



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

PROYECTO DE TRABAJO GRADO

**EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS IMPLEMENTADAS EN VIVIENDAS
UNIFAMILIARES EN TORNO AL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA,
CONFORME A LOS PARÁMETROS DE CERTIFICACIÓN LEED.**

CASO DE ESTUDIO, RIONEGRO, ANTIOQUIA.

Paula Catalina Saldaña Pabón - 551095

Jazz Ariza Guerrero - 551068

Iván Ernesto Torres Poveda - 551086

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS
BOGOTÁ D.C.
MAYO 2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

PROYECTO DE TRABAJO GRADO

**EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS IMPLEMENTADAS EN VIVIENDAS
UNIFAMILIARES EN TORNO AL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA,
CONFORME A LOS PARÁMETROS DE CERTIFICACIÓN LEED.**

CASO DE ESTUDIO, RIONEGRO, ANTIOQUIA.

Paula Catalina Saldaña Pabón - 551095

Jazz Ariza Guerrero - 551068

Iván Ernesto Torres Poveda - 551086

DIRECTOR

MARIA ALEJANDRA CAICEDO LONDOÑO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS
BOGOTÁ D.C.
MAYO 2018



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5 CO)

Esto es un resumen legible por humanos del [Texto Legal \(la licencia completa\)](#).

[Advertencia](#)

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	10
1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	11
1.1 Justificación.....	11
1.2 Antecedentes	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 General	13
2.2 Específicos.....	13
3 ALCANCES Y LIMITACIONES	14
4 MARCO DE REFERENCIA.....	15
4.1 Marco conceptual.....	15
4.2 Marco teórico	16
4.2.1 Certificación LEED:.....	16
4.3 Marco Legal	17
4.3.1 Normativa Nacional	17
4.3.2 Normativa Internacional.....	19
4.3.3 Normas internas del sistema LEED	19
5 METODOLOGÍA	21
5.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO.....	21
5.1.1 ETAPA 1: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	21
5.1.2 ETAPA 2: CASO DE ESTUDIO.....	21
5.1.3 ETAPA 3: RESULTADOS.....	22
5.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	22
5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	23
6 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS EDIFICACIONES SOSTENIBLES EN COLOMBIA.....	24
6.1 Proyectos con certificación LEED	24
6.1.1 Falabella Centro Mayor	27
6.1.2 Éxito Mosquera.....	28
6.1.3 Homecenter Manizales	29
6.1.4 Paralelo 26	30
6.2 Beneficios y apoyo	31
6.3 Meta para el 2030	31
7 EVALUACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN LEED.....	33

8	CARACTERIZACIÓN DE APARATOS SANITARIOS TÍPICOS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES.....	35
8.1	Aparatos sanitarios convencionales.....	35
8.2	Aparatos sanitarios ahorradores	42
9	CONSUMO DE AGUA POR USUARIO	44
10	PRÁCTICAS SOSTENIBLES EN CONSTRUCCIONES RESIDENCIALES UNIFAMILIARES PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA	46
10.1	Aparatos eficientes	46
10.2	Aprovechamiento y reutilización de aguas.....	50
10.2.1	Recolección de aguas lluvias	50
10.2.2	Recuperación de aguas grises	52
10.3	Prácticas implementadas para el ahorro y uso eficiente del agua en un proyecto de vivienda unifamiliar localizado en el departamento de Antioquia ...	53
10.3.1	Planta de potabilización de aguas.....	56
10.3.2	Sistema de tratamiento de aguas grises	57
10.3.3	Sistema de colectores solares de calentamiento de agua.....	58
10.3.4	Sistema de piscina	59
10.3.5	Domótica	59
10.3.6	Cubiertas verdes	60
10.3.7	Sistema de energía solar fotovoltaico	61
11	COMPORTAMIENTO FINANCIERO DE UNA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUIDA CON PARAMETROS CONVENCIONALES Y CON PARAMETROS LEED	62
11.1	Construcción convencional	64
11.2	Construcción bajo parámetros LEED.....	67
12	COMPORTAMIENTO FINANCIERO Y DE CONSUMO, DERIVADO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE LA CERTIFICACIÓN LEED EN TORNO AL USO EFICIENTE Y EL AHORRO DEL AGUA EVALUACION DEL AHORRO DEL RECURSO HÍDRICO.....	70
12.1	Ahorro en recurso hídrico por aparato sanitario.....	70
12.2	Diferencia económica en relación a precios unitarios y consumo de cada aparato ahorrador instalado.....	71
12.2.1	Análisis financiero inversión aparatos convencionales y ahorradores contra su consumo.....	73
12.3	Reutilización de recurso hídrico producto del aprovechamiento de aguas lluvias	77
12.3.1	Coeficiente de escorrentía.....	77

12.3.2	Intensidad de la lluvia de diseño	78
12.3.3	Área de la cuenca	80
12.3.4	Calculo del caudal máximo captado por escorrentía	81
12.4	Evaluación financiera de las medidas LEED para ahorro de agua	81
12.4.1	Evaluación de los aparatos sanitarios.	82
12.4.2	Evaluación de las griferías ahorradoras	82
12.4.3	Evaluación del impacto de adoptar medidas LEED sobre un proyecto de vivienda unifamiliar.....	82
CONCLUSIONES.....		84
REFERENCIAS.....		85
ANEXOS		89
ANEXO A. APU _s CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL.....		89
ANEXO B. APU _s CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE		98
ANEXO C. CÓMO REALIZAR UNA BÚSQUEDA DE DATOS EN EL SUI.....		107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Construcciones LEED en Colombia.	24
Tabla 2. Evaluación parámetros de ahorro de agua en la certificación LEED.....	33
Tabla 3. Caracterización de las estrategias de ahorro de agua	34
Tabla 4. Aparatos sanitarios típicos en viviendas unifamiliares.....	35
Tabla 5. Ficha técnica sanitaria convencional	38
Tabla 6. Ficha técnica ducha convencional.....	39
Tabla 7. Ficha técnica grifería convencional lavamanos	40
Tabla 8. Ficha técnica grifería convencional lavaplatos	41
Tabla 9. Ficha técnica grifería convencional lavadero.....	42
Tabla 10. Rangos máximos de caudal instalaciones sanitarias	43
Tabla 11. Consumo promedio por persona en Colombia.	44
Tabla 12. Ficha técnica sanitario ahorrador.	46
Tabla 13. Ficha técnica ducha ahorradora.	47
Tabla 14. Ficha técnica grifería lavamanos ahorradora.	48
Tabla 15. Ficha técnica grifería lavaplatos ahorradora.....	49
Tabla 16. Ficha técnica grifería lavadero ahorradora.	50
Tabla 17. Principales características casa Fénix.....	54
Tabla 18. Unidades de desagüe según NTC 1500.....	63
Tabla 19. Actividades hidrosanitarias para la construcción convencional de una vivienda unifamiliar.....	65
Tabla 20. Presupuesto global proyecto Rionegro construcción convencional.....	66
Tabla 21. Actividades bajo parámetros LEED para la instalación hidrosanitaria de una vivienda unifamiliar de construcción sostenible.....	68
Tabla 22. Presupuesto global proyecto Rionegro construcción sostenible.	69
Tabla 23. Consumo de agua por aparato sanitario	70
Tabla 24. Valores SUI Rionegro.....	72
Tabla 25. Dotación (m ³ /sus/año).	72
Tabla 26. Coeficiente de escorrentía C.	78
Tabla 27. Consumo diario por persona producto de la implementación de aparatos sanitarios eficientes.....	81
Tabla 28. Ventajas y desventajas de la certificación LEED en torno al uso eficiente y ahorro del recurso hídrico.....	84
Tabla 29. APU punto agua potable PVC 1/2".....	89
Tabla 30. APU tubería PVC 1 1/2".....	90
Tabla 31. APU tubería PVC 3/4".....	90
Tabla 32. APU tubería PVC 1".....	91
Tabla 33. APU tubería PVC 1/2".....	91
Tabla 34. APU punto sanitario 2".....	92
Tabla 35. APU tubería sanitaria 2".....	92
Tabla 36. APU tubería sanitaria 3".....	93
Tabla 37. APU caja de inspección 60*60.....	93
Tabla 38. APU suministro e instalación lavamanos.....	94
Tabla 39. APU suministro e instalación lavaplatos.....	94
Tabla 40. APU suministro e instalación lavadero.....	95

Tabla 41. APU Suministro e instalación sanitario convencional.....	95
Tabla 42. APU suministro e instalación ducha convencional.	96
Tabla 43. APU suministro e instalación grifería lavamanos convencional.....	96
Tabla 44. APU grifería lavaplatos convencional.	97
Tabla 45. APU suministro e instalación lavadero convencional.	97
Tabla 46. APU punto agua potable PVC 1/2".....	98
Tabla 47. APU tubería PVC 1 1/2"	99
Tabla 48. APU tubería PVC 3/4"	99
Tabla 49. APU tubería PVC 1"	100
Tabla 50. APU tubería PVC 1/2"	100
Tabla 51. APU punto sanitario 2"	101
Tabla 52. APU tubería sanitaria 2"	101
Tabla 53. APU tubería sanitaria 3"	102
Tabla 54. APU caja de inspección 60*60.	102
Tabla 55. APU suministro e instalación lavamanos.....	103
Tabla 56. APU suministro e instalación lavaplatos.....	103
Tabla 57. APU suministro e instalación lavadero.	104
Tabla 58. APU Suministro e instalación sanitario ahorrador.	104
Tabla 59. APU suministro e instalación ducha ahorradora.....	105
Tabla 60. APU suministro e instalación grifería lavamanos ahorrador.	105
Tabla 61. APU grifería lavaplatos ahorrador.	106
Tabla 62. APU suministro e instalación lavadero ahorrador.....	106

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación vivienda LEED Rionegro	23
Ilustración 2. Falabella Centro Mayor, Bogotá.....	27
Ilustración 3. Éxito Mosquera, Cundinamarca.....	28
Ilustración 4. Homecenter Manizales	29
Ilustración 5. Paralelo 26, Bogotá.....	30
Ilustración 6. Porcentaje de consumo promedio por persona en Colombia	45
Ilustración 7. Recolección de aguas lluvias por método de canales de cubiertas. 51	
Ilustración 8. Sistema básico de recolección de agua lluvia para una vivienda. ...	51
Ilustración 9. Tanque de aprovechamiento de aguas lluvias.....	52
Ilustración 10. Recuperación de aguas grises.....	52
Ilustración 11. Casa Fénix – Rionegro.	53
Ilustración 12. Características ahorro de agua, Casa LEED.	54
Ilustración 13. Sistemas implementados en la vivienda.	56
Ilustración 14. Sistema de recolección de agua lluvia para una vivienda.	57
Ilustración 15. Sistema de tratamiento de aguas grises.	58
Ilustración 16. Sistema de colectores solares.	58
Ilustración 17. Sistema de colectores solares.	59
Ilustración 18. Sistema de colectores solares.	60
Ilustración 19. Estructura de cubierta verde.	60
Ilustración 20. Estructura de cubierta verde	61
Ilustración 21. Red hidrosanitaria proyecto Envigado construcción convencional. 64	
Ilustración 22. Red desagües proyecto Envigado construcción convencional.	64
Ilustración 23. Red hidrosanitaria proyecto Envigado construcción sostenible.	67
Ilustración 24. Red de desagüe proyecto Envigado construcción sostenible.	67
Ilustración 25. Factura servicio público de agua vivienda Envigado.....	71
Ilustración 26. Grafica dotación m3/sus*mes de los últimos 13 años.....	73
Ilustración 27. Paralelo sanitarios.....	74
Ilustración 28. Paralelo duchas.	74
Ilustración 29. Paralelo grifería lavamanos.....	75
Ilustración 30. Paralelo grifería lavaplatos.....	76
Ilustración 31. Diferencia económica APU grifería lavadero	76
Ilustración 32. Curvas IDF estación Aeropuerto Olaya Herrera.....	79
Ilustración 33. Curvas IDF estación Guayabito.	80
Ilustración 34. Paralelo proyectos.	82
Ilustración 35. Menú de opciones página del SUI.	107
Ilustración 36. Opción para consultas del servicio de acueducto	108
Ilustración 37. Página del servicio de acueducto SUI.....	109
Ilustración 38. Opción para dirigirse a la herramienta de análisis O3.....	109
Ilustración 39. Página de inicio de la herramienta de análisis O3.	109
Ilustración 40. Opción tabla herramienta de análisis O3.	111
Ilustración 41. Exportar una tabla a Excel desde la herramienta de análisis O3. 111	
Ilustración 42. Menú de gráficos herramienta de análisis O3.....	112

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, los temas de interés nacionales e internacionales a tratar tienen una fuerte atención en lo que concierne a los efectos del cambio climático, el problema de la escasez de agua, los cuidados del medio ambiente y la explotación de los recursos naturales que generalmente se produce para satisfacer algunas necesidades humanas. En atención a esto último, según el Ministerio de Vivienda “el área de la construcción consume más de la mitad de los recursos naturales explotados, además de generar gran cantidad de materiales contaminantes, por ello es conveniente afirmar que para reducir dicha carga contaminante es necesario centrarse en la sostenibilidad ambiental de la industria de la construcción y por ende en la operación de las edificaciones”.

Por otro lado, es de resaltar además que el impacto de la construcción en el progreso de la economía y de la sociedad de un país es indiscutible, y el concepto de la sostenibilidad hace referencia a *“todo desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, abarcando siempre las tres dimensiones básicas: económica, social y ambiental”* (Comisión Brundtland, 1987). En complemento de lo anterior, el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos ha desarrollado un sistema de acreditación para edificios sostenibles denominado *“Certificación LEED - Leadership in Energy & Environmental Design”* que promueve y reconoce el desarrollo de proyectos amigables con el medio ambiente que sirven como garantes y estándares de calidad.

El presente trabajo se enfoca en identificar las prácticas implementadas en una vivienda unifamiliar con certificación LEED en Colombia con el propósito de aplicarlas en un proyecto de vivienda unifamiliar con sistema de construcción tradicional y constatar su comportamiento en términos financieros y de consumo, para lo cual se realiza un diagnóstico de los proyectos con certificación LEED en el país, se evalúan los parámetros necesarios para que un proyecto obtenga la acreditación, se efectúa una caracterización de aparatos sanitarios típicos en viviendas unifamiliares y aparatos sanitarios ahorradores actuales.

Adicionalmente, se lleva a cabo el análisis de precios unitarios para las actividades hidrosanitarias para el ahorro y uso eficiente del agua en proyectos de vivienda de construcción convencional vs. construcción leed, y se determina su diferencia económica.

Más adelante, se procede a calcular el consumo en la vivienda tradicional antes de implementar las estrategias para el uso eficiente del recurso hídrico, y posteriormente se realiza la implementación de las mismas. En esta sección se busca determinar el recurso hídrico ahorrado mediante equipos sanitarios, reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas lluvias.

Los resultados del presente trabajo hacen referencia a establecer la magnitud de la inversión demandada, los costos operacionales resultantes y los efectos en el ahorro de agua una vez sean aplicadas las estrategias identificadas.

1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1 Justificación

La creciente demanda en la exploración y explotación de los recursos naturales ha generado una creciente atención sobre el impacto ambiental que esto conlleva (Vyas & Jha, 2017). Debido a este comportamiento, la necesidad de generar un desarrollo sostenible ha incrementado proporcionalmente. Las Naciones Unidas definen el desarrollo sostenible como: “la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”¹, bajo esta premisa todo proyecto sostenible busca lograr, de manera equilibrada, el desarrollo económico, social y ambiental (Naciones Unidas, 1987).

El área de la construcción consume más de la mitad de los recursos naturales explotados, además de generar gran cantidad de materiales contaminantes. Bajo esta situación es acertado afirmar que para reducir las emisiones de carbono es crucial ocuparse de la sostenibilidad ambiental a largo plazo de la industria de la construcción y de la subsecuente ocupación de las edificaciones (Ministerio de Vivienda, 2018).

Uno de los principales objetivos de la construcción sostenible a nivel mundial ha sido la de brindar a los ocupantes de las estructuras un ambiente más saludable. En Estados Unidos la Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) se ha convertido en el sistema de certificación más reconocido y utilizado para edificios verdes (Golbazi & Aktas, 2016). Dicha certificación se ha extendido ampliamente a diversos países, siendo una de las certificaciones más prestigiosas a nivel mundial.

1.2 Antecedentes

Durante los últimos años y con el auge de las estructuras sostenibles, se ha podido estudiar y analizar el comportamiento de estos proyectos en términos financieros (Uğur & Leblebici, 2017). Si bien, las construcciones sostenibles presentan un aumento en su inversión, el retorno es más rápido debido al ahorro de servicios como la energía y el agua. Además, cabe resaltar que el sobrecosto de una edificación “verde” está entre el 9% y el 17% (Vyas & Jha, 2017).

