.3.1. Ahorro por pieza sanitaria

Porcentaje de ahorro para el lavamanos

El objetivo de la guía EDGE para esta pieza es el “especificar aireadores y grifos de cierre automático para lavabos y fregaderos se reduce el consumo de agua sin afectar negativamente la funcionalidad.” (p.229). Se aplicó el Gráfico para conseguir el consumo de ahorro (ver gráfica 1) y se resumen los datos (Ver tabla 7).



Gráfica 1. Caudal vs Presión del aireador para el lavamanos.

Fuente: Tomado del catálogo de Orfesa. Adaptado por Salha, H (2022).

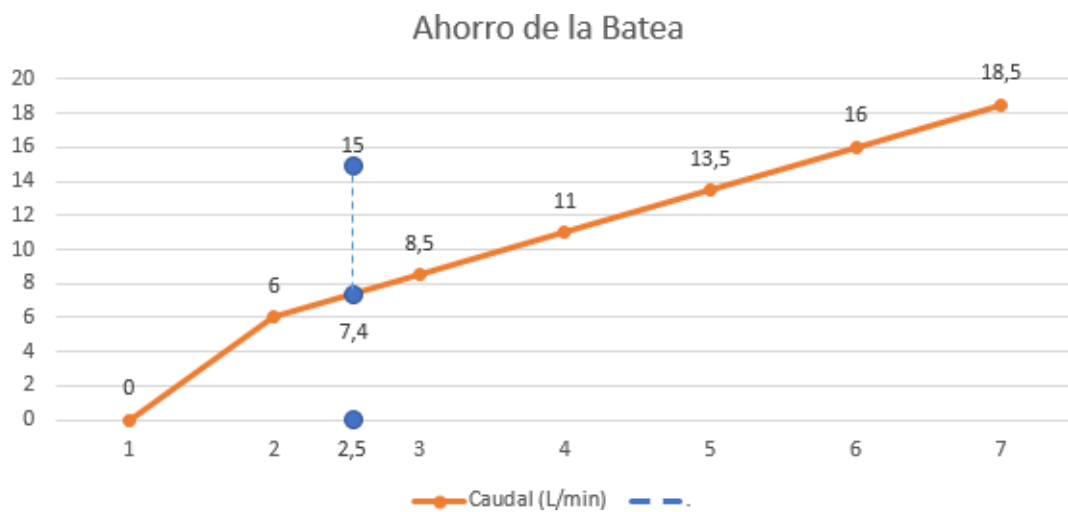
Tabla 6. Consumo del lavamanos.

| PIEZA | DISPOSITIVO | PRESIÓN (Bar) | CAUDAL (L/min) | | % AHORRO |
|-----------|-------------|---------------|----------------|--------------|----------|
| | | | P. Tradicional | P. Ahorrador | |
| Lavamanos | Aireador | 2.6 | 12 | 8 | 33.33 |

Fuente: Salha H (2022).

Porcentaje de ahorro para la batea

El objetivo para este dispositivo es que se logre implementar un filtro, tal como un aireador, para así reducir el gasto sin afectar negativamente la funcionalidad. Es así como se mantiene la satisfacción del usuario, pero con flujos más bajos. Se aplicó el Gráfico para conseguir el consumo de ahorro (ver gráfica 2) y se resumen los datos (Ver tabla 8).



Gráfica 2. Caudal vs Presión del Aireador para la batea.

Fuente: Tomado del catálogo de Orfesa. Adaptado por Salha, H (2022).

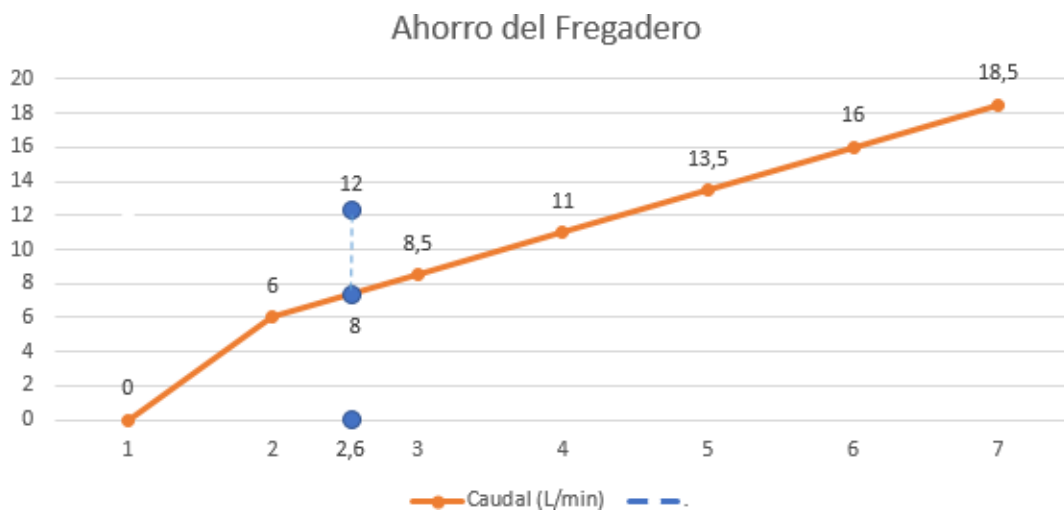
Tabla 7. Consumo de la batea.

| PIEZA | DISPOSITIVO | PRESIÓN (Bar) | CAUDAL (L/min) | | % AHORRO |
|-------|-------------|---------------|----------------|--------------|----------|
| | | | P. Tradicional | P. Ahorrador | |
| Batea | Aireador | 2.5 | 15 | 7.4 | 50.67 |

Fuente: Salha H (2022).

Porcentaje de ahorro para el fregadero

El objetivo establecido en la guía EDGE para este dispositivo es el especificar grifos de cocina de bajo flujo, se reduce el uso de agua sin afectar negativamente la funcionalidad. También se reduce el consumo de agua caliente y, de ese modo, el consumo de energía destinada a calentar el agua. Se aplicó el Gráfico para conseguir el consumo de ahorro (ver gráfica 3) y se resumen los datos (Ver tabla 9).



Gráfica 3. Caudal vs Presión del Aireador para el fregadero.

Fuente: Tomado del catálogo de Orfesa. Adaptado por Salha, H (2022).

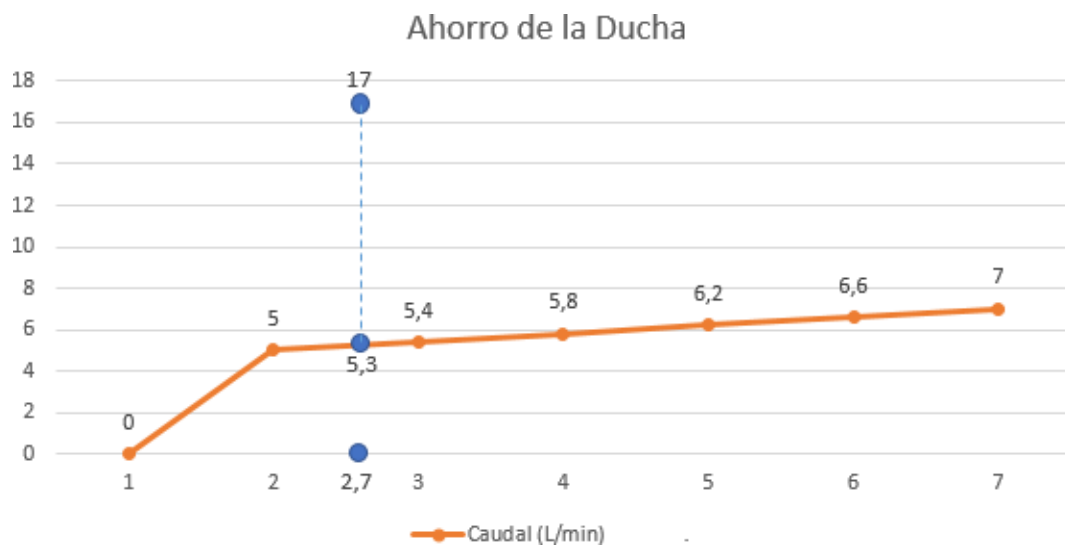
Tabla 8. Consumo del fregadero.

| PIEZA | DISPOSITIVO | PRESIÓN (Bar) | CAUDAL (L/min) | | % AHORRO |
|-----------|-------------|---------------|----------------|--------------|----------|
| | | | P. Tradicional | P. Ahorrador | |
| Fregadero | Aireador | 2.6 | 12 | 8 | 33.33 |

Fuente: Salha H (2022).

Porcentaje de ahorro para la ducha

Las duchas de mayor flujo utilizan una cantidad considerable de agua caliente. La reducción del flujo de la ducha trae consigo una disminución de la energía necesaria para producir agua caliente. Por lo tanto, el objetivo será implementar un dispositivo reductor de caudal para un mayor beneficio. Se aplicó el Gráfico para conseguir el consumo de ahorro (ver gráfica 4) y se resumen los datos (Ver tabla 10).



Gráfica 4. Caudal vs Presión del estabilizador para la ducha.

Fuente: Tomado del catálogo de Orfesa. Adaptado por Salha, H (2022).

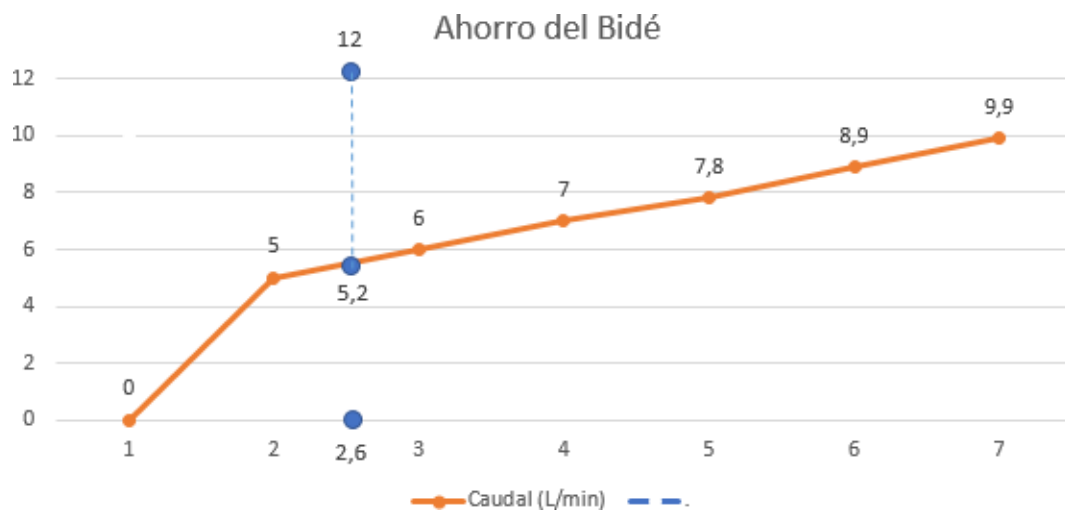
Tabla 9. Consumo de la ducha.