Muchos gobiernos están promoviendo las construcciones sostenibles mediante incentivos, tales como, premios, beneficios tributarios, entre otras medidas. De esta forma se ha podido percibir un mayor interés hacia los proyectos sustentables y las certificaciones a construcciones sostenibles (Oyedokun, 2017).

Existen gran cantidad de certificaciones para las construcciones sostenibles, sin embargo, la certificación LEED ha sido la más aceptada internacionalmente (Mousa & Farag, 2017).

Colombia ha sido un país que ha tenido una gran acogida a las construcciones sostenibles. Con medidas que abarcan desde la creación de leyes, como la

¹ Naciones Unidas. (1987). Asamblea General de las Naciones Unidas. Obtenido de <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>

estructuración de consejos dedicados a la capacitación en desarrollo y construcción sostenible, el país ha incentivado fuertemente esta nueva era de la construcción.

En busca de mejorar e impulsar cada vez más las construcciones sostenibles, el Estado constantemente realiza alianzas estratégicas, tal es el caso de la alianza entre la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) y la Corporación Financiera Internacional (IFC) del grupo Banco Mundial (CAMACOL, 2017), alianza que ha sido apoyada por la Secretaria de Estado para Asuntos Económicos de Suiza (SECO) para impulsar las políticas de “Green building” que permitan la consolidación de ciudades sostenibles (DINERO, 2016).

De esta forma se puede observar la relevancia que las estructuras sostenibles tienen en el desarrollo del país.

2 OBJETIVOS

2.1 *General*

Evaluar las prácticas implementadas en torno al ahorro y uso eficiente del agua en una vivienda unifamiliar, determinando su pertinencia en la certificación LEED. El caso de estudio será la única vivienda unifamiliar con certificación LEED en Colombia.

2.2 *Específicos*

- Diagnosticar el número de proyectos que cuenten con certificación LEED en los últimos 10 años.
- Evaluar los requisitos para que un proyecto obtenga la certificación LEED en torno a los parámetros que le apunta a la eficiencia del agua.
- Determinar las prácticas y/o actividades que se han implementado para el ahorro y uso eficiente del agua en un proyecto de vivienda unifamiliar localizado en el Departamento de Antioquia.
- Analizar el comportamiento financiero y de consumo de agua potable, derivado de la implementación de las estrategias de la certificación LEED en torno al uso eficiente y ahorro del recurso hídrico.

3 ALCANCES Y LIMITACIONES

Los aspectos puntuales que comprenden la presente investigación están referidos a la identificación del costo de inversión y los beneficios operacionales en un proyecto vivienda unifamiliar en el Departamento de Antioquia que le apunte a la obtención de la certificación LEED en torno a la eficiencia y ahorro del agua.

Conforme a los objetivos establecidos, la elaboración del presente trabajo comprende el análisis de la certificación LEED especialmente para la categoría de “Eficiencia en consumo de agua”, por lo tanto, se excluyen los demás temas que pueden abarcar la certificación como: sitios sostenibles, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad de ambientes interiores, innovación en el diseño, ubicación y vinculación, infraestructuras y edificios verdes, y prioridad regional.

4 MARCO DE REFERENCIA

4.1 Marco conceptual

- Dotación: Consumo diario que sirve para calcular los caudales de diseño.
- Sostenibilidad: Según la real academia española (RAE, s.f.), sostenible es todo aquello que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente.
- Desarrollo sostenible: Se entiende como aquel desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Kivilä, Martins, & Vuorinen, 2017).
- Construcción sostenible: Una construcción sostenible es aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación (Minvivienda, 2015).
- Edificaciones sostenibles: Según (Minvivienda, 2015) los aspectos típicos que caben dentro del espectro de edificaciones sostenibles incluyen:
 - Eficiencia energética: Se refiere al consumo inteligente de la energía. Es una práctica que consiste en reducir el consumo energético para disminuir costos y promover sustentabilidad económica, política y ambiental (González, 2012).
 - Eficiencia en agua: Consiste en aquellas prácticas que tienen como propósito el uso eficiente y ahorro del agua.
 - Materiales de construcción de baja energía: El objetivo es reducir al máximo la huella ecológica relativa a la toxicidad humana y de los ecosistemas asociada a la extracción, producción, uso y desecho de las materias primas mediante la eliminación de los componentes y materiales tóxicos, contaminantes y no biodegradables (León, 2015).
 - Calidad del ambiente interior: Se puede definir como el estado de las condiciones ambientales de los locales de trabajo tipo oficinas o similares, en relación con sus efectos sobre la salud y bienestar de los trabajadores y la productividad (Ruiz, 2010).
 - Edificaciones y entorno exterior: Relaciona la composición de las fachadas, funcionalidad, aporte al medio ambiente; y además parámetros para encajar en el entorno en el que se sitúa el edificio (Ávila, 2014)
 - Sostenibilidad urbana: Corresponde a la búsqueda de un desarrollo urbano sostenible que no degrade el entorno y proporcione calidad de vida a los ciudadanos (Wikipedia, 2016)
 - Modelo de hidrología sostenible MSH1: Software que realiza simulaciones del consumo de agua y de las medidas de ahorro que pueden aplicarse en una edificación. (Hidrología Sostenible, 2016)
- Ventajas de la construcción sostenible: Se ha comprobado que la implementación de sistemas para la construcción sostenible genera diversos aportes positivos (EITiempo, 2015). A continuación, se relacionarán los principales beneficios:

- Ahorros reales en consumos: Las edificaciones certificadas en Colombia (EITiempo, 2015) han obtenido reducciones de hasta 90 por ciento en el uso de agua y de hasta 70 por ciento en energía.
- Mejor calidad del aire: Las edificaciones sustentables cuidan el bienestar del ser humano al mejorar la calidad del aire interior mediante el control de aperturas al exterior del edificio, permitiendo la ventilación natural, restricciones para áreas de fumadores, empleo de materiales ecológicos, monitoreo de CO2, entre otras prácticas. (Susunaga Monroy, 2014)
- Salud, confort y productividad: Según (EITiempo, 2015) el 80 por ciento de los usuarios se siente más cómodo en una edificación sostenible, mientras que el 78 por ciento ha podido observar un aumento en la productividad.
- Reducción de los residuos: Tanto en la etapa de construcción, como en la vida útil del edificio, se cuida el impacto que este tiene al medio ambiente. Se disminuyen los volúmenes de material desechado, enviándolos a lugares donde será reciclado o reutilizado (Susunaga Monroy, 2014)
- Valorización: El 86 por ciento de los desarrolladores de este tipo de proyectos observa un incremento en la valorización de sus proyectos y asegura que la certificación es un diferenciador dentro del mercado (EITiempo, 2015).

4.2 Marco teórico

4.2.1 Certificación LEED:

“Leadership in Energy and Environmental Design” (LEED) es un sistema de evaluación y estándar internacional desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (U.S. Green Building Council) a finales de los 90 para fomentar el desarrollo de edificaciones basadas en criterios sostenibles y de alta eficiencia. El sistema LEED se caracteriza por proporcionar una evaluación de la sostenibilidad de la edificación valorando su impacto en 5 áreas principales: emplazamiento sostenible, protección y eficiencia del agua, eficiencia energética y energías renovables, conservación de materiales y recursos naturales y calidad del ambiente interior (Saint-Gobain, 2012). Además de contar con dos categorías adicionales: Innovación en el Diseño (ID) y Prioridad Regional (RP) (La República, 2013).

Los proyectos se puntúan en relación con un conjunto de créditos estándar y la suma de los puntos obtenidos determina el nivel de certificación: Certificado (40 a 49 puntos), Plata (50 a 59 puntos), Oro (60 a 79 puntos), Platino (80 puntos o más) (Saint-Gobain, 2012). Adicionalmente, se debe cumplir con una serie de requisitos obligatorios llamados prerrequisitos y algunos de cumplimiento voluntario, conocidos como créditos (La República, 2013).

Los proyectos acumulan un puntaje al satisfacer criterios específicos (prerrequisitos y créditos) dentro de cinco áreas principales (Cívita, 2014):

- Sitio sustentable (26 Puntos): Como parte de este tema, LEED desalienta el desarrollo en zonas que se encuentran en sus condiciones naturales; busca minimizar el impacto de los edificios en los ecosistemas y cuencas; promueve los proyectos de paisaje con especies nativas y adaptadas a la región; premia las opciones de transporte público, el control de escorrentía de aguas pluviales, así como los esfuerzos por reducir la erosión del suelo, la contaminación lumínica y el efecto de isla de calor.
- Eficiencia en consumo de agua (10 Puntos): Fomenta el uso racional del agua dentro y fuera del edificio. Se incentiva a la reducción en el consumo de agua mediante muebles y grifos eficientes y sistemas de tratamiento y reúso de aguas residuales, así como áreas verdes con bajas necesidades de riego y la captación de agua pluvial.
- Energía y atmósfera (35 puntos): Esta categoría promueve el uso de estrategias energéticas, así como elementos de diseño y construcción enfocados a la disminución del consumo energético. Uso de iluminación natural y fuentes de energía renovable. Además, reconoce el manejo apropiado de refrigerantes y otras sustancias con potencial de efecto invernadero o daño a la capa de ozono.
- Materiales y Recursos (14 puntos): Se premia en esta categoría que los materiales utilizados sean regionales, reciclados, rápidamente renovables y/o certificados con algún sello verde, entre otros requisitos. Esta categoría fomenta la selección de productos y materiales producidos, cosechados, fabricados y transportados de forma sustentable.
- Calidad ambiental en interiores (15 puntos): LEED alienta la implementación de estrategias que mejoran la calidad del aire, así como el acceso a iluminación natural, vistas al exterior y mejoras en la acústica. El objetivo es crear espacios confortables y saludables que permitan ser más productivos a sus habitantes.
- Innovaciones en el diseño (6 puntos): Otorga puntos a proyectos que demuestran el uso de estrategias y tecnologías innovadoras y que mejoran el desempeño del edificio más allá de lo requerido en alguno de los créditos establecido.
- Prioridad Regional (4 puntos): En este capítulo LEED reconoce a los proyectos que atienden de manera especial la problemática ambiental de la zona en donde se encuentran.

4.3 Marco Legal

4.3.1 Normativa Nacional

- LEY 1473 DE 2011: La presente ley tiene por objeto expedir normas que garanticen la sostenibilidad de largo plazo de las finanzas públicas y contribuyan a la estabilidad macroeconómica del país.
- RESOLUCIÓN 97 DE 2017: Por la cual se crea el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales y se adoptan otras disposiciones.
- RESOLUCIÓN 0376 DE 2016: Por la cual se señalan los casos en los que no se requerirá adelantar trámite de modificación de la licencia ambiental o su equivalente, para aquellas obras o actividades consideradas cambios menores

- o de ajuste normal dentro del giro ordinario de los proyectos de energía, presas, represas, trasvases y embalses.
- DECRETO 1076 DE 2015: Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
 - DECRETO 1077 DE 2015: Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio
 - RESOLUCIÓN 0549 DE 2015: Por el cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la parte 2, del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de la construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones.
 - DECRETO 2041 DE 2014: Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales
 - LEY 1473 DE 2011: La presente ley tiene por objeto expedir normas que garanticen la sostenibilidad de largo plazo de las finanzas públicas y contribuyan a la estabilidad macroeconómica del país.
 - LEY 1466 DE 2011: La finalidad de la presente ley es crear e implementar el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública, mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos sólidos, así como propiciar el fomento de estímulos a las buenas prácticas ambientalistas. Esta ley busca aplicar los instrumentos legales para proteger desde la fraternidad social y la recuperación ambiental, a los hombres y mujeres que trabajan en la actividad del reciclaje excluyendo el ejercicio arbitrario de la facultad sancionatoria frente a la población vulnerable y garantizando plenamente el derecho al trabajo.
 - LEY 1454 DE 2011: Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones
 - DECRETO 3573 DE 2011: Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA- y se dictan otras disposiciones
 - LEY 1333 DE 2009: Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
 - LEY 1259 DE 2008: Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
 - DECRETO 1900 DE 2006: Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales y que esté sujeto a la obtención de licencia ambiental, deberá destinar el 1% del total de la inversión para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica; de conformidad con el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993.
 - DECRETO 4742 DE 2005: Por el cual se modifica el artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas
 - DECRETO 4741 DE 2005: Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral

- DECRETO 1200 DE 2004: Por el cual se determinan los Instrumentos de Planificación Ambiental y se adoptan otras disposiciones

4.3.2 Normativa Internacional

- International Green Construction Code: Creado por el International Code Council (ICC), fue el primer código modelo que incluyó medidas ecológicas en un proyecto integral de construcción y su sitio: desde el diseño hasta la construcción, la ocupación y más allá.
- ASHRAE 189.1: Ofrece un “paquete completo de sustentabilidad para la construcción” que comprende elementos de ecologización del sitio, uso eficiente del agua, eficiencia energética, calidad del ambiente intramuros e impacto de la edificación tanto en la atmósfera como en materiales y recursos. Esta norma es una de las opciones de cumplimiento incluidas en el código internacional Ig CC 2012, publicado por el ICC.
- Código de Edificación de Vivienda (CEV): Código de construcción voluntario de la Comisión Nacional de Vivienda (Conavi). Se enfoca en diversos aspectos de sustentabilidad de la construcción de edificios, desde protección contra incendios hasta diseño estructural, incluidos la selección de materiales, manejo del agua y eficiencia energética.

4.3.3 Normas internas del sistema LEED

- Forest stewardship council's principles an criteria: Utilización de un determinado de madera certificada, o de productos elaborados con base en ella.
- ISO-14021. Environmental labels and declarations. Selfdeclared environmental claims type II: Especifica los requisitos o declaraciones ambientales y también describe la metodología de evaluación y verificación general.
- CRI green label testing program: Carpet and Rug Institute (CRI). Evalúa la calidad de alfombras, tapices y sus adhesivos para ayudar a identificar aquellos productos con pequeñas emisiones de VOCs (volatile organic compounds o compuestos orgánicos volátiles), a través de etiquetas verdes.
- Etiquetas: USDA Certified Organic: Food Alliance Certified, Protected Harvest Certified, Stewardship. Council's Blue Eco-Label
- ASHRAE - Nivel 1: Apéndice G: Método de Tasación de la Eficiencia del Edificio (Building Performance Rating Method). “Walkthrough assessment”: Evaluación de los costos energéticos del edificio y su eficiencia mediante el análisis de facturas del servicio y de una breve encuesta.
- EPA (Environmental Protection Agency) Clean Air Act, Título VI, Regla 608. ASHRAE 2003 - Application Handbook: Establece que las fugas anuales de sustancias que dañan la capa de ozono (Ozone Depleting Substances - ODSs) como es el caso de los refrigerantes CFC, que puedan existir en las instalaciones del sistema sean del 5% o menores.
- EPA (Environmental Protection Agency) - ENERGY STAR Portfolio Manager: Rangos de referencia para control y evaluación del consumo de energía y agua de edificios completos o departamentos individuales.

- ASHRAE / IESMA 90.1-2004: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential NC Apéndice G: Método de Calificación de la Eficiencia del Edificio (Building Performance Rating Method)
- ASHRAE - Nivel 2: Auditorías energéticas (Procedures for Commercial Building Energy Audits). Establece tres niveles de análisis o de medición de la Energía Consumida, que dependen de las características físicas y del uso energético del edificio, y de los recursos disponibles del propietario.
- Center for Resource Solutions (CRS) Green-e Product Certification: Garantizar la calidad de la energía eléctrica proveniente de fuentes renovables contratando proveedores de energía que posean el certificado del Programa Green-e.
- ENERGY STAR - WRI/WBCSD Protocols EB 14031, 14040- 41- 42-43-49- 50: Dar a conocer la reducción de emisiones sometiéndose voluntariamente a un programa de certificación efectuado por una tercera parte no involucrada en el proyecto. EVO (Efficiency Value Organization) provee de un resumen de técnicas para verificar la eficiencia energética de edificios.

5 METODOLOGÍA

5.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

El presente proyecto se desarrolla con la siguiente metodología, en tres etapas fundamentales:

5.1.1 ETAPA 1: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La primera fase consistió en realizar un recaudo de datos relevantes e información pertinente acerca del problema actual de la escasez de agua y el cuidado del medio ambiente para determinar la necesidad de implementar herramientas para el desarrollo de la construcción sostenible en torno al ahorro y uso eficiente del recurso hídrico.

Adicionalmente, se indagó acerca de la acreditación LEED como el sistema más importante en certificación sostenible junto con la normativa nacional e internacional. Esta etapa también incluye el diagnóstico de los proyectos con certificación LEED en Colombia y los parámetros necesarios para que un proyecto obtenga la acreditación y reconocimiento LEED en torno al ahorro y uso eficiente del agua.