| PIEZA | DISPOSITIVO | PRESIÓN (Bar) | CAUDAL (L/min) | | % AHORRO |
|-------|---------------|---------------|----------------|--------------|----------|
| | | | P. Tradicional | P. Ahorrador | |
| Ducha | Estabilizador | 2.7 | 17 | 5.3 | 31.18 |

Fuente: Salha H (2022).

Porcentaje de ahorro para el bidé

El objetivo que se quiere lograr para el bidé, es el implementar un dispositivo capaz de poder reducir el caudal a partir de un mecanismo de antirretorno. Este dispositivo no está definido en la guía EDGE, pero se implementa un dispositivo apto y certificado. Se aplicó el Gráfico para conseguir el consumo de ahorro (ver gráfica 5) y se resumen los datos (Ver tabla 11).



Gráfica 5. Caudal vs Presión de la Válvula antirretorno para el bidé.

Fuente: Tomado del catálogo de Orfesa. Adaptado por Salha, H (2022).

Tabla 10. Consumo del bidé

| PIEZA | DISPOSITIVO | PRESIÓN (Bar) | CAUDAL (L/min) | | % AHORRO |
|-------|----------------------|---------------|----------------|--------------|----------|
| | | | P. Tradicional | P. Ahorrador | |
| Bidé | Válvula antirretorno | 2.6 | 10 | 5.2 | 48 |

Fuente: Salha H (2022).

Porcentaje de ahorro para los puntos de agua blanca

El objetivo que se quiere lograr para los puntos de manguera, es el implementar un dispositivo capaz de poder reducir el caudal a partir de un mecanismo de antirretorno. Este dispositivo no está definido en la guía EDGE, pero se implementa un dispositivo apto y certificado. Se aplicó el Gráfico para conseguir el consumo de ahorro (ver gráfica 6) y se resumen los datos (Ver tabla 12).



Gráfica 6. Caudal vs Presión de la válvula antirretorno en puntos de agua blanca.

Fuente: Tomado del catálogo de Orfesa. Adaptado por Salha, H (2022).

Tabla 11. Consumo de puntos de agua blanca.

| PIEZA | DISPOSITIVO | PRESIÓN (Bar) | CAUDAL (L/min) | | % AHORRO |
|----------------|----------------------|---------------|----------------|--------------|----------|
| | | | P. Tradicional | P. Ahorrador | |
| Punto manguera | Válvula antirretorno | 2.8 | 13 | 5.6 | 56.92 |

Fuente: Salha H (2022).

Porcentaje de ahorro para el Water Clock

La guía EDGE en su objetivo para el uso de este dispositivo indica que, “La instalación de sanitarios de doble descarga ayuda a reducir el agua que se utiliza en las descargas de los sanitarios, ya que ofrecen la posibilidad de descargar menos agua cuando no se requiere una descarga completa”. Para calcular el porcentaje de ahorro se toma un promedio entre los 6 L/desc y los 3 L/desc. Se resumen los datos (Ver tabla 13).

Tabla 12. Consumo del Water Clock.

| PIEZA | DISPOSITIVO | PRESIÓN (Bar) | CAUDAL (L/desc) | | % AHORRO |
|-------|------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|----------|
| | | | P. Tradicional | P. Ahorrador (Promedio) | |
| WC | Sistema doble descarga | - | 10 | 4.5 | 55 |

Fuente: Salha H (2022).

Porcentaje de ahorro para la lavadora

La guía EDGE en su objetivo para el uso de este dispositivo indica que, “El uso de lavadoras de carga frontal con uso eficiente de agua permite reducir el agua destinada al lavado de ropa. Otros beneficios de las lavadoras con uso eficiente de agua incluyen ahorros de energía debido a la reducción del uso de agua caliente”. Se resumen los datos (Ver tabla 14).

Tabla 13. Consumo de la lavadora.

| PIEZA | DISPOSITIVO | PRESIÓN (Bar) | CAUDAL (L/kg/ciclo) | | % AHORRO |
|----------|---------------|---------------|---------------------|--------------|----------|
| | | | P. Tradicional | P. Ahorrador | |
| Lavadora | Carga frontal | - | 10 | 5.71 | 42.9 |

Fuente: Salha H (2022)

Porcentaje de ahorro para la piscina

La guía EDGE indica que “La evaporación de la superficie de una piscina genera pérdida de agua y calor. El uso de un cobertor que cubra toda la piscina permitiereducir el consumo de agua dulce del suministro municipal y también de energía para calentar la piscina”. Se resumen los datos (Ver tabla 15).

Tabla 14. Consumo de la piscina.

| PIEZA | DISPOSITIVO | PRESIÓN (Bar) | CAUDAL (L) | | % AHORRO |
|----------------|-------------|---------------|----------------|--------------|----------|
| | | | P. Tradicional | P. Ahorrador | |
| Piscina | Cobertor | - | 23600 | 16520 | 30% |

Fuente: Salha H (2022).

4.3.2. Consumo total en la vivienda multifamiliar

Una vez obtenido el ahorro por cada pieza y artefacto comprendido en la vivienda, se calculó el gasto total que presenta cada uno con respecto a la cantidad encontrada en la vivienda multifamiliar. En la tabla 16 se puede ver el consumo total sin usar ahorradores. Asimismo, en la tabla 17 se presenta el consumo total usando los dispositivos ahorradores especificados anteriormente. En la Grafica 7, se puede apreciar el ahorro de consumo usando dispositivos ahorradores para cada pieza.

Tabla 15. Consumo total en la vivienda multifamiliar con dispositivos tradicionales.

| PIEZA | # PIEZAS | CAUDAL/PIEZA | CAUDAL TOTAL |
|-----------------------------|----------|--------------|--------------|
| LAVAMANOS | 94 | 12 | 1128 |
| FREGADERO | 30 | 12 | 360 |
| BATEA | 30 | 15 | 450 |
| | | | 1938 |
| DUCHA | 94 | 17 | 1598 |
| BIDÉ | 30 | 10 | 300 |
| PUNTO DE AGUA BLANCA | 3 | 13 | 39 |
| | | | 1937 |

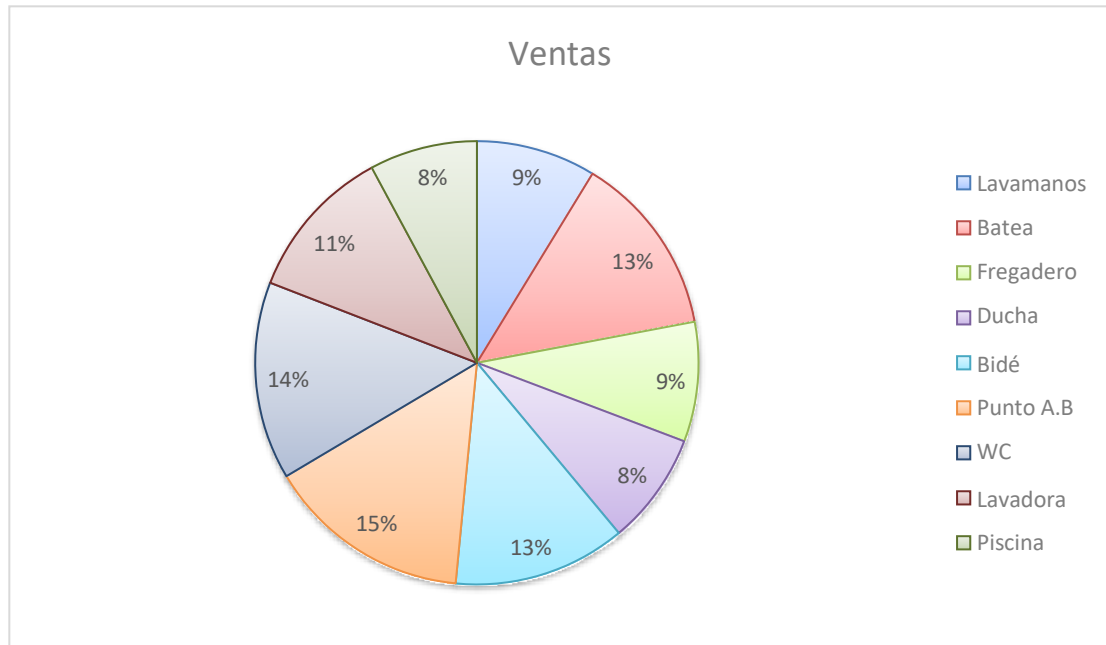
| | | | |
|----------|----|-------|-----------------------|
| WC | 94 | 10 | 940 |
| | | | 940 L/desc |
| LAVADORA | 30 | 10 | 300 |
| | | | 300 L/kg/ciclo |
| PISCINA | 1 | 23600 | 23600 |

Fuente: Salha H (2022).