5.1.2 ETAPA 2: CASO DE ESTUDIO

La segunda fase, tuvo como propósito determinar las prácticas y estrategias que se han implementado respecto del ahorro y uso eficiente del agua en la única vivienda con certificación LEED en Colombia ubicada en el departamento de Antioquia, para aplicarlas en un proyecto de vivienda unifamiliar con sistema de construcción tradicional y constatar su comportamiento términos financieros y de consumo.

Se realizó la caracterización de los aparatos sanitarios típicos en viviendas unifamiliares y la caracterización de actuales aparatos sanitarios ahorradores. Posteriormente, se calcularon los análisis de precios unitarios para las actividades hidrosanitarias en torno al ahorro y uso eficiente del agua en proyectos de vivienda unifamiliar de construcción convencional y en construcción leed para determinar su diferencia económica.

En esta etapa, el manejo de datos estadísticos fue fundamental, toda vez que, mediante la página web de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios se descargó la información correspondiente al consumo total, número de suscriptores y promedio de facturación por consumo para el departamento Antioquia (caso de estudio). Con base en dicha información, se procede a calcular la dotación anual y mensual, con el fin de conocer el consumo en la vivienda unifamiliar con sistema de construcción tradicional antes de implementar las estrategias para el ahorro y uso eficiente del agua.

Finalmente, se procede a implementar las estrategias para el uso eficiente del agua en la vivienda tradicional, y calcular el recurso hídrico ahorrado producto de la instalación de equipos eficientes, reutilización de aguas grises y del aprovechamiento de aguas lluvias, para este último paso fue necesario indagar acerca de la intensidad y duración de las precipitaciones de la zona.

5.1.3 ETAPA 3: RESULTADOS

Por último, se analizó el comportamiento financiero y de consumo, derivado de la implementación de las estrategias de la certificación LEED en torno al uso eficiente y el ahorro del agua. Como resultado se determinó la inversión inicial requerida, los costos operacionales resultantes y el ahorro en recurso hídrico una vez sean aplicadas las estrategias.

5.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

- Material bibliográfico
- Internet
- Microsoft Office: Word y Excel
- AutoCAD (Dibujo hidrosanitario 2D)
- NTC 1500 - 2017
- Sistema único de información - SUI

5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

De acuerdo con información del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) del total de 337 edificaciones colombianas adscritas al sello LEED, las principales ciudades que fomentan la construcción sostenible son Bogotá, Medellín, Barranquilla y Cali.

El departamento de Antioquia actualmente cuenta con la primera vivienda unifamiliar con certificación LEED en América Latina (Argos, 2015).

Ilustración 1. Ubicación vivienda LEED Rionegro



Fuente: <http://www.luish.com/propiedad/primer-casa-certificada-leed-de-latinoamerica-en-venta-rionegro/?RID=3926817>

6 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS EDIFICACIONES SOSTENIBLES EN COLOMBIA

6.1 Proyectos con certificación LEED

En Colombia la certificación LEED es relativamente nueva, sin embargo, pese a su corta historia en el país su acogida ha ido en constante crecimiento. Ciudades como Bogotá y Medellín en estos momentos son las pioneras a nivel nacional en la implementación del sistema (Ayala Sánchez & Peña Pardo, 2016).

Colombia ocupa el cuarto lugar en el listado de países latinoamericanos con mayor cantidad de proyectos sostenibles (337), ranking que lidera Brasil, con 1.211 edificaciones verdes registradas, seguido por México y Chile, con 903 y 377 construcciones eco-amigables, respectivamente (Orozco, 2017).

Según cifras del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS, 2017), de dichos proyectos sostenibles hasta el 31 de agosto de 2017 existen 105 que cuentan con certificación LEED divididos en las siguientes categorías: 9 proyectos platino (78.059 m²), 55 proyectos oro (944.856 m²), 27 proyectos plata (463.675 m²) y 14 proyectos certificado (108.623 m²). Con 53,1% de participación, el segmento de oficinas es el principal uso de los proyectos con certificación Leed en Colombia, seguido por el comercio (25%) y los servicios de salud (5%). Además, actualmente existen 235 proyectos que están en proceso de obtener la certificación LEED.

La tabla 1 muestra los proyectos más relevantes certificados por la USGBC.

Tabla 1. Construcciones LEED en Colombia.

PROYECTO	FECHA DE CERT.	UBICACIÓN	NIVEL DE CERT.	PROYECTO	FECHA DE CERT.	UBICACIÓN	NIVEL DE CERT.
Proyecto Caracolí Regional Aguachica	12-03-18	Aguachica	Certified	Bogotá Corporate Center	20-09-17	Bogotá	Gold
Hotel Waya	08-01-16	Albania	Certified	Alpaso Plaza	2-06-15	Bogotá	Gold
Connecta Plaza	06-10-14	Bogotá	Certified	Casa FENIX Rionegro	12-02-15	Rionegro	Gold
Bacatá Express Hotel	23-09-14	Bogotá	Certified	Centro Empresarial Central Point	12-12-17	Bogotá	Gold
Agencia Nacional de Hidrocarburos	02-04-13	Bogotá	Certified	Éxito La Felicidad	19-12-17	Bogotá	Gold
Falabella Centro Mayor	22-11-10	Bogotá	Certified	Parque La Colina Centro Comercial	25-10-17	Bogotá	Gold
3M Customer Technical Center	13-09-11	Bogotá	Certified	Contempo Headquarters	14-10-11	Bogotá	Certified
Falabella Jardín Plaza	02-01-18	Cali	Certified	Green Loop Headquarters V4	29-08-17	Bogotá	Gold
Nuevo CEDI Gestión Cargo Secos Cartagena	14-09-16	Cartagena	Certified	Citi CPC Center Retiro	13-12-16	Bogotá	Gold

Proyecto Cedro - Regional Florencia	12-03-18	Florencia	Certified	W Hotel Bogotá	25-08-16	Bogotá	Gold
Ruta-N Torre C	04-03-16	Medellín	Certified	Viverdi 84	04-12-15	Barranquilla	Gold
Falabella Santafé Medellín	05-07-11	Medellín	Certified	BAVARIA Edificio administrativo	19-05-14	Bogotá	Gold
Proyecto Ceiba - Regional Palermo	20-03-18	Neiva	Certified	Tierra Firme	30-06-15	Bogotá	Gold
New Factory Hunter Douglas Colombia	26-04-16	Tenjo	Certified	Oxo 69 Centro Empresarial y Hotelero	18-09-15	Bogotá	Platinum
Edificio C26	11-09-17	Bogotá	Certified	Google Bog 8F FE69	29-02 -16	Bogotá	Platinum
Ecotower 100	01-11-12	Bogotá	Certified	Homecenter Cajicá	19-05-14	Cajicá	Platinum
BC Empresarial	15-07-16	Barranquilla	Gold	Makro Poblado	25-07-16	Medellín	Platinum
ZF TOWERS Services and Technology Park	02-03-16	Bogotá	Gold	Paralelo 26	21-10-15	Bogotá	Platinum
T7T8 Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo	21-02-17	Bogotá	Gold	Elemento T1 - Aire	12-oct-17	Bogotá	Platinum
Centro Empresarial Colpatria Torre 2	18-08-15	Bogotá	Gold	Elemento T2 - Fuego	12-oct-17	Bogotá	Platinum
Centro Empresarial Colpatria Torre 3	19-01-17	Bogotá	Gold	Elemento T3 - Tierra	12-oct-17	Bogotá	Platinum
Oficinas Setri	31-03-17	Bogotá	Gold	Elemento T4 - Agua	12-oct-17	Bogotá	Platinum
Connecta Módulos G6 y G7	25-0417	Bogotá	Gold	Porta 100	04-08-17	Bogotá	Platinum
Connecta Módulos G1 y G2	25-0417	Bogotá	Gold	Centro Comercial Plaza Central	22-05-17	Bogotá	Silver
Midpoint 19	12-09-16	Bogotá	Gold	Apice 97	21-03-17	Bogotá	Silver
Oficinas Chico 92-11	16-03-16	Bogotá	Gold	Connecta BTS 5 y 6	05-08-16	Bogotá	Silver
Ecotower 93	30-11-15	Bogotá	Gold	Connecta BTS 3 y 4	22-06-16	Bogotá	Silver
Oficinas Terranum	09-07-15	Bogotá	Gold	Complejo Logístico San Cayetano T2	13-12-13	Bogotá	Silver
Urban Plaza	08-10-14	Bogotá	Gold	T3- Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo	10-12-13	Bogotá	Silver
ARGOS Oficina Bogotá	19-06-14	Bogotá	Gold	Oficinas Coca-Cola Bogotá	16-02-15	Bogotá	Silver
World Business Center	08-10-13	Bogotá	Gold	Hotel Terra 100 Royal	13-02-15	Bogotá	Silver
Centro Empresarial y Deportivo Calle 53	19-06-13	Bogotá	Gold	Connecta BTS 2	19-09-14	Bogotá	Silver

GNB Sudameris	11-06-13	Bogotá	Gold	Estación Sophia - Teatro Publico Martínez	04-04-14	Bogotá	Silver
Positiva SA HeadQuarters	05-03-13	Bogotá	Gold	Homecenter Cedritos Bogotá	06-05-14	Bogotá	Silver
Aloft Hotel Bogotá A	07-11-12	Bogotá	Gold	Panoramic Eco Business Club	16-12-13	Bogotá	Silver
BMW Plaza	28-09-16	Bogotá	Gold	Arquitectura e Interiores Oficina Bogotá	15-02-13	Bogotá	Silver
Fontanar Centro Comercial	09-08-16	Chía	Gold	Novartis Edificio	12-08-10	Bogotá	Silver
Incolmos Yamaha	25-06-13	Girardota	Gold	Panoramic Eco Business Club Tower 1	12-09-12	Bogotá	Silver
Avon centro de distribución	21-07-11	Guarne	Gold	Homecenter Bucaramanga la Rosita	26-10-11	Bucaramanga	Silver
Homecenter Manizales	04-10-12	Manizales	Gold	Oxo Cartagena	24-12-15	Cartagena	Silver
Telemedellín	27-06-17	Medellín	Gold	Homecenter Montería	12-08-13	Montería	Silver
Centro Argos para la Innovación	29-11-16	Medellín	Gold	Éxito Mosquera	21-06-16	Mosquera	Silver
Milla de Oro Distrito de Negocios	26-09-17	Medellín	Gold	Proyecto Arrayan - Regional Pasto	15-03-18	Pasto	Silver
RUTA N Torres A y B	28-05-14	Medellín	Gold	Falabella Parque Arboleda	04-11-11	Pereira	Silver
Oficina Fasst Lighting	26-05-14	Medellín	Gold	San Antonio Plaza Comercial	11-09-13	Pitalito	Silver
Torre Grupo Sura 1C	31-03-14	Medellín	Gold	ALPINA Edificio Corporativo Sopo	18-02-15	Sopó	Silver
Nueva Sede Isagen	09-12-13	Medellín	Gold	Yanbal	11-11-13	Tenjo	Silver
Dirección General Bancolombia	19-01-12	Medellín	Gold	Proyecto Canaguete - Regional Valledupar	15-03-18	Valledupar	Silver
Pastas Doria	14-12-15	Mosquera	Gold	Falabella Parque Colina	02-01-18	Bogotá	Silver
Ecoplaza	11-03-16	Mosquera	Gold	Falabella Plaza Central	02-01-18	Bogotá	Silver
ALPINA Edificio Corporativo Sopo No 3	26-05-15	Sopó	Gold	H&M Fontanar	15-11-17	Chía	Silver
Bimbo	06-04-16	Tenjo	Gold	H&M La Colina	14-09-17	Bogotá	Silver
Centro Comercial Viva Wajiira	09-12-16	Riohacha	Gold				

Fuente: www.usgbc.org

6.1.1 Falabella Centro Mayor

Ilustración 2. Falabella Centro Mayor, Bogotá



Fuente: <http://wikimapia.org/16044779/es/Falabella-Centro-Mayor>

El local de Falabella ubicado en el centro comercial Centro Mayor obtuvo acreditación LEED en el nivel "Certificado".

"Falabella tiene como política que todas sus tiendas en Chile, Argentina, Perú y Colombia sean construcciones sostenibles. Falabella Centro Mayor aprovecha al máximo los recursos naturales y minimiza el impacto ambiental negativo. La tienda se consume 70% menos agua que un edificio tradicional, lo cual se logró utilizando sanitarios y griferías para tal fin. A esto se le suma la alta eficiencia en la recolección y reutilización de aguas lluvias" (Portafolio, 2010).

6.1.2 Éxito Mosquera

Ilustración 3. Éxito Mosquera, Cundinamarca



Fuente: <https://www.grupoexito.com.co>

Éxito Mosquera obtuvo en 2016 la certificación LEED Silver, ya que “la batería sanitaria instalada en el almacén ahorra 36% de agua potable y los equipos mecánicos que permiten el funcionamiento de la tienda ahorran 71% de agua en sus procesos. Otros datos relevantes corresponden a que el almacén consume 35% menos energía en iluminación en comparación con un edificio de similares características. Y posee un sistema de ventilación y aire acondicionado 56% más eficiente que el de un edificio de similares características en el mismo clima” (Grupo Éxito, 2017).

6.1.3 Homecenter Manizales

Ilustración 4. Homecenter Manizales



Fuente: <http://www.cpc.com.co/cpc/page/homecenter-grandes-superficies/>

En octubre de 2012, el proyecto Homecenter Manizales consiguió la acreditación LEED nivel Oro. “La tienda incorpora principios de arquitectura bioclimática, cuenta con una cubierta traslúcida que permite el ingreso de la luz natural, lo que disminuye la necesidad de utilizar luz artificial y se instaló un sistema de control de iluminación que cuenta con sensores que detectan los niveles de luz y gradúan la intensidad de las lámparas, reduciendo el consumo de energía en un 25%. El almacén registra un ahorro de 52% en el consumo de agua gracias a la implementación de dispositivos y estrategias diseñadas para los sistemas de riego, baños y la recolección de cerca de 10.000 m³ de aguas lluvias a través de las cubiertas de la edificación” (CCCS, Caso Homecenter Manizales, 2014).

6.1.4 Paralelo 26

Ilustración 5. Paralelo 26, Bogotá



Fuente: http://www.green-loop.com/proyectosSolo2_en.php?proy=42

Paralelo 26, edificación de oficinas recibió a finales de octubre de 2015 la certificación LEED en el nivel Platino.

“El proyecto incluye un sistema de recolección de agua lluvia que permite suplir el 60% de la demanda anual de sanitarios y orinales, posee aparatos sanitarios eficientes, tales como lavamanos, lavaplatos, sanitarios, orinales y duchas, y las zonas verdes del edificio se plantaron especies vegetales que no requieren de un sistema de riego para sobrevivir” (CCCS, 2015).

Por otro lado, es oportuno mencionar que el segmento de oficinas en el territorio colombiano ha tenido un crecimiento promedio de 30% anual, con 6,2 millones de metros cuadrados certificados a la fecha (Orozco, 2017). Uno de los mejores antecedentes que posee Colombia es el edificio administrativo de Alpina Productos Alimenticios S.A. construcción que posee una certificación LEED categoría oro. En esta estructura se ha permitido un ahorro de agua del 40% (Orozco, 2017), lo que permite observar los beneficios que brinda una estructura con certificación LEED.

Adicionalmente, Colombia cuenta con la primera vivienda unifamiliar con certificación LEED en América Latina, la cual se ubica en el municipio de Rionegro – Antioquia (Argos, 2015).

6.2 Beneficios y apoyo

Colombia sólo genera el 0,46% de las emisiones globales, y se encuentra dentro del grupo de los 15 países con mayor vulnerabilidad a fenómenos de variabilidad del clima y cambio climático. Esto ha quedado evidenciado en los eventos actuales como los fenómenos de la Niña y el Niño, de allí que, el país juega un papel de liderazgo en el contexto internacional en la agenda ambiental y de cambio climático, sobre todo en la aprobación del Acuerdo de París (Otros Columnistas, 2016).

Proteger el medio ambiente le podría permitir a las empresas ahorrar dinero, quedar exento del IVA y dejar de evadir impuestos, solo por acogerse a los beneficios consignados en los Estatutos Tributarios que ofrece el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Lo único que tienen que hacer es invertir en equipos o elementos que minimicen el impacto ambiental negativo que se pueda causar a través de sus operaciones (Cardona Restrepo, 2012).

El arribo de nuevas generaciones a las compañías constructoras y la tendencia hacia las alternativas verdes, han hecho que la industria tome conciencia de la importancia de cuidar los recursos y de desarrollar proyectos en pro de esta idea (Argos, 2015). Así mismo se ha podido concientizar a los empresarios sobre las facilidades que presenta la construcción sostenible, puesto que muchos de éstos creen erróneamente que una construcción sostenible puede generar sobrecostos de hasta el 30%, cuando la realidad es que dichos sobre costos oscilan sobre el 3% (DINERO, 2016)

En la actualidad el gobierno colombiano ha realizado diversos esfuerzos por apoyar, incentivar, fortalecer y fomentar las construcciones sostenibles. Una de las medidas más atractivas son las deducciones de impuestos, los cuales son proporcionales a la inversión realizada por la persona natural o jurídica en pro de la sostenibilidad ambiental del país (ANLA, 2016)

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible ofrece capacitaciones sobre construcciones verdes, certificaciones, foros, además de otorgar distinciones a aquellos proyectos que se destacan por su desempeño sostenible (CCCS, 2017).