Tabla 16. Consumo total en la vivienda multifamiliar con dispositivos ahorradores.

| PIEZA | DISPOSITIVO AHORRADOR | #PIEZAS | CAUDAL/PIEZA | CAUDAL TOTAL |
|---------------------|------------------------|---------|--------------|-------------------------|
| LAVAMANOS | AIREADOR | 94 | 8 | 752 |
| BATEA | | 30 | 7.4 | 222 |
| FREGADERO | | 30 | 8 | 240 |
| | | | | 1214 L/min |
| DUCHA | ESTABILIZADOR | 94 | 5.3 | 498.2 |
| | | | | 498.2 L/min |
| BIDÉ | VÁLVULA ANTIRRETORNO | 30 | 5.2 | 156 |
| PUNTO DE AGUABLANCA | | 3 | 5.6 | 16.8 |
| | | | | 172.80 L/min |
| WC | SISTEMA DOBLE DESCARGA | 94 | 4.5 | 423 |
| | | | | 423 L/desc |
| LAVADORA | SISTEMA CARGA FRONTAL | 30 | 5.71 | 171.3 |
| | | | | 171.3 L/kg/ciclo |
| PISCINA | COBERTOR | 1 | 16520 | 16520 |
| | | | | 16520 L |

Fuente: Salha H (2022).



Gráfica 7. Porcentaje de ahorro por cada pieza y artefacto.

Fuente: Salha, H (2022).

4.3.3. Ahorro causado en el equipo de bombeo.

En este punto, se estudió el hidroneumático en funcionamiento de la edificación del caso estudio, para así poder realizar una comparativa y lograr proponer un sistema de mejora debido a que transportará una menor cantidad de caudal a causa de los dispositivos aplicados en el sistema de ahorro, es un estudio que debe ser realizado con la propuesta de distribución de tuberías en la edificación. El hidroneumático tendrá un ahorro considerable para el siguiente consumo implementando la pieza ahorradora (Ver tabla 18).

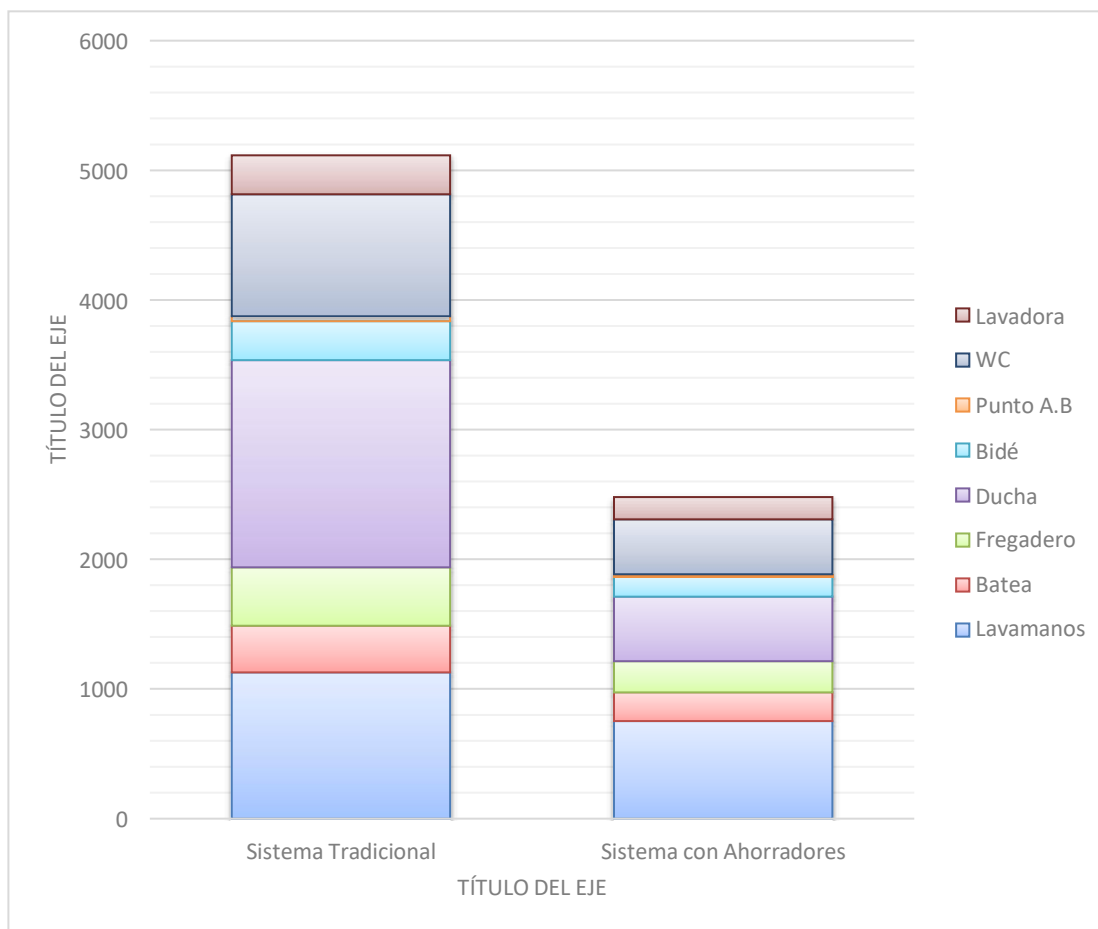
4.3.4. Resumen del ahorro del consumo total.

Una vez hecho el estudio general y haber implementado la propuesta, se realizó un resumen de todos los datos obtenidos, pudiendo evidenciar un ahorro notorio en cuanto a la aplicación de dispositivos y artefactos ahorradores (Ver tabla 18). Asimismo, se realizó una comparativa sobre ambos sistemas en estudio, el tradicional y el de ahorro (Ver gráfica 8).

Tabla 17. Ahorro de consumo total en la vivienda multifamiliar con dispositivos ahorradores.

| PIEZA | DISPOSITIVO AHORRADOR | CAUDAL (L/min) | | % AHORRO |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|----------|
| | | Pieza tradicional | Pieza ahorradora | |
| LAVAMANOS | AIREADOR | 1128 | 752 | 33.33 |
| BATEA | | 360 | 222 | 38.33 |
| FREGADERO | | 450 | 240 | 46.67 |
| DUCHA | ESTABILIZADOR | 1598 | 498.2 | 68.82 |
| BIDÉ | VÁLVULA ANTIRRETORNO | 300 | 156 | 48 |
| PUNTO DE AGUA BLANCA | | 39 | 16.8 | 56.92 |
| WC | SISTEMA DOBLE DESCARGA | 940 L/desc | 423 L/desc | 55 |
| LAVADORA | SISTEMA CARGA FRONTAL | 300 L/kg/ciclo | 171.3 L/kg/ciclo | 42.9 |
| PISCINA | COBERTOR | 23600 L | 16520 L | 30 |

Fuente: Salha H (2022).



Gráfica 8. Comparativa de consumo. Sistema tradicional vs Sistema con ahorradores.

Fuente: Salha, H (2022).

Se muestra en la figura 19 el plano de la planta tipo indicando las piezas a las que se les implementaron los dispositivos ahorradores de agua, indicando así, los mismos asignados a cada uno. Además, se muestra el plano de la planta baja (Figura 20), indicando de igual manera las piezas sanitarias y los puntos de agua blanca junto con los dispositivos implementados.

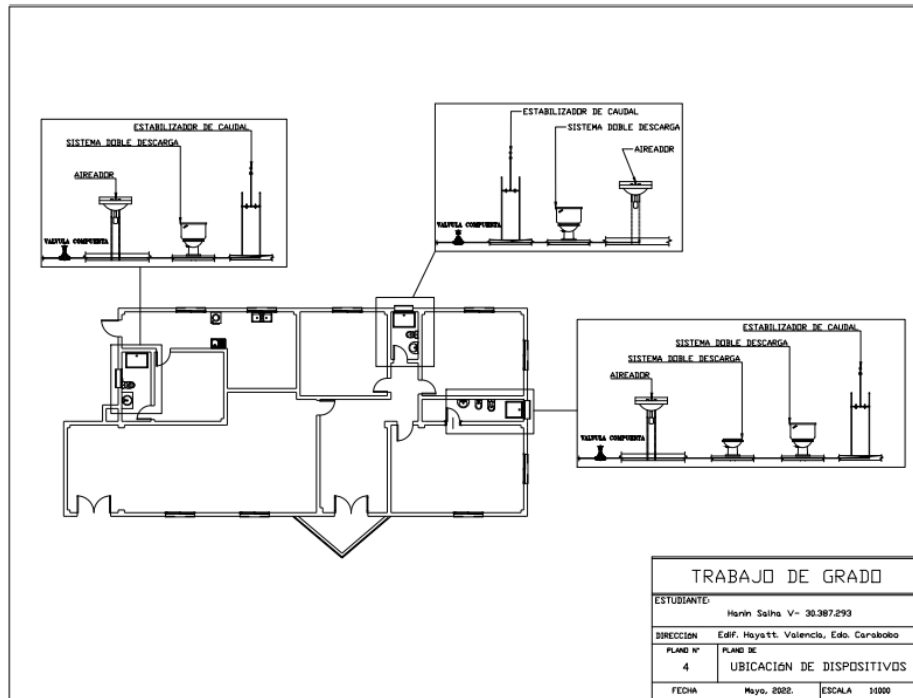
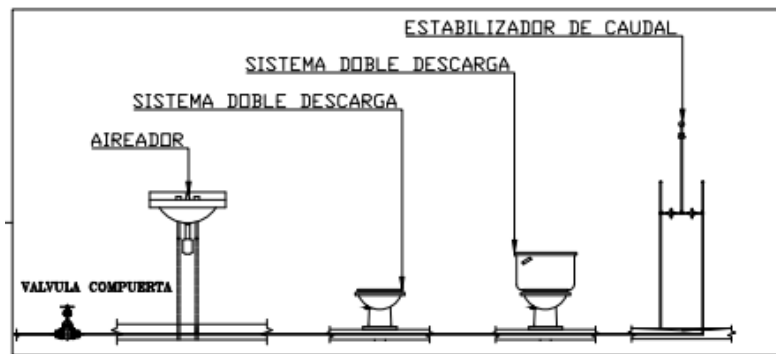


Figura 19. Ubicación de dispositivos en la planta tipo (Caso estudio).
Fuente: Salha, H (2022).