6.3 Meta para el 2030

Según el reporte global de riesgos 2017 del Foro Económico Mundial, dentro de los cinco riesgos más importantes a nivel global según su probabilidad e impacto se mencionan tres, asociados con el tema ambiental y uno con el social. Y no es para menos, el impacto de eventos extremos relacionados con el clima, los desastres naturales, la escasez del agua y la falta de capacidades de mitigación y adaptación al cambio climático traerán consigo cambios en los negocios y necesidades de gestión alrededor de éstas (Agudelo, 2017).

Como se ha dicho con anterioridad, Colombia no es ajena a dichas consecuencias, por tal motivo una de las metas más ambiciosas que se ha propuesto para contrarrestar el creciente cambio climático es lograr que para el año 2030 todas las nuevas edificaciones sean sostenibles (Flórez, 2018). Medida adoptada en el documento CONPES “Política Nacional de Edificaciones Sostenibles” aprobado el

día 23 de marzo del 2018 por el Departamento Nacional de Planeación (CCCS, 2018).

7 EVALUACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN LEED

Tabla 2. Evaluación parámetros de ahorro de agua en la certificación LEED

Créditos	Propósito	Requisitos	Aplica a Colombia	Tecnologías y estrategias
Jardinería Eficiente en Agua	1- Reducir en un 50% el uso de agua potable para jardinería 2- No Uso de Agua Potable para jardinería	OPCIÓN A: Reduzca el uso de agua potable para el riego en un 50%. OPCIÓN B: No use agua potable para el riego con las siguientes dos opciones: Vía 1: Use agua reutilizada únicamente. Vía 2: Use solo jardinería paisajística que no requiera sistemas de riego permanente.	SI	Usar plantas nativas y tolerantes a las sequías.
				Instalar paisajismo que no requiera sistemas de riego permanentes.
				Colocar abono en las áreas de jardinería para ayudar con la retención del agua.
				Especifique sistemas de riego de alta eficiencia, como el riego por goteo, que riega las raíces de las plantas por lo que se pierde menos agua por la evaporación.
				Utilizar únicamente agua de lluvia capturada, aguas residuales recicladas y/o aguas grises recicladas.
No riegue las plantas durante los meses de invierno.				
				Minimizar la cantidad de césped. Se recomienda solo usarlo donde sea necesario para recreación o peatones, ya que generalmente el césped requiere que riego constante.
Tecnologías Innovadoras para Aguas Residuales	Innovación para reducir la generación de aguas residuales y la demanda de agua potable.	OPCIÓN A: Reduzca el consumo del agua potable en un 50%.	SI	Reducir el uso de agua potable al utilizar accesorios sin descarga o con descarga baja, incluidos los orinales sin agua, los inodoros de compostaje o el agua de lluvia/aguas grises para la descarga del inodoro. Instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales en sitio, como un reactor aerobio o humedales construidos.
		OPCIÓN B: Trate el 50% del agua residual en el sitio.		
		Desempeño ejemplar: Trate el 100% del agua residual en el sitio.		
Reducción del Uso del Agua de proceso	Reducción del uso del agua del 20% en sistemas de aguas residuales y suministro de agua.	Reducción mínima del 20% menos de agua que la base de referencia el consumo de agua calculado para el edificio. Incluirá únicamente los siguientes accesorios: sanitarios, orinales, lavamanos, duchas y fregaderos de cocina.	SI	1. Utilizar accesorios de alta eficiencia, instalaciones secas tales como sistemas sanitarios composteros, no agua en orinales y sensores de presencia para reducir la demanda de agua potable. 2. Reutilización de las aguas pluviales y aguas grises para aplicaciones no potables, tales como sanitarios y orinales y protección contra incendios.
Reducción del Uso del Agua	Maximizar la eficiencia e incentivar la reducción del uso del agua del 30% - 40% en sistemas de aguas residuales y suministro de agua.	Reducir el uso de agua potable de los edificios en un 30%, 35% o 40% - Incluirá los siguientes accesorios: sanitarios, orinales, lavamanos, duchas y fregaderos de cocina. Desempeño ejemplar: Reduzca el uso de agua potable de los edificios en un 45% - Incluirá únicamente los siguientes accesorios: sanitarios, orinales, lavamanos, duchas y fregaderos de cocina.	SI	1. Utilizar accesorios de alta eficiencia, instalaciones secas tales como sistemas sanitarios composteros, no agua en orinales y sensores de presencia para reducir la demanda de agua potable. 2. Reutilización de las aguas pluviales y aguas grises para aplicaciones no potables, tales como sanitarios y orinales y protección contra incendios.

Fuente: Propia

Tabla 3. Caracterización de las estrategias de ahorro de agua

DISPOSITIVOS AHORRADORES		
ELEMENTO / ACCESORIO	CARACTERÍSTICAS	AHORRO PROMEDIO
SANITARIOS		
Sanitarios de bajo consumo	Trabaja con un consumo de 3.8 a 4.8 litros de agua por descarga.	Ahorro de un 60% de agua frente a los sanitarios normales.
Sanitarios con sistema de descarga con presión asistida	Utiliza aire comprimido dentro del tanque del sanitario, este aire a presión se utiliza para empujar el agua con una fuerza significativa para una limpieza efectiva.	Ahorro de un 75% de agua frente a los sanitarios normales.
Sanitarios de doble descarga	Tiene la opción de usar de forma parcial o total la cantidad de agua del tanque, según necesite evacuar desperdicios líquidos o sólidos - (6 litros para sólidos y 4 para líquidos).	Aproximadamente hace posible el ahorro del líquido hasta en un 70% frente a un sanitario convencional.
Orinales secos - sin agua	Contiene en su interior una trampa química biodegradable que no contamina y no permite la devolución de olores.	Ahorro de un 90% de agua frente a los orinales normales.
GRIFOS AHORRADORES: Lavaplatos - Lavamanos - Duchas		
Grifos con sistema de regulador de caudal externo	El regulador de caudal está situado en la parte externa, en el cuerpo de la propia grifería, permitiendo que sea el propio usuario quien gradúe la apertura de caudal a voluntad.	Aproximadamente el 40% del agua.
Grifos con limitador	Reducen la sección de paso del agua mediante estrangulamiento o incorporación de filtros.	El consumo se limita a la mitad. Ahorro de aproximadamente el 50% del agua.
Grifos electrónicos	Se interrumpe la salida de agua cuando el usuario se aleja, impidiendo así la posibilidad de dejar el grifo abierto.	Permite ahorrar hasta un 70% de agua, pero su costo es elevado.
Grifos con temporizador - push	La apertura es manual y el cierre automático. En el mercado existen griferías temporizadas regulables entre 5 y 45 segundos. Puede usarse en lavamanos, duchas, descarga en orinales.	Aproximadamente el 70% del agua.
Grifos termostáticos	Se fabrican principalmente para su uso en bañeras y duchas. Están equipadas habitualmente con un botón limitador de caudal que provoca una reducción de agua.	Aproximadamente el 40% del agua.
Reductores de caudal (tuberías y grifos)	Mezclan agua y aire de forma que, con menor cantidad de agua, se consigue el mismo efecto y servicio de confort para el usuario (duchas, lavamanos y lavaplatos).	Es posible ahorro hasta del 50% del agua.
OTRAS ESTRATEGIAS AHORRADORAS		
Uso de plantas nativas - Jardinería eficiente	Cubiertas verdes. En Colombia se utiliza generalmente un gran tapete de pasto natural que se extiende en la cubierta de los edificios. Adicionalmente, mitiga los efectos del cambio climático.	Aprovechamiento de agua lluvia para jardinería. Capturan aproximadamente un 42% de aguas lluvias.
Riego por goteo - Jardinería eficiente	Funciona con un riego lento y frecuente de gotas de agua, que mantiene húmeda la zona de la raíz del cultivo.	Ahorro en el gasto de agua potable en promedio de 40%.
Aprovechamiento del agua pluvial y su reutilización	Para aplicaciones no potables, tales como jardinería, sanitarios, orinales y protección contra incendios.	Ahorros significativos en el consumo de agua potable, comprendidos entre el 25 y el 40%.
Reutilización de aguas grises	Se refiere al tratamiento y reutilización de aquellas aguas que provienen de cocinas, lavamanos, lavaplatos para aplicaciones no potables.	Ahorro en el gasto de agua potable en promedio entre el 25% al 30%.

Fuente: Propia


8 CARACTERIZACIÓN DE APARATOS SANITARIOS TÍPICOS EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES




8.1 Aparatos sanitarios convencionales



Los aparatos sanitarios son todos aquellos elementos que suministran una cantidad de agua al usuario con el fin de realizar una actividad, generando un desagüe para la evacuación del agua utilizada. A continuación, se muestra una caracterización que corresponde netamente a la identificación y descripción cualitativa de los aparatos sanitarios típicos en viviendas unifamiliares, para ello la edificación tipo elegida se encuentra ubicada en la dirección carrera 46 N°19 Sur en el municipio de Envigado, departamento de Antioquia.

La vivienda fue elegida en el departamento de Antioquia ya que allí se encuentra la primera casa con certificación leed en Latinoamérica, por tanto, se puede realizar un paralelo más exacto de las prácticas y/o actividades que se han implementado para el ahorro y uso eficiente del agua, toda vez que las condiciones del entorno guardan mayor similitud.

Tabla 4. Aparatos sanitarios típicos en viviendas unifamiliares

CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS				
ITEM	ZONA	ELEMENTO		
		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD POR APTO	IMAGEN
1	Baño	Ducha	1	

	Baño	Lavamanos	1	
		Inodoro	1	
2	Cocina	Lavaplatos	1	

3	Patio	Lavadero	1	
		Lavadora	1	

Fuente. Autores

En las tablas 5, 6, 7, 8 y 9 se muestran las fichas técnicas de los aparatos sanitarios identificados en el proyecto de vivienda enunciado:

Tabla 5. Ficha técnica sanitaria convencional


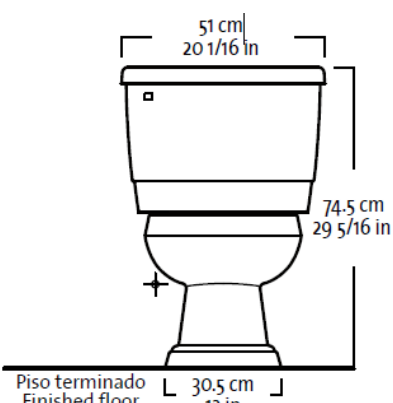
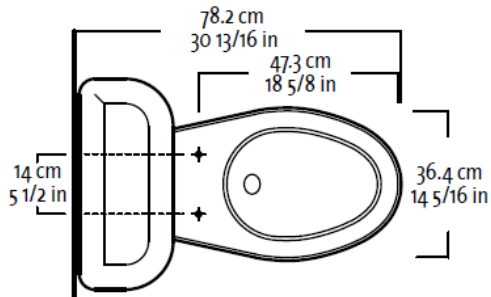
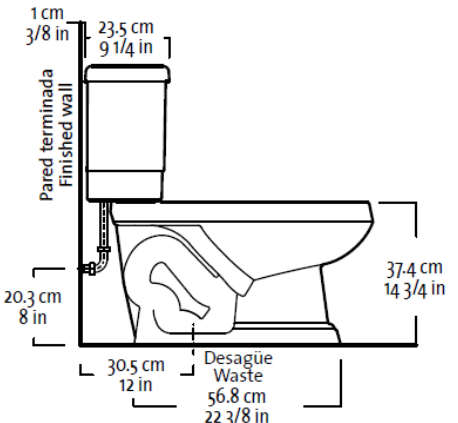



Sanitario Convencional							
Ficha Técnica del elemento							
1. Datos generales							
Referencia	Orion Novara GS	Marca	Orion	Material	Porcelana sanitaria	Norma	ANSI, CSA y NOM
Consumo de agua	6 litros / descarga	Tipología	Convencional	Credito LEED	N/A	Precio	\$ 175.000,00
2. Breve descripción del elemento							
Sanitario convencional de alto desempeño con manija frontal con Rough-in 12" (distancia de instalación de la pared al centro de descarga).							
3. Información técnica				4. Datos de interés			
Ítem			Instalación:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
1	Altura	368mm. (14 1/2")	Mantenimiento:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
2	Espejo de agua	90mm x 152 mm (7 1/2"x 6")					
3	Sistema de descarga	Vorte-X					
5. Planos técnicos							
							
							

Tabla 6. Ficha técnica ducha convencional

Ducha Convencional							
Ficha Técnica del elemento							
1. Datos generales							
Referencia	Ducha Sencilla Piscis	Marca	Grival	Material	Metálico	Norma	NTC No. 1644
Consumo de agua	9,5 litros/minuto	Tipología	Convencional	Credito LEED	N/A	Precio	\$ 35.419,00
2. Breve descripción del elemento							
No contamina el agua con plomo, diseño de fácil limpieza y evita la acumulación de impurezas. Permite regular la forma del chorro.							
3. Información técnica				4. Datos de interés			
Ítem			Instalación:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
1	Conexión red de agua	1/2 pulgada	Mantenimiento:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
2	Alto	28,6 cm					
3	Ancho	9,4 cm					
4	Peso	0,37 kg					
5. Planos técnicos							
							
 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia <small>Vigilada Mineducación</small>				 Water Efficiency			




Fuente: propia

Tabla 7. Ficha técnica grifería convencional lavamanos

Grifería lavamanos - Convencional							
Ficha Técnica del elemento							
1. Datos generales							
Referencia	Athenea	Marca	Grival	Material	Plástico	Norma	NTC No. 1644
Consumo de agua	8,3 litros/minuto	Tipología	Convencional	Credito LEED	N/A	Precio	\$ 56.900,00
2. Breve descripción del elemento							
Grifería 4 pulgadas fabricado en polímeros de alta ingeniería, brindando un toque de elegancia y calidad.							
3. Información técnica				4. Datos de interés			
Ítem				Instalación:	Se puede realizar con herramientas convencionales.		
1	Tipo de hilo Conexión (HE o HI)	HI		Mantenimiento:	Se puede realizar con herramientas convencionales.		
2	Conexión red agua	1/2 pulgada					
3	Alto	22,8 cm					
4	Peso	1,07 kg					
6	Color	Cromo					
5. Planos técnicos							
							
							



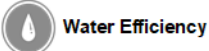
Fuente: propia

Tabla 8. Ficha técnica grifería convencional lavaplatos

Grifería lavaplatos - Convencional							
Ficha Técnica del elemento							
1. Datos generales							
Referencia	Athenea	Marca	Grival	Material	Metálico	Norma	NTC No. 1644
Consumo de agua	8,3 litros/minuto	Tipología	Convencional	Credito LEED	N/A	Precio	\$ 54.900,00
2. Breve descripción del elemento							
Grifería con cuello alto oscilante, manija de cierre rápido, pico alto para mayor comodidad al lavar, ideal para instalaciones donde no se necesita mezclar agua fría y caliente.							
3. Información técnica				4. Datos de interés			
Ítem			Instalación:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
1	Tipo de hilo Conexión (HE o HI)	HI	Mantenimiento:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
2	Conexión red agua	Fría					
3	Alto	7,6 cm					
4	Peso	0,56 kg					
5	Uso	Residencial					
6	Color	Cromo					
5. Planos técnicos							
							
							

Fuente: propia

Tabla 9. Ficha técnica grifería convencional lavadero

Grifería lavadero - Convencional							
Ficha Técnica del elemento							
1. Datos generales							
Referencia	Piscis pared sencilla	Marca	Grival	Material	Metálico	Norma	NTC No. 1644
Consumo de agua	8,3 litros/minuto	Tipología	Convencional	Credito LEED	N/A	Precio	\$ 63.400,00
2. Breve descripción del elemento							
Grifería con pico alto oscilante que permite un lavado más cómodo de elementos, de fácil limpieza y mantenimiento, manija con cierre rápido de 1/4 de vuelta.							
3. Información técnica				4. Datos de interés			
Ítem			Instalación:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
1	Tipo de hilo Conexión (HE o HI)	HI	Mantenimiento:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
2	Conexión red agua	Fría					
3	Alto	7,6 cm					
4	Peso	0,46 kg					
6	Color	Cromo					
5. Planos técnicos							
							
							

Fuente: propia

8.2 Aparatos sanitarios ahorradores

Frente al evidente deterioro ambiental actual y al inadecuado uso del agua, hoy en día se han desarrollado tecnologías y dispositivos ahorradores con el propósito de controlar y modificar los malos hábitos de consumo de agua de los usuarios. Vale la pena mencionar que el sector residencial es un potente consumidor de agua, cuya principal demanda se encuentra en los grifos del lavado, ducha y en el sanitario.

La innovación en la tecnología ahorradora de agua ha permitido desarrollar diversos tipos de elementos que contribuyen a minimizar el consumo, en cuanto a los grifos por ejemplo se cuenta con reductores de caudal o limitadores de caudal que como su nombre lo indica reducen la cantidad de agua que sale del grifo, y aireadores que mezclan aire con el agua que sale para suministrar menos agua al usuario. En conjunto con lo anterior, existe grifería monomando, grifería temporizada o de cierre automático, grifería tipo push, grifería electrónica, entre otros (Ecodes, s.f.).

Respecto de los sanitarios para uso doméstico se emplean comúnmente los de bajo consumo con botón push ergonómico o con sistema de doble descarga, este último consta de dos botones de descarga de agua, una para los residuos sólidos y otra para los residuos líquidos.

Por otro lado, es oportuno resaltar que cualquier proyecto que quiera aplicar a los créditos de la categoría “Uso eficiente del agua” de la certificación LEED, obligatoriamente debe hacer el cálculo del diseño hidráulico con los parámetros contemplados por la norma EPACT 92 - Energy Policy Act de 1992, aprobada por el congreso de los Estados Unidos que traduce “*Ley de Política Energética*”, cuyos lineamientos son muy exigentes en comparación con los requerimientos colombianos, ya que establece los rangos máximos de caudal en las instalaciones hidrosanitarias, topes de consumo y propone métodos de evaluación de eficiencia.

En la siguiente tabla se relacionan los consumos según la norma internacional EPACT 92 aplicable a los aparatos sanitarios para optar por la certificación LEED en torno al uso eficiente del agua.

Tabla 10. Rangos máximos de caudal instalaciones sanitarias

Griferías de repisa para lavabo	Caudal, referencia	Caudal, objetivo LEED
Campo de aplicación, público	1,9 l/min	1,29 l/min (Crédito 3.2)
Campo de aplicación, privado*	8,3 l/min	5,67 l/min (Crédito 3.2)
Griferías para lavabo, temporizado	0,95 l/activación	0,76 l/activación (Crédito 3.1)
Griferías murales para lavabo		
Campo de aplicación, público	1,9 l/min	1,29 l/min (Crédito 3.2)
Campo de aplicación, privado*	8,3 l/min	5,67 l/min (Crédito 3.2)
Griferías murales, temporizado	0,95 l/activación	0,76 l/activación (Crédito 3.1)
Duchas		
Campo de aplicación, público, privado*	9,5 l/min	5,58 l/min (Crédito 3.2)
Inodoro		
Fluxores y cisternas	6,1 l/descarga	4,85 l/descarga (Crédito 3.1)
Urinarios		
Fluxores	3,8 l/descarga	2,70 l/descarga (Crédito 3.2)

Fuente: Límites de consumos establecidos por la EPACT 92

9 CONSUMO DE AGUA POR USUARIO

Con respecto al consumo, según datos históricos “*bañarse e ir al sanitario representa aproximadamente más del 60% del consumo de agua doméstica*” (Conservemos, 2017), por lo que se han desarrollado aparatos sanitarios encaminados a disminuir la demanda actual de agua.

Ahora bien, vale la pena preguntarse qué cantidad de agua consume una persona a día. En primer lugar, el consumo diario de una persona promedio inicia con el tiempo de duración bajo la ducha que puede tardar entre 8 a 10 minutos, según datos de la Organización Mundial de la Salud - OMS una ducha de 10 minutos consume 100 litros de agua, sin embargo, si se analiza con más detalle esta información es como si en el tiempo del baño se llenaran 100 botellas de un litro, lo cual no resulta ser muy certero. Dicho lo anterior, y con el fin de corroborar esa cifra un habitante de España cronometró el tiempo mientras se duchaba y recogió el agua utilizada, logrando demostrar que la cantidad de agua que se gasta “*no son más de 15 litros en una ducha de 10 minutos*” (FCEA, 2014), que en contraste corresponde a una cifra más precisa.

En segundo lugar, una persona realiza como mínimo 4 descargas diarias en un sanitario. Con el propósito de determinar el consumo diario es de resaltar que la mayoría de las viviendas cuentan con sanitario de tipo convencional, en este orden de ideas, son aparatos que funcionan con un sistema antiguo cuyo consumo en promedio son 6 litros de agua por cada descarga, es decir, que un usuario gasta aproximadamente 24 litros al día.

En tercer lugar, hay que tener en cuenta, entre otros, el lavado de manos después de usar el sanitario, el lavado de dientes mínimo 3 veces al día, lavado de platos y de ropa. A continuación, se muestra una tabla del consumo de agua por persona de acuerdo con sus actividades diarias.

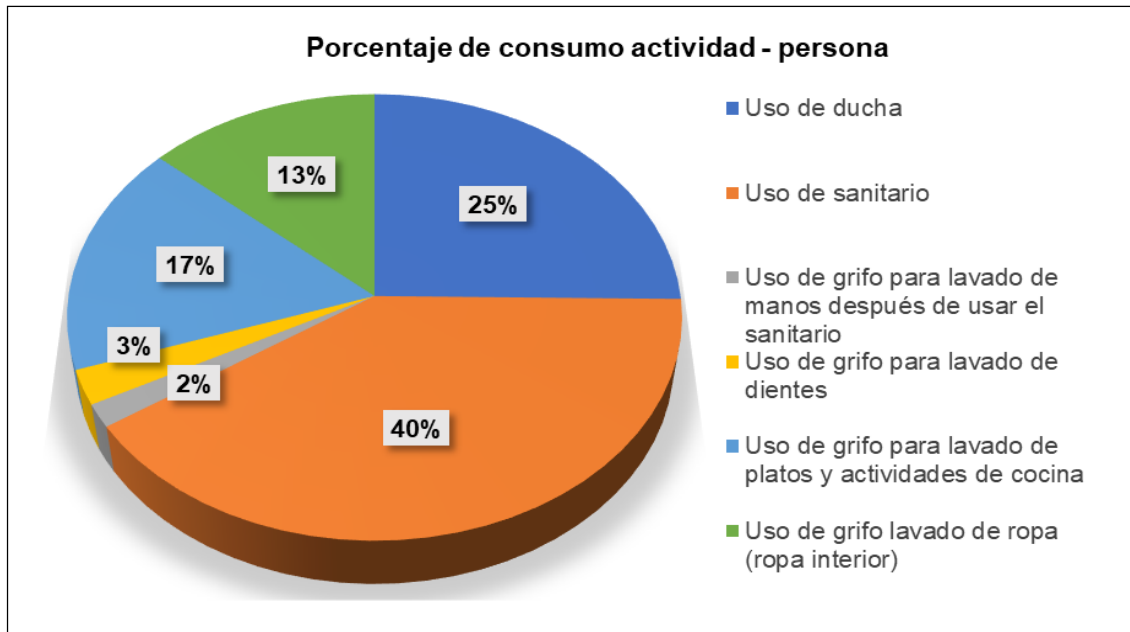
Tabla 11. Consumo promedio por persona en Colombia.

Actividad	Consumo en litros
Uso de ducha	15
Uso de sanitario	24
Uso de grifo para lavado de manos después de usar el sanitario	1
Uso de grifo para lavado de dientes	1,5
Uso de grifo para lavado de platos y actividades de cocina	10
Uso de grifo lavado de ropa (ropa interior)	8
Total persona	55,5

Fuente: Propia

La imagen 2 muestra los porcentajes de consumo por persona respecto de las actividades cotidianas.

Ilustración 6. Porcentaje de consumo promedio por persona en Colombia



Fuente. Autores

Actualmente, el cambio climático, el mal uso del agua potable y la escasez de la misma suscita estimular metodologías constructivas sostenibles, mejores prácticas para la protección del medio ambiente y el desarrollo de dispositivos sanitarios ahorradores para las rutinas de limpieza con el fin de optimizar el uso del recurso. Como se dijo anteriormente, el análisis se llevará a cabo en torno a un proyecto de vivienda en atención a la eficiencia en consumo de agua, en este orden de ideas, es oportuno destacar que para el ahorro de agua en los hogares se emplean productos con propiedades ahorradoras en duchas, sanitarios y griferías para lavamanos y lavaplatos, mientras que para acoger los criterios LEED es necesario además disponer de una red para la reutilización de las aguas lluvias.

10 PRÁCTICAS SOSTENIBLES EN CONSTRUCCIONES RESIDENCIALES UNIFAMILIARES PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA

10.1 Aparatos eficientes

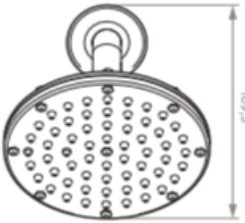
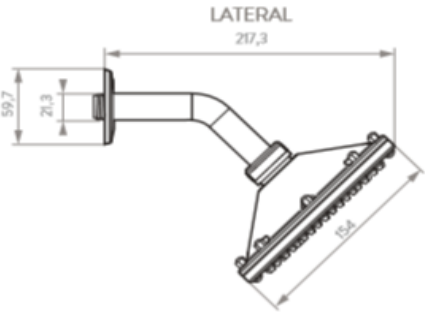
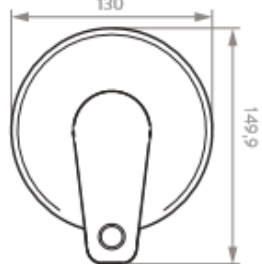
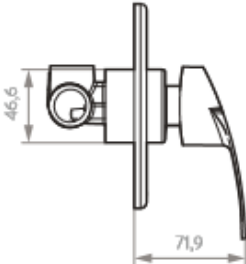


Las estrategias para el ahorro y uso eficiente del agua enunciada a continuación se enfocan principalmente en disminuir los volúmenes de agua utilizados por los usuarios de proyectos de uso residencial, que atañen fácilmente a la implementación de aparatos sanitarios de bajo consumo y grifería con tecnología ahorradora. En las tablas 12, 13, 14, 15 y 16 se hace una breve descripción de dichos elementos para uso doméstico.

Tabla 12. Ficha técnica sanitario ahorrador.

Sanitario Ahorrador							
Ficha Técnica del elemento							
1. Datos generales							
Referencia	Smart RD	Marca	Corona	Material	Porcelana sanitaria	Norma	NTC No.920-1
Consumo de agua	4,8 litros / descarga	Tipología	optimiza el consumo de agua	Credito LEED	Reducción del Uso del Agua	Precio	\$ 369.900,00
2. Breve descripción del elemento							
Sistema de accionamiento de descarga variable para optimizar el consumo de agua. Capacidad de descarga: Evacuación de sólidos de 500 gramos y sistema dual flush: 6lt sólidos / 4lt líquidos							
3. Información técnica				4. Datos de interés			
Item			Instalación:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
1	Dimensiones generales (H*L*W)	629 x 690 x 368 mm	Tecnología de descarga:	Potente sistema de descarga caracterizado por botón de accionamiento suave tipo push, una válvula de suministro de agua con sistema hidrostático libre de ajuste y válvula de descarga de fácil mantenimiento.			
2	Presión de agua	20 - 80 PSI	Válvula de descarga:	Válvula de descarga variable tipo torre de 6.0 Lp. (1.6 gpf.) para sólidos y 4.2 Lpf (1.1 gpf.) para líquidos.			
3	Sistema de descarga	Variable - por gravedad	Mantenimiento:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
4	Espejo de agua	181 x 247 mm					
5	Diámetro del sifón	50,8 mm - 2 pulg					
6	Peso Neto (aprox.)	29,5 kg. - 65 lb					
7	Peso Bruto (aprox.)	31,1 kg. - 68,5 lb					
5. Planos técnicos							


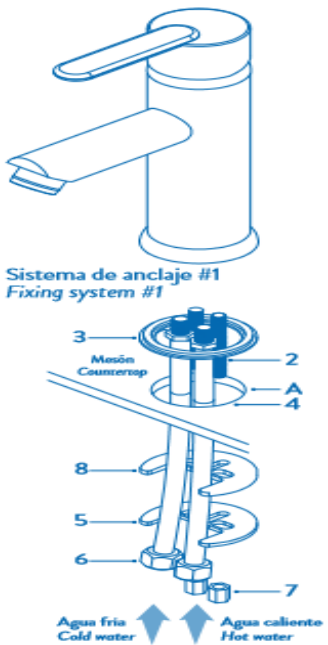

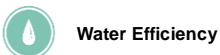
Fuente: Propia

Tabla 13. Ficha técnica ducha ahorradora.

Ducha Ahorradora							
Ficha Técnica del elemento							
1. Datos generales							
Referencia	Ducha monocontrol SD Túnez	Marca	Corona	Material	Latón	Norma	NTC No. 1644
Consumo de agua	6,98 litros/minuto	Tipología	optimiza el consumo de agua	Credito LEED	Reducción del Uso del Agua	Precio	\$ 246.200,00
2. Breve descripción del elemento							
Grifería ducha ultra ahorro. Ideal para obtener la temperatura deseada con una sola manija. Cuerpo metálico con mayor resistencia mecánica a la presión hidráulica.							
3. Información técnica				4. Datos de interés			
Ítem			Instalación:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
1	Presión mínima recomendada	138 Kpa (20 psi)	Mantenimiento:	Fácil limpieza, por su diseño que evita la acumulación de			
2	Temperatura y presiones de ensayo 21,2°C	21,2°C	Recubrimientos:	Resistente a la corrosión, pelado y decoloración por agua, recubrimientos no tóxico, producto para uso doméstico.			
3	Pruebas de ciclaje	250.000 ciclos					
4	Peso neto ducha	1,0 kg. - 2,21 lb					
5. Planos técnicos							
<p>Regadera:</p> <p>FRONTAL</p>  <p>LATERAL</p>  <p>Mezclador:</p> <p>FRONTAL</p>  <p>LATERAL</p>  <p>Unidades: mm.</p>							
 UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia Vigilada Mineducación				 Water Efficiency			


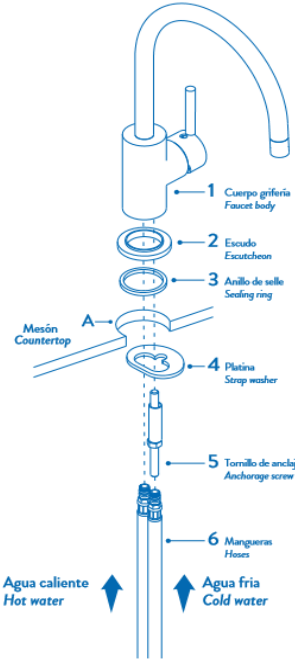

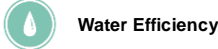
Fuente: Propia

Tabla 14. Ficha técnica grifería lavamanos ahorradora.

Grifería lavamanos - Ahorradora							
Ficha Técnica del elemento							
1. Datos generales							
Referencia	Grifería monocontrol Bahía baja	Marca	Corona	Material	Metal	Norma	NTC No. 1644
Consumo de agua	Hasta 48% de ahorro	Tipología	optimiza el consumo de agua	Credito LEED	Reducción del Uso del Agua	Precio	\$ 96.400,00
2. Breve descripción del elemento							
Grifería de lavamanos monocontrol que efectúa la regulación de caudal, bajo consumo de agua. Permite la mezcla de agua fría y caliente.							
3. Información técnica				4. Datos de interés			
Ítem			Instalación:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
1	Alto	8,4 cm	Mantenimiento:	Higiénico - fácil mantenimiento con herramientas convencionales.			
2	Peso	1,01 kg	Accionamiento:	Se acciona con una sola mano que abre el caudal y mezcla a la vez			
3	Conexión red agua	1/2 pulgada		Se puede cortar el paso de agua y luego retomar a la misma temperatura.			
4							
5. Planos técnicos							
							
							



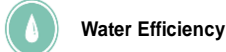
Fuente: Propia

Tabla 15. Ficha técnica grifería lavaplatos ahorradora.

Grifería lavamanos - Ahorradora							
Ficha Técnica del elemento							
1. Datos generales							
Referencia	Grifería lavaplatos monocontrol arco Tunez	Marca	Corona	Material	Metálico	Norma	NTC No. 1644
Consumo de agua	Hasta 70% de ahorro	Tipología	optimiza el consumo de agua	Credito LEED	Reducción del Uso del Agua	Precio	\$ 219.900,00
2. Breve descripción del elemento							
Grifería Monocontrol con estructura robusta, cuenta con mecanismo de una sola manija que da paso al agua con una sola acción. Incorpora un sistema aireador que genera un chorro de agua espumoso ahorrando agua.							
3. Información técnica				4. Datos de interés			
Ítem			Instalación:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
1	Peso	1,34 kg	Mantenimiento:	Fácil mantenimiento con herramientas convencionales.			
2	Conexión red agua	1/2 pulgada	Accionamiento:	Grifería monocontrol que efectúa la regulación de caudal, se acciona con una sola mano que abre el caudal.			
3	Alto	6,8 cm					
4							
5. Planos técnicos							
							
							

Fuente: Propia

Tabla 16. Ficha técnica grifería lavadero ahorradora.