19.a

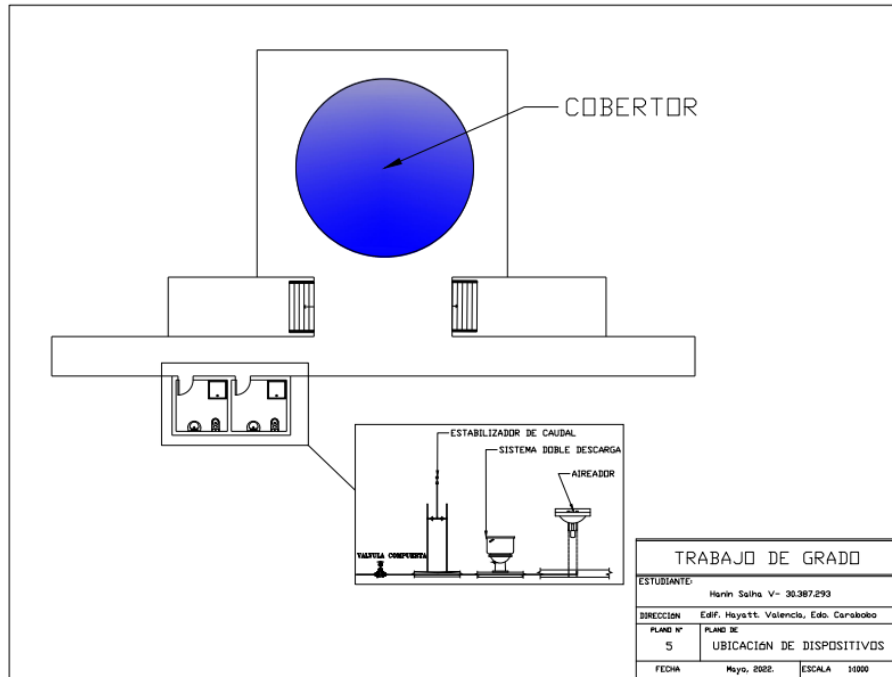


Figura 20. Ubicación de dispositivos en la planta baja (Caso estudio).
Fuente: Salha, H (2022).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para este trabajo de investigación, uno de los puntos claves ha sido el tener que tomar como referencia la guía EDGE para conseguir el ahorro planteado en la vivienda. Pero lo que ha sido aún más importante, es saber cómo implementar estos dispositivos en la edificación y hacer un estudio de cada pieza sanitaria aun cuando la información que se conoce es poca. Es en este momento en el que comienza la investigación a fondo y la adaptación con la problemática a resolver. Al concluir el trabajo de grado, se realiza un recorrido por todo lo nombrado, especificado e implementado en el mismo, comenzando así por la problemática, en la cual los objetivos han sido una parte importante e indispensable de la investigación.

Continuando con el planteamiento del problema, la investigación ha sido enfocada solo en un tema de propuesta de ahorro de agua, por lo cual no se llevará un enfoque en lo relacionado con energía y costos, y al plantear esta información, se procede a conocer todo el enfoque teórico en relación, para así tener una mayor noción de qué es lo que se puede implementar y cuáles beneficios se puede lograr. Es con este punto que se establece toda la metodología de la investigación, la cual permitirá una mayor efectividad a la resolución del problema, ya que se especifican las teorías, técnicas e instrumentos que generan un mayor aporte en la investigación. A partir de toda la parte teórica conocida y toda la parte técnica implementada, comienza el enfoque directo en cada objetivo del cual depende la investigación. Estos objetivos implementados por fase.

En la primera fase, se da a conocer la vivienda multifamiliar del caso estudio, tal como su ubicación y distribución, lo que permitió tener un enfoque directo en la ubicación de las piezas sanitarias, las cuales fueron nombradas y contadas. Seguido de esto, se comenzó con el análisis de las entrevistas realizadas a los docentes de la Universidad José Antonio Páez, lo que permitió que la investigación lograra tener un

enfoque mas directo con respecto a la resolución del problema.

En la segunda fase se implementaron métodos de cálculo de presión y volumen en el sistema tradicional, lo que permitió comenzar con la selección de los dispositivos adecuados. Se han tenido distintas opciones que logran establecer un proceso confiable y seguro con respecto al requerimiento de la investigación, el cual es el ahorro de agua en la vivienda. Es importante tener en cuenta que estos dispositivos pueden variar con otras opciones que también estén indicadas en la guía EDGE, ya que esta se toma como referencia para la selección correcta. Siendo estos los aireadores, estabilizadores de caudal y la válvula antirretorno como accesorios instalados en los grifos de las piezas sanitarias. Los dispositivos y artefactos como el sistema de doble descarga, la lavadora de carga frontal y la cubierta para piscinas; cada una de estas ha sido parte de un ahorro considerable en el sistema tradicional.

Para la tercera y última fase, se obtiene el gasto probable que cada pieza sanitaria pueda abastecer implementado los dispositivos ahorradores, estos previamente seleccionados y enfocados a la pieza sanitaria de manera que logre generar un ahorro considerable, sea apto para la misma y que este certificada por la guía EDGE. Seguido de esto, se realiza la comparación del sistema tradicional con el sistema ahorrador, logrando así un porcentaje en un promedio de todo el consumo de la edificación de un 46.66%. Para complementar esta fase, se representa un plano de planta tipo y de planta baja con la ubicación de las piezas sanitarias y adicional a esto, se indican los dispositivos ahorradores implementados por cada punto de agua blanca.