Grifería lavadero - Ahorradora							
Ficha Técnica del elemento							
1. Datos generales							
Referencia	Grifería lavadero pico móvil gamma genebre	Marca	Corona	Material	Latón	Norma	UNE-EN 1982
Consumo de agua	Hasta 70% de ahorro	Tipología	optimiza el consumo de agua	Credito LEED	Reducción del Uso del Agua	Precio	\$ 212.900,00
2. Breve descripción del elemento							
Grifería de lavadero de agua fría. Caño giratorio. Cuerpo, florón y caño giratorio realizados en latón según UNE-EN 1982. Montura convencional.							
3. Información técnica				4. Datos de interés			
Ítem			Instalación:	Se puede realizar con herramientas convencionales.			
1	Peso	14,19 kg	Mantenimiento:	Fácil mantenimiento con herramientas convencionales.			
2	Alto	13 cm					
3	Largo	42,2 cm					
5. Planos técnicos							
							
							

Fuente: Propia

10.2 Aprovechamiento y reutilización de aguas

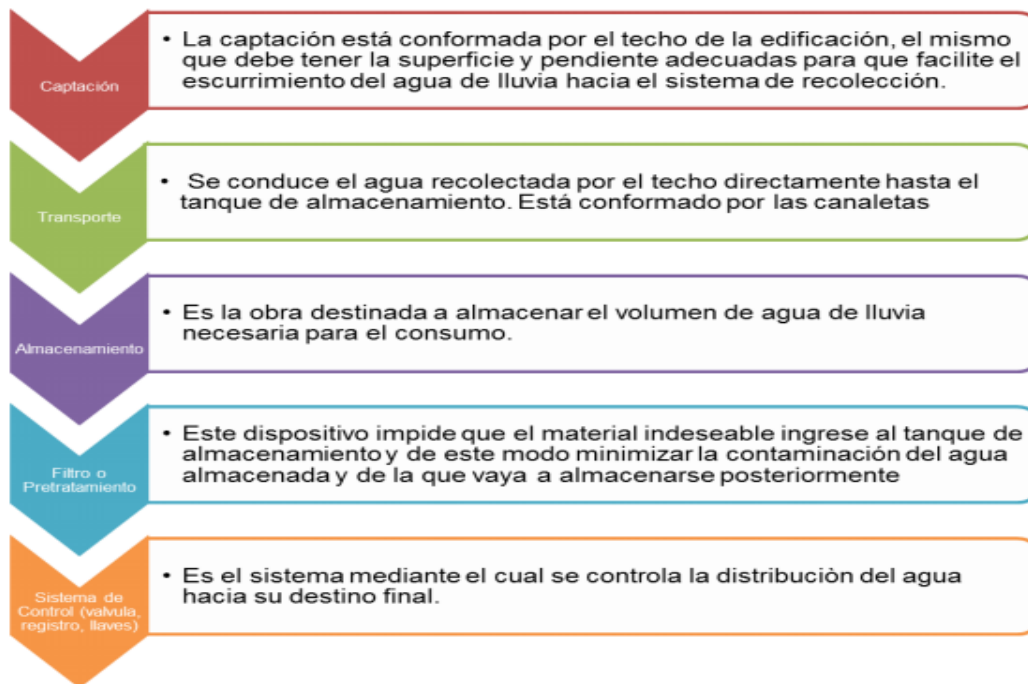
Por otro lado, encontramos el aprovechamiento y reutilización de las aguas grises resultantes del uso de lavadoras, ducha, lavamanos y lavadero, como también las aguas lluvias captadas. Para realizar estos procesos existen varias metodologías representadas a continuación:

10.2.1 Recolección de aguas lluvias

Las construcciones pueden realizar aprovechamiento del agua pluvial recogida desde el tejado de la vivienda y luego de un tratamiento, utilizarse en actividades de lavado, limpieza, sanitario y riego.

En la ilustración 9 se referencian los aspectos para tener en cuenta para realizar la captación del agua (Reyes & Rubio , 2014).

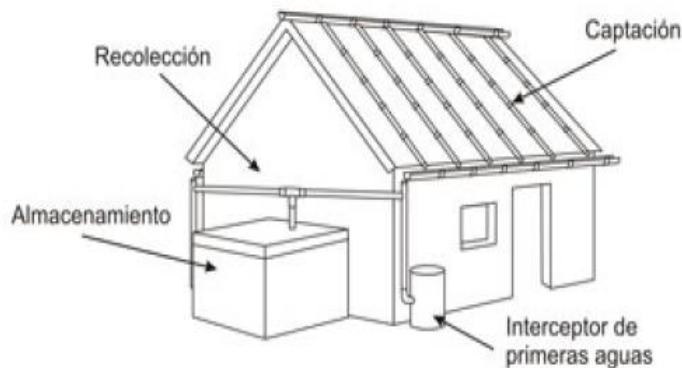
Ilustración 7. Recolección de aguas lluvias por método de canales de cubiertas.



Fuente: Descripción de los sistemas de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias.

En complemento de lo descrito anteriormente, la ilustración 10 muestra un sistema básico de recolección de agua lluvia para una vivienda:

Ilustración 8. Sistema básico de recolección de agua lluvia para una vivienda.

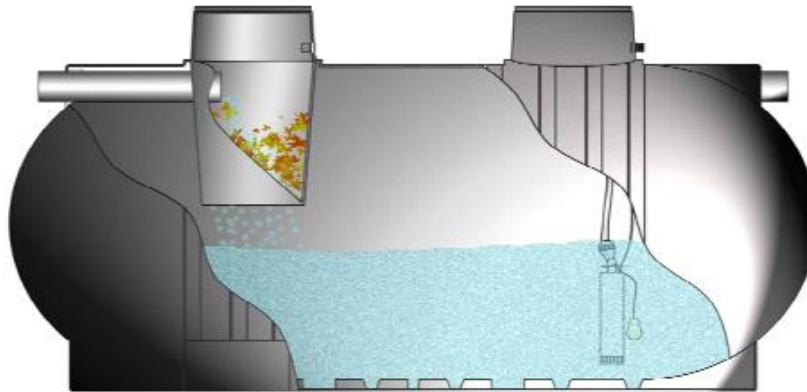


Fuente:

http://www.construdata.com/BancoConocimiento/R/reciclaje_hidrico_construccion/reciclaje_hidrico_construccion.asp

Para las actividades de riego, se puede realizar la instalación de una bomba sumergible interior para alimentación (Bomba de 0,7 kW automática), tal como lo muestra la ilustración 11 (AMNSL).

Ilustración 9. Tanque de aprovechamiento de aguas lluvias.

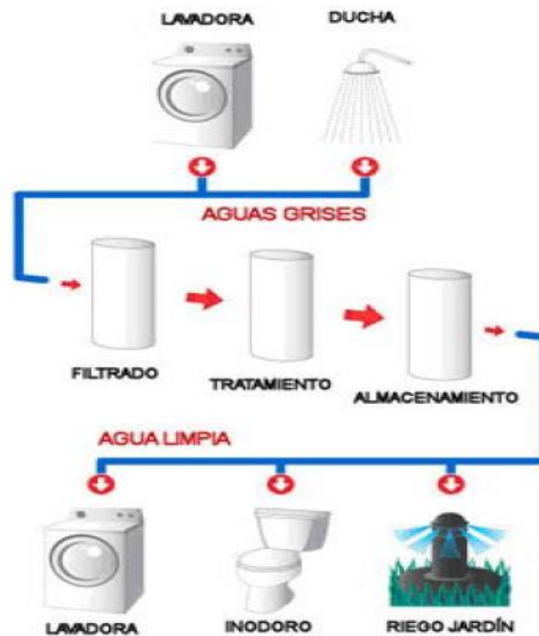


Fuente: <http://www.tratamientosdelaguaydepuracion.es/recojida-reutilizacion-reciclaje-aguas-pluviales-lluvia.pdf>

10.2.2 Recuperación de aguas grises

Una parte del agua que consumimos y vertemos al alcantarillado, se puede reutilizar con un escaso tratamiento dado el reducido nivel de contaminantes que lleva, se trata del agua de la duchas y lavadoras.

Ilustración 10. Recuperación de aguas grises.



Fuente: <http://estech.com.mx/sistemas-tratamientos-aguas-jabonosas.html>

Con un filtrado y una adecuada desinfección se puede volver a utilizar el agua para rellenar las cisternas, ahorrando aproximadamente un 35% del total de agua que se

consume en el hogar. Lo correcto es tener una red independiente que conecte las aguas grises al sistema de reutilización, es recomendable que este último se instale en zonas donde el agua pueda llegar por gravedad. Finalmente, con un equipo de bombeo el agua tratada alimentará las cisternas de baño a cualquier distancia o altura (AMNSL, s.f.).

10.3 Prácticas implementadas para el ahorro y uso eficiente del agua en un proyecto de vivienda unifamiliar localizado en el departamento de Antioquia

Las buenas prácticas para el ahorro y uso eficiente del agua hacen referencia al conjunto de acciones y herramientas implementadas con el propósito de alcanzar buenos resultados de forma más eficaz. Conforme al campo de estudio, vale la pena mencionar que actualmente la construcción se encuentra en evolución y actualización respecto de los conceptos de alto desempeño y sostenibilidad integral, tanto así que Colombia está impulsando este tipo de obras y tiene la primera vivienda con certificación Leed de américa latina.

El proyecto arquitectónico se muestra en la ilustración 12, el cual obtuvo la certificación LEED for Homes Gold.



Ilustración 11. Casa Fénix – Rionegro.

Fuente: <http://grandesrealidades.argos.co/sello-leed-en-colombia-una-tendencia-en-auge/>

La imagen 1 Muestra los avances que la casa presenta en torno al ahorro de agua.

2 Agua

La casa hace un uso eficiente del recurso pues tiene su propia planta de potabilización que subdivide las aguas grises de las negras posterior a su uso y las devuelve a la casa limpias, por medio de un sistema de riego que se maneja a través de domótica. Cuando el tanque de la planta está en el



18% de su capacidad envía una alerta para que la casa se conecte al sistema de acueducto de la zona.

El agua se calienta a través de tubos colectores solares. Cuando la llave se abre el agua llega caliente en dos segundos mientras que los sistemas convencionales se toman siete segundos en la misma operación.



Ilustración 12. Características ahorro de agua, Casa LEED.

Fuente: Argos

A continuación, se resumen sus principales características:

Tabla 17. Principales características casa Fénix.

Casa Fénix - Certificación LEED for Homes Gold					
Departamento:	Antioquia	Municipio:	Rionegro	Sector:	Llanogrande
Estrato:	6	Año de construcción:	2014		
Distribución de la vivienda:	2 plantas				
	Cantidad				
Cocina	1				
Sala – comedor	1				
Habitaciones	4				
Baño	7				
Área social	1				
Jardines	N.A.				
Zona de parqueaderos	espacio para 4 vehículos				
Zona especial para BBQ	1				
Piscina	1				
Estrategias respecto del ahorro y uso eficiente del agua:					
<ul style="list-style-type: none"> • Tiene su propio sistema de potabilización de agua lluvia. • Tiene sistema de tratamiento de aguas grises para aguas de duchas, lavaplatos y lavadora, para que se reutilicen en la vivienda. • La casa se abastece de agua por infiltración y por aguas lluvia, a partir de la captación del recurso a lo largo de los 164 metros cuadrados de terrazas. • Todo el recurso hídrico en la casa recircula evitando pérdidas y uso de agua captada del acueducto. • El riego de los 196 metros de cubiertas verdes se alimenta con aguas grises tratadas. • La cocina cuenta con electrodomésticos son importados de Italia debido a que su tecnología es la más eficiente para el ahorro de energía. • Cada uno de los cuatro dormitorios cuenta con su baño con aparatos sanitarios y griferías eficientes de última generación. 					

Fuente: <https://www.icasas.com.co/inmueble/881265>

A continuación, se describen las estrategias implementadas en la vivienda para alcanzar la certificación LEED. En la ilustración se resaltan las metodologías implementadas en la concepción del proyecto.

Ilustración 13. Sistemas implementados en la vivienda.

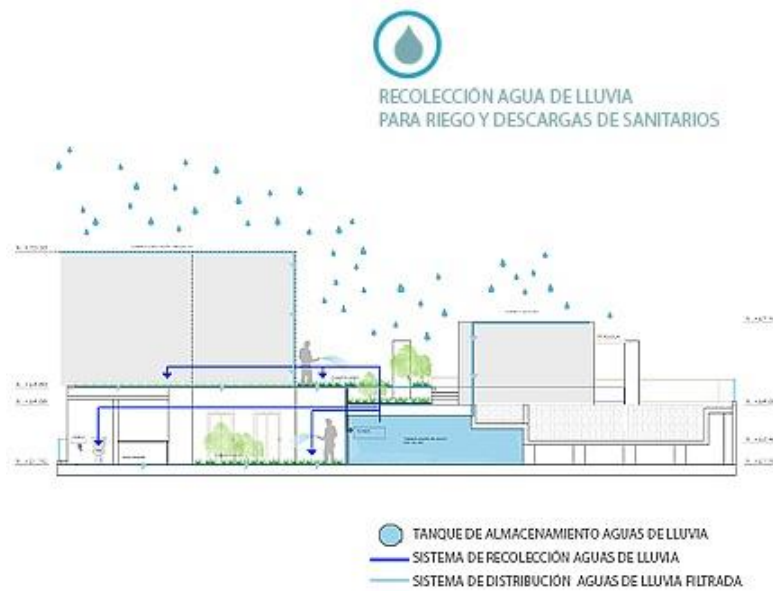


Fuente: <http://www.4u2beresponsible.com/index.php/sistemas>

10.3.1 Planta de potabilización de aguas

La planta de potabilización de aguas cuenta con una capacidad de 730m³/año que opera de forma continua, la capacidad de la planta es mayor que la demanda máxima diaria en el periodo de diseño pensando en abastecer la máxima ocupación de la vivienda. Los equipos empleados para su funcionamiento son de la empresa IHM una de las empresas más reconocidas en Colombia en ésta área. El sistema de tratamiento de agua Home Pure Water 10, es una unidad de tratamiento que utiliza las tecnologías de filtración multimedia y carbón activado micro - filtración, adsorción en carbón activado y desinfección por inyección de cloro en solución por bomba dosificadora tipo diafragma y/o luz ultravioleta para producir agua tratada partiendo del agua lluvia recogida de las cubiertas. Tiene una capacidad total de producción máxima de 0.2 l/s de agua, libre de material suspendido visible o invisible, color, virus o bacterias. (4u2BeResponsible, 2014)

Ilustración 14. Sistema de recolección de agua lluvia para una vivienda.

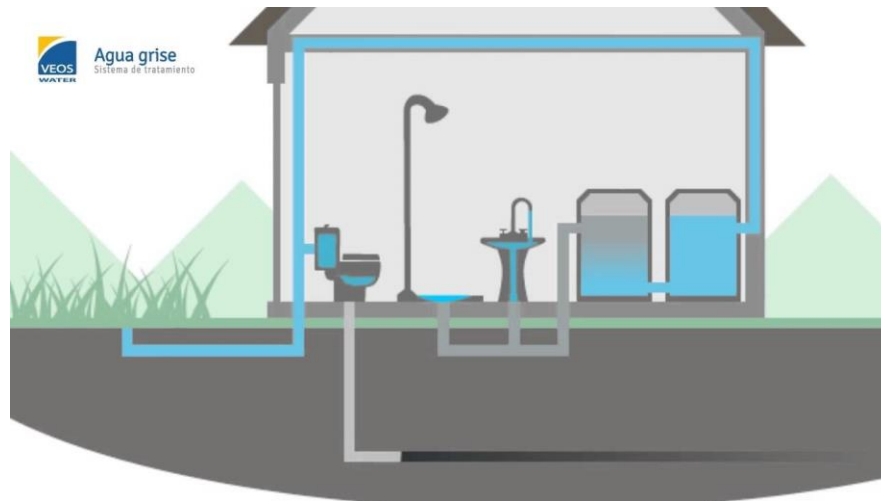


Fuente: <http://www.ecoss.com.co/moratto44.html>

10.3.2 Sistema de tratamiento de aguas grises

Las aguas grises provenientes de las duchas, lavamanos y lavadoras serán aprovechadas en usos que no requieren agua potable como el sistema de riego de jardines y terrazas verdes de toda la vivienda. Mediante un sistema hidráulico independiente, estas aguas son recogidas y enviadas al sistema de tratamiento de aguas grises y luego son bombeadas para su posterior utilización mediante el sistema automatizado de riego por goteo, método de irrigación artificial que proporciona el agua a las plantas para que estas reciban la humedad suficiente con el fin de que esas mismas plantas se desarrollen y optimicen su ciclo vital. El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia las raíces de la planta irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores, lo que permite optimizar la utilización de agua y abonos (4u2BeResponsable, 2014).

Ilustración 15. Sistema de tratamiento de aguas grises.

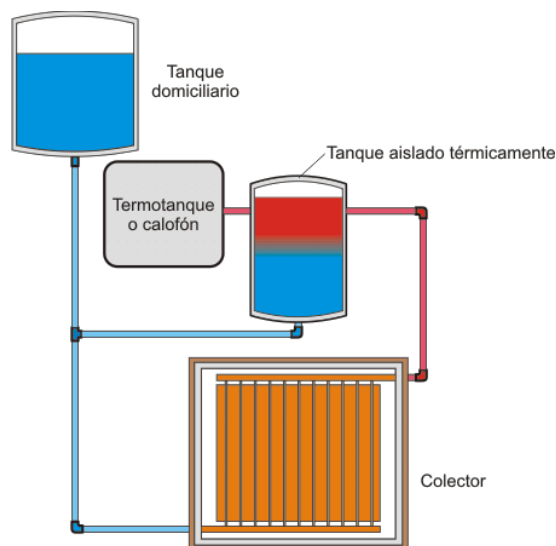


Fuente: <https://veoswater.ca/aguas-grises-comercial/?lang=es>

10.3.3 Sistema de colectores solares de calentamiento de agua

Este sistema captador de energía radiada por el sol y convertida en energía térmica, tiene una capacidad de 585m³/año, diseñado para abastecer la necesidad de agua caliente dentro de la vivienda para su máxima ocupación. (4u2BeResponsible, 2014).

Ilustración 16. Sistema de colectores solares.



Fuente: <https://www.textoscientificos.com/energia/calentador-solar/aplicaciones/colectores-solares-agua>

10.3.4 Sistema de piscina

La piscina de 51 m² cuenta con un sistema para climatizar el agua de la piscina a través de una bomba de calor Marca HEAT PRO DE HAYWARD, sistema que ofrece un calentamiento óptimo del agua con un consumo mínimo de energía. Adicionalmente y pensando en la seguridad que requiere este espacio la piscina contará con todos los dispositivos de seguridad exigidos por ley, se instalará una cubierta de apertura y cierre automático que además de reducir las pérdidas por evaporación, está diseñada para garantizar la máxima seguridad para los usuarios ya que permite identificar la presencia o no en esta área. Una vez el tanque del Sistema de Colectores solares de agua caliente se encuentre lleno y con la temperatura óptima, los excedentes de energía generados por éste serán aprovechada mediante un intercambiador de calor marca ALFA LAVAL el cual permitirá la transferencia de calor al agua de la piscina, disminuyendo el uso continuo de la bomba de calor. (4u2BeResponsible, 2014)

Ilustración 17. Sistema de colectores solares.



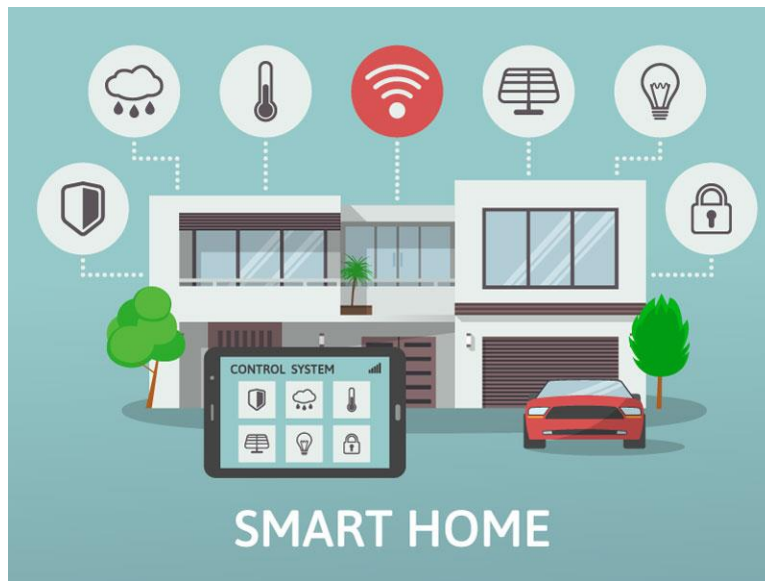
Fuente: <http://grandesrealidades.argos.co/sello-leed-en-colombia-una-tendencia-en-auge/>

10.3.5 Domótica

Buscando la eficiencia energética y el confort de la vivienda, se instala un sistema de domótica que permite controlar inteligentemente la iluminación, las bombas de los espejos de agua, las cortinas, los sensores, el sistema de seguridad, el sistema de audio y video. Todo esto en pro de simplificar las actividades de los ocupantes y permitiendo el máximo confort dentro de la vivienda.

Para la iluminación se tienen previstos diferentes escenarios automatizados que permitirán, el encendido automático de la iluminación exterior al finalizar el atardecer, el encendido de iluminación de áreas generales al ingreso de vehículos o de personas en horas de la noche, encendido de fuentes de espejo de agua con la detección de movimiento, detener el funcionamiento de la fuente y apagar luces al no detectar movimientos, la iluminación en circulaciones y cocina, apagado de la iluminación a una hora determinada para evitar consumo por olvido de apagado y en espacios sociales, prendido y apagado de luces de acuerdo el escenario deseado, programación de cierre y apertura de persianas de acuerdo a la incidencia solar, programación horaria de riego, activación automática controlada por sensores de humedad. (4u2BeResponsible, 2014)

Ilustración 18. Sistema de colectores solares.

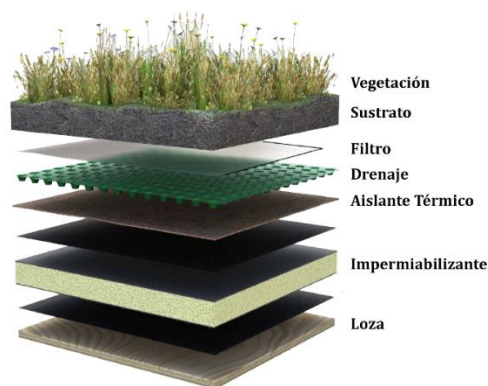


Fuente: <http://objekt.company/?p=2879>

10.3.6 Cubiertas verdes

Esta zona compuesta por zonas verdes y transitables proporcionan una zona para la recreación al aire libre, además estas permiten refrescar los pisos inferiores en época de verano, ya que amortigua el impacto de la radiación solar, Por otro lado, en invierno, ayuda a conservar la temperatura de los ambientes reteniendo la salida-perdida de calor, además de contribuir en la reducción en los niveles de ruido. La cubierta se mimetiza con el paisaje y permite ser considerada como una quinta fachada de la vivienda. (4u2BeResponsible, 2014)

Ilustración 19. Estructura de cubierta verde.

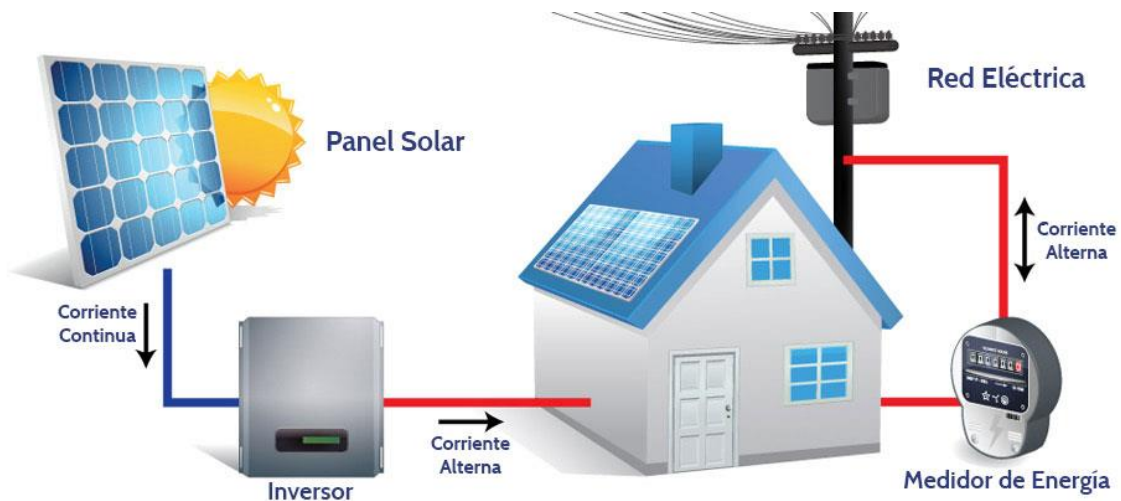


Fuente: <http://www.bms-panama.com/techos-verdes>

10.3.7 Sistema de energía solar fotovoltaico

Con Capacidad de generar 3,500 kwh por año, marca SMA empresa líder en Energía Solar a nivel Mundial. Una de las principales ventajas de este sistema es que permite gestionar y controlar los consumos dentro de la vivienda de manera inteligente, mediante el SUNNY HOME MANAGER solución que monitoriza la instalación y gestionar de manera inteligente la energía. Ofrece una vista general de todos los flujos energéticos del hogar, indica recomendaciones de manejo y también permite controlar el consumo de forma automática a través de enchufes inalámbricos. El equipo aprende el comportamiento de consumo característico del hogar y combina esta información con un pronóstico de rendimiento fotovoltaico específico de la instalación. En resumen: entre otras cosas, el Sunny Home Manager permite aumentar significativamente la cuota de autoconsumo y hace posible un uso óptimo de la energía desde un punto de vista ecológico. (4u2BeResponsible, 2014)

Ilustración 20. Estructura de cubierta verde



Fuente: <http://isoenergiapr.com/conoce-mas/que-es-un-sistema-solar-fotovoltaico/>

11 COMPORTAMIENTO FINANCIERO DE UNA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR CONSTRUIDA CON PARAMETROS CONVENCIONALES Y CON PARAMETROS LEED

De acuerdo con el capítulo de “diagnóstico del estado actual de las edificaciones sostenibles en Colombia” del presente documento y según cifras del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS, 2017) hasta el 31 de agosto de 2017 existen 105 proyectos que cuentan con certificación LEED, de los cuales la participación más significativa corresponde al segmento de oficinas con un 53.1%, seguido por el comercio con un 25%.

Conforme a lo anterior, es de resaltar además que actualmente la implementación de los criterios LEED no ha tomado mucha fuerza en las urbanizaciones y hogares colombianos, a razón de la inversión que implica, tanto así que a la fecha en América Latina existe solo una vivienda unifamiliar con certificación LEED, sin embargo, para mayor distinción se encuentra en Colombia más exactamente en el municipio de Rionegro – Antioquia.

En el presente capítulo, se presenta un proyecto de vivienda unifamiliar cuyo diseño hidrosanitario ha sido ajustado bajo la implementación de los parámetros estipulados en la certificación LEED para el ahorro y uso eficiente del agua. Las distribuciones cumplen además con los reglamentos de la NTC 1500, mientras que los diseños de desagües cumplen con los criterios estipulados en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 18. Unidades de desagüe según NTC 1500 - 2017.

Tabla 8.9.1 Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo

Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
Máquina automática de lavar ropa, comercial ^a	3	(2)
Máquina automática de lavar ropa, residencial ^b	2	(2)
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 6,06 Lpf (1,6 gpd inodoro) ^c	5	-
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 (lavado del inodoro mayor a 6,06 Lpf (1,6 gpd))	5	-
Bañera ^d (con o sin regadera o accesorios de hidromasaje)	2	(1 1/2)
Bidé	1	(1 1/2)
Combinación de poceta y bandeja	2	(1 1/2)
Lavamanos dental	1	(1 1/2)
Unidad o escupidera dentales	1	(1 1/2)
Lavadora para platos ^e , doméstica	2	(1 1/2)
Bebedero	1/2	(1 1/2)
Desagüe de emergencia para pisos	0	(2)
Desagüe de piso ^f	2 ^h	(2)
Poceta de piso	h	(2)
Lavaplatos, doméstico	2	(1 1/2)
Lavaplatos con triturador de vertimientos y/o lavavajillas	2	(1 1/2)
Bandeja para lavar ropa (1 ó 2 compartimientos)	2	(1 1/2)
Lavamanos	1	(1 1/2)
Ducha (basado en el gasto total nominal a través de regaderas y duchas de mano) Gasto nominal: 0,36 L/s (5,7 gpm) o menos	2	(1 1/2)
Más de 0,36 L/s hasta 0,78 L/s (Máx de 5,7 gpm hasta 12,3 gpm)	3	(2)
Más de 0,78 L/s hasta 1,63 L/s (Máx de 12,3 gpm hasta 25,6 gpm)	5	(3)
Más de 1,63 L/s hasta 3,51 L/s (Máx de 25,6 gpm hasta 55,6 gpm)	8	(4)
Poceta de servicio	2	(1 1/2)
Poceta	2	(1 1/2)
Orinal	4	*
Orinal, 1 galón por descarga o menos	2 ^g	*
Orinal, sin suministro de agua	1/2	*
Poceta de aseo (circular o múltiples) cada juego de grifos	2	(1 1/2)
Inodoro, tanque fluyente, público o privado	4 ^a	*
Inodoro, privado (1,6 gpd)	3 ^a	*
Inodoro, privado (lavado mayor a 1,6 gpd)	4 ^a	*
Inodoro, público (1,6 gpd)	4 ^a	*

Continúa...

Tabla 8.9.1 (Final)

Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
Inodoro, público (lavado mayor a 1,6 gpd)	6 ^a	*
Factores de conversión: 1 L = 0,3 galón (gpd = galones por descarga).		
a. Para (sifones) mayores de 3 pulgadas, use Tabla 8.9.2.		
b. Una regadera sobre una bañera o una bañera de hidromasaje no aumenta el valor unitario de desagüe del aparato.		
c. Véase los numerales 8.9.2 a 8.9.4.1 para métodos de cálculo del valor unitario de desagüe de aparatos no incluidos en esta tabla o para las velocidades de dispositivos con gastos intermitentes.		
d. La dimensión del (sifón) debe ser consistente con la dimensión de la boca de salida del aparato.		
e. Con el propósito de calcular las cargas en las redes y desagüe de edificaciones, los inodoros y orinales no se deben medir en una unidad de aparato de desagüe más baja, a menos que valores más bajos sean confirmados por ensayos.		
f. Para aparatos agregados a grupos sanitarios de unidades habitacionales, agregar el valor unidad de aparato de desagüe (UAD) de aquellos aparatos agregados al total del grupo de aparatos sanitarios.		
g. Véase numeral 5.6.3 para requerimientos de tamaño para desagüe de aparato, desagüe de remol y desagüe de la bajante de una cisterna vertical de un lavarropas automático.		
h. Véase los numerales 8.9.4 y 8.9.4.1.		

Fuente: NTC 1500 – 2017.

La edificación convencional objeto de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Envigado, departamento de Antioquia, y el propósito es implementar y comparar las prácticas y/o actividades para el ahorro y uso eficiente del agua con la Casa Fénix en Rionegro, que corresponde a la primera vivienda con certificación leed en Latinoamérica.

A continuación, se discriminan las actividades para la instalación hidrosanitaria de un proyecto de vivienda unifamiliar, las cuales se clasificaron según el tipo de construcción a implementar, bien sea convencional o sostenible (certificación LEED).

11.1 Construcción convencional

Según el diseño realizado bajo los criterios de construcción convencional, el esquema de la distribución hidrosanitaria del proyecto se expone en la ilustración 21 mientras que la red de desagüe se muestra en la ilustración 22.

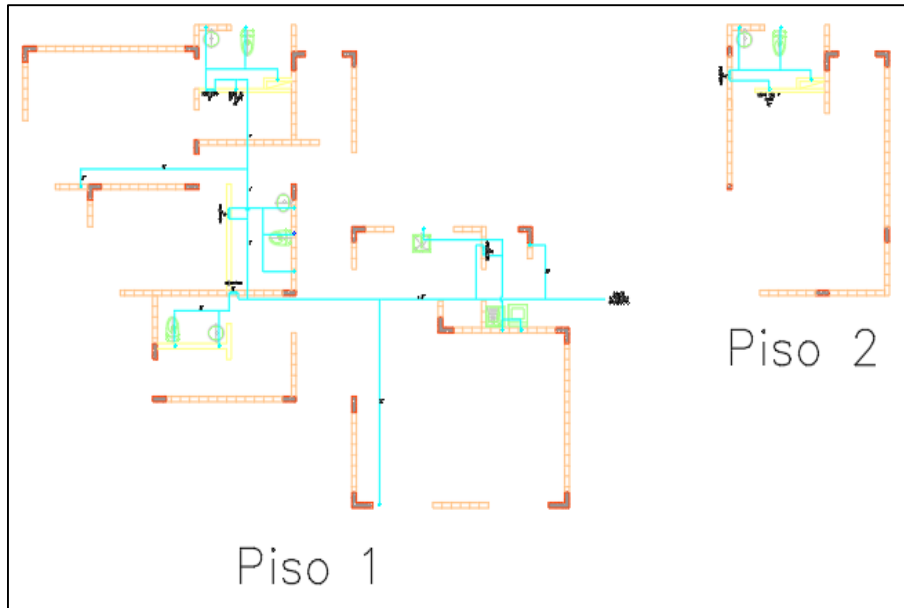


Ilustración 21. Red hidrosanitaria proyecto Envigado construcción convencional.