Se recomienda que para el uso de estos dispositivos se tenga un conocimiento sobre la base del área de hidráulica y de las prácticas realizadas en instalaciones para edificaciones, tanto en el sistema de distribución de agua como en la parte teórica y leyes de la misma. Todo esto generará que el investigador pueda establecer una solución de forma práctica y efectiva, ya que podrá implementar estudios vistos en el recorrido de su formación de estudio e innovar durante su proceso de investigación.

Se recomienda, además que, al querer implementar un sistema ahorrador de un recurso, tal como lo es el agua, se realice un enfoque en una certificación, aun si no se requiera optar por la misma, esta logra ser una opción clave como guía en la investigación. Así como lo es la guía EDGE, la cual para cada sistema propone un método de ahorro, y funcionando como guía logra dar seguridad a los investigadores de efectividad en su implementación, siempre y cuando se aplique correctamente. Todo buen proyecto se enfocará en el estudio básico de la temática, de la propuesta y de la validación por expertos de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez M. (2019), **“Diseño de un sistema de ahorro de agua y energía para niños”** Trabajo de grado. Universidad de los Andes. Venezuela.

Arias G. (2012), **“El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica”** 6ta edición. Libro realizado en Venezuela.

Aristegui (2016), **“Cómo funciona una red de abastecimiento de agua potable”** Investigación realizada en Barcelona, España.

Barbosa (2012), **“La atracción del agua, el principio de Bernoulli”** investigación realizada en Aquae Fundacion. Madrid, España.

Brito, Gisela y Rodríguez (2013), **“Impacto de las limitaciones en el acceso al agua potable sobre la calidad de vida”** Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela.

Camacho (2011), **“Metodología de la investigación”** investigación realizada en Caracas, Venezuela.

Cobertoldo, (2022) **“Catálogo de Cobertores solares térmicos”** ubicados en Madrid, España.

González, A (2016), **“Evaluación de un edificio de interés social aplicando los criterios de certificación de sostenibilidad de la norma LEED y los requisitos ambientales exigidos por la normativa venezolana”** trabajo de grado. Universidad Católica Andrés Bello. Venezuela.

Gonzalo, D (2015), **“Análisis y caracterización de las instalaciones interiores de suministro de agua desde el punto de vista del ahorro”** Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Guevara J. (2015), “**Análisis de la complejidad de las certificaciones ambientales LEED, EDGE Y Casa Colombia**” Investigación realizada en la Universidad de los Andes.

Hernández Sampieri (2014), “**Metodología de la investigación**” 6ta edición. Investigación realizada en México.

Hernández, W (2014), “**Programa de estrategias significativas de aprendizaje para la valoración del agua de consumo humano en la U.E. Antonio Herrera Toro**” Trabajo especial de grado. Universidad de Carabobo. Venezuela.

Instalaciones S.L (2018), “**El ciclo del agua: así llega a los hogares**”, artículo realizado en Málaga.

León, H. (2016) “**Física Termodinámica: Efecto Venturi**” artículo de investigación.

López y Rebollo (2019), “**Influencia de la aireación del flujo en rápidas y en el rendimiento de amortiguamiento de energía en cuencos de resalto**” tesis doctoral realizada en la Universidad politécnica de Madrid, España.

Marín, A; Hernández, E y flores, J (2016), “**Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación**” investigación realizada en la Universidad católica de Cuenca Ecuador.

Morán, J. y Ramos, V. (2018) “**El Checklist como herramienta del sistema de gestión de calidad y la competitividad**” trabajo de grado en la Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

Norma sanitaria para proyectos, construcción, reforma y mantenimiento de edificaciones (1988). **Gaceta Oficial N° 4.044**. Caracas, Venezuela.

Open IceCat, (2022) “**Catálogo General de productos**” ubicados en EE.UU.

Orfesa, (2021) “**Catálogo General de productos de ahorro de agua y fontanería**” ubicados en Madrid, España.

Ortega (2013) “**Cómo funciona el efecto Venturi**” investigación realizada en España.

Palme, K. (2022) “**Dispositivos y accesorios: Aguaflux**” Tienda y distribuidores de productos ahorradores de agua.

Pulido, M. y Pulgar V. (2021), “**Análisis del consumo de agua considerando dispositivos y artefactos ahorradores en una vivienda unifamiliar**” Trabajo de grado realizado en la Universidad José Antonio Páez en Venezuela.

Rodríguez, J. (2022), “**Cómo funciona un manómetro**” Investigación realizada en España.

Sabino C. (1999), “**El Proceso de Investigación**” Investigación realizada en Caracas, Venezuela.

Supo J. (2015), “**Cómo empezar una tesis**” primera edición. Trabajo investigativo realizado en Perú.

Toro y Antúnez (2022), “**Sustentable y sostenible**” Investigación realizada en Canarias, España.

Vázquez, G. (2017) “**Suministro de agua Fría**” Investigación realizada para la Universidad Politécnica de Cartagena.

Wirquin Group, (2019) “**Catálogo de productos Wirquin Pro**” Fabricados en Francia.