Fuente: Propia

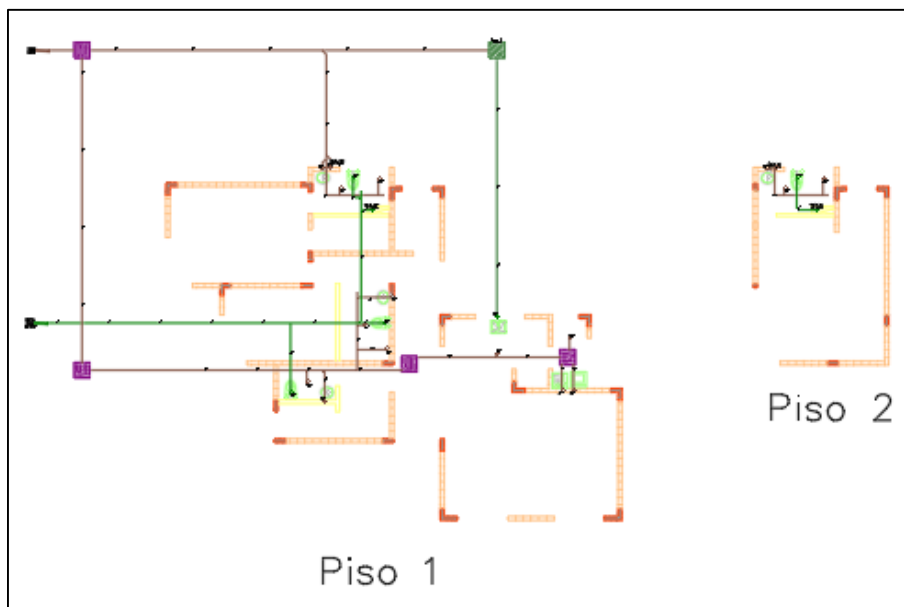


Ilustración 22. Red desagües proyecto Envigado construcción convencional.

Fuente: Propia

Una vez definidos los planos hidrosanitarios se establecieron las actividades a desarrollar en la ejecución del proyecto, las cuales se muestran en la tabla 19.

Tabla 19. Actividades hidrosanitarias para la construcción convencional de una vivienda unifamiliar.

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
1	Punto hidráulico 1/2"	UN
2	Punto sanitario 2"	UN
3	Tubería PVC 1 1/2"	ML
4	Tubería PVC 1"	ML
5	Tubería PVC 3/4"	ML
6	Tubería PVC 1/2"	ML
7	Tubería sanitaria 2"	ML
8	Tubería sanitaria 3"	ML
9	Caja de inspección 60*60	UN
10	Lavamanos	UN
11	Lavaplatos	UN
12	Mueble lavadero	UN
13	Sanitario convencional	UN
14	Ducha convencional	UN
15	Grifería lavamanos convencional	UN
16	Grifería lavaplatos convencional	UN
17	Grifería lavadero convencional	UN

Fuente: Propia.

En el anexo A se muestran los análisis de precios unitarios (APU) correspondientes a las actividades previamente citadas.

Una vez realizados todos los APU's se consignaron los datos junto con las cantidades en la tabla 20.

Tabla 20. Presupuesto global proyecto Rionegro construcción convencional.

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDADES	TOTAL
1	Punto hidráulico 1/2"	UN	\$ 67.638	17	\$ 1.149.849
2	Punto sanitario 2"	UN	\$ 63.501	19	\$ 1.206.528
3	Tubería PVC 1 1/2"	ML	\$ 25.256	12	\$ 303.070
4	Tubería PVC 1"	ML	\$ 23.506	6,2	\$ 145.736
5	Tubería PVC 3/4"	ML	\$ 21.806	6,1	\$ 133.015
6	Tubería PVC 1/2"	ML	\$ 26.034	45	\$ 1.171.509
7	Tubería sanitaria 2"	ML	\$ 29.985	42	\$ 1.259.390
8	Tubería sanitaria 3"	ML	\$ 32.355	30	\$ 970.637
9	Caja de inspección 60*60	UN	\$ 413.578	5	\$ 2.067.888
10	Lavamanos	UN	\$ 76.626	4	\$ 306.503
11	Lavaplatos	UN	\$ 83.498	1	\$ 83.498
12	Mueble lavadero	UN	\$ 249.498	1	\$ 249.498
13	Sanitario convencional	UN	\$ 189.059	4	\$ 756.237
14	Ducha convencional	UN	\$ 39.176	3	\$ 117.527
15	Grifería lavamanos convencional	UN	\$ 88.931	4	\$ 355.725
16	Grifería lavaplatos convencional	UN	\$ 93.823	1	\$ 93.823
17	Grifería lavadero convencional	UN	\$ 68.998	2	\$ 137.996
					\$ 10.508.430

Fuente: Propia

11.2 Construcción bajo parámetros LEED

Una de las características más comunes de las construcciones que le apuntan a esta certificación es la reutilización de aguas lluvias, razón por la cual se hace necesario tener en cuenta por segunda vez las tuberías de abastecimiento de la vivienda. La distribución de las redes de abastecimiento y desagüe del proyecto muestran en las figuras 23 y 24.

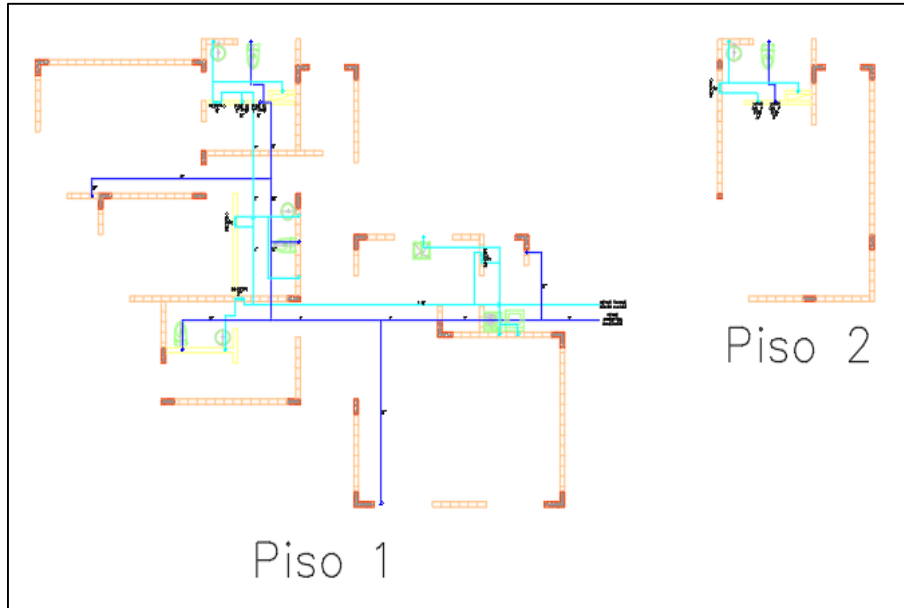


Ilustración 23. Red hidrosanitaria proyecto Envigado construcción sostenible.

Fuente: Propia

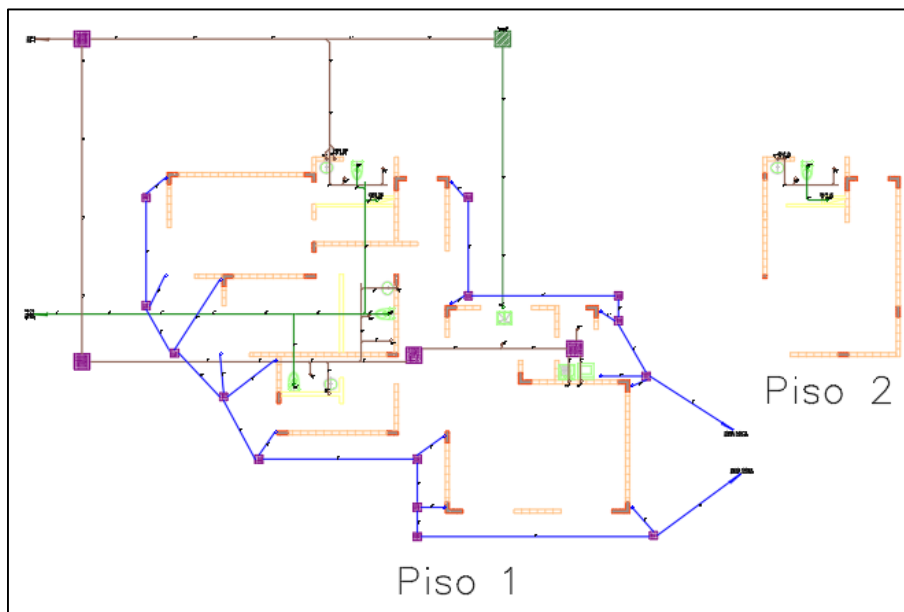


Ilustración 24. Red de desagüe proyecto Envigado construcción sostenible.

Fuente: Propia

La tabla 21 corresponde a las actividades hidrosanitarias de una construcción de vivienda unifamiliar construida bajo parámetros de construcción LEED. Se relacionan las actividades derivadas del montaje de los aparatos sanitarios ahorradores e instalación de tuberías para la reutilización de aguas lluvias en atención de los criterios LEED. Con base en ellas se realiza el análisis de precios unitarios (APU) correspondiente.

Tabla 21. Actividades bajo parámetros LEED para la instalación hidrosanitaria de una vivienda unifamiliar de construcción sostenible.

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
1	Punto hidráulico 1/2"	UN
2	Punto sanitario 2"	UN
3	Tubería PVC 1 1/2"	ML
4	Tubería PVC 1"	ML
5	Tubería PVC 3/4"	ML
6	Tubería PVC 1/2"	ML
7	Tubería sanitaria 2"	ML
8	Tubería sanitaria 3"	ML
9	Caja de inspección 60*60	UN
10	Lavamanos	UN
11	Lavaplatos	UN
12	Mueble lavadero	UN
13	Sanitario ahorrador	UN
14	Ducha ahorradora	UN
15	Grifería lavamanos ahorrador	UN
16	Grifería lavapatos ahorrador	UN
17	Grifería lavadero ahorrador	UN

Fuente: Propia

En el Anexo B se muestran los APU de las actividades previamente mencionadas. Una vez realizados todos los APU se consignaron los datos junto con las cantidades en la tabla 22.

Tabla 22. Presupuesto global proyecto Rionegro construcción sostenible.

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDADES	TOTAL
1	Punto hidráulico 1/2"	UN	\$ 67.638	17	\$ 1.149.849
2	Punto sanitario 2"	UN	\$ 63.501	19	\$ 1.206.528
3	Tubería PVC 1 1/2"	ML	\$ 25.256	12	\$ 303.070
4	Tubería PVC 1"	ML	\$ 23.506	17	\$ 399.599
5	Tubería PVC 3/4"	ML	\$ 21.806	9	\$ 196.252
6	Tubería PVC 1/2"	ML	\$ 26.034	45	\$ 1.171.509
7	Tubería sanitaria 2"	ML	\$ 29.985	142	\$ 4.257.937
8	Tubería sanitaria 3"	ML	\$ 32.355	53	\$ 1.714.792
9	Caja de inspección 60*60	UN	\$ 413.578	14	\$ 5.790.086
10	Lavamanos	UN	\$ 76.626	4	\$ 306.503
11	Lavaplatos	UN	\$ 83.498	1	\$ 83.498
12	Mueble lavadero	UN	\$ 249.498	1	\$ 249.498
13	Sanitario ahorrador	UN	\$ 383.235	4	\$ 1.532.941
14	Ducha ahorradora	UN	\$ 268.357	3	\$ 805.070
15	Grifería lavamanos ahorrador	UN	\$ 128.431	4	\$ 513.725
16	Grifería lavapatos ahorrador	UN	\$ 258.823	1	\$ 258.823
17	Grifería lavadero ahorrador	UN	\$ 218.498	2	\$ 436.996
					\$ 20.376.676











Fuente: Propia

12 COMPORTAMIENTO FINANCIERO Y DE CONSUMO, DERIVADO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE LA CERTIFICACIÓN LEED EN TORNO AL USO EFICIENTE Y EL AHORRO DEL AGUA EVALUACION DEL AHORRO DEL RECURSO HÍDRICO

12.1 Ahorro en recurso hídrico por aparato sanitario

La tabla 23 muestra un comparativo de consumo de agua potable de los aparatos convencionales y ahorradores. Adicionalmente, se muestra la cantidad de recurso hídrico producto de la implementación de quipos sanitarios eficientes.

Tabla 23. Consumo de agua por aparato sanitario

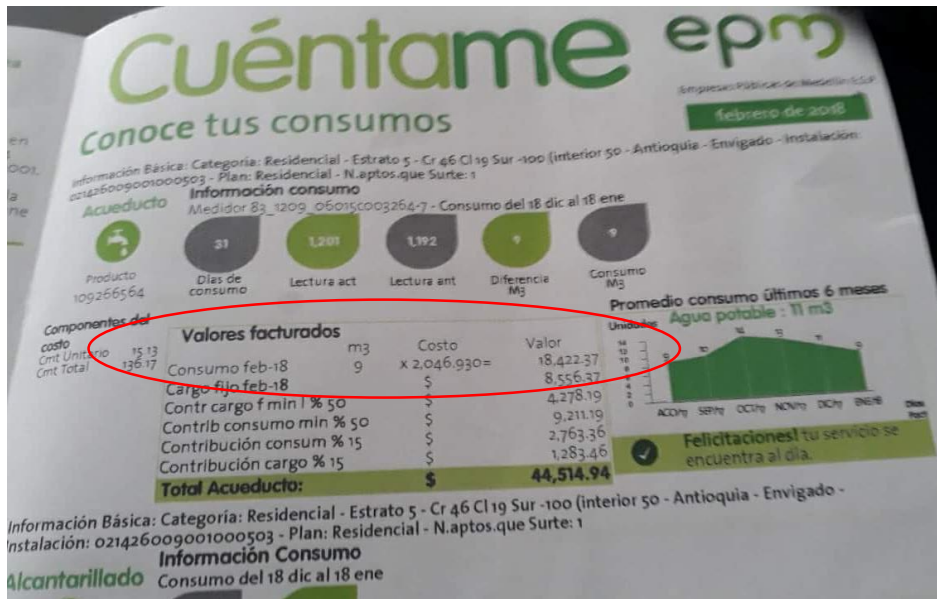
TIPO CONVENCIONAL			TIPO AHORRADOR - CRITERIOS LEED			Agua potable ahorrada por aparato sanitario	
Aparato sanitario	Imagen	Consumo	Aparato sanitario	Imagen	Consumo		
Sanitario convencional		6 litros / descarga	Sanitario Ahorrador		4,8 litros / descarga	1,20 litros / descarga	
Ducha convencional		9,5 Litros / minuto	Ducha Ahorradora		6,98 Litros / minuto	2,52 Litros / minuto	
Grifo lavamanos		8,3 Litros / minuto	Grifo Ahorrador lavamanos (hasta 48% de ahorro de agua)		4,32 Litros / minuto	3,98 Litros / minuto	
Grifo lavaplatos		8,3 Litros / minuto	Grifo Ahorrador lavaplatos (hasta 70% de ahorro de agua)		2,49 Litros / minuto	5,81 Litros / minuto	
Grifo lavadero		8,3 Litros / minuto	Grifo Ahorrador lavadero (hasta 70% de ahorro de agua)		2,49 Litros / minuto	5,81 Litros / minuto	

Fuente: Propia

12.2 Diferencia económica en relación a precios unitarios y consumo de cada aparato ahorrador instalado.

Para efectuar una evaluación del comportamiento del consumo en la vivienda unifamiliar objeto de estudio, ubicada en la dirección carrera 46 N°19 Sur en el municipio de Envigado - departamento de Antioquia, se tiene la última factura del servicio público de agua:

Ilustración 25. Factura servicio público de agua vivienda Envigado



Fuente: propia

Sin embargo, con el fin de constatar que la información es consecuente a los datos estadísticos reportados en la superintendencia de servicios públicos, se procede a realizar la búsqueda en la página del Sistema Único de Información (SUI) conforme se expone en el anexo A.

A continuación, en la tabla 24 se exponen los resultados obtenidos de los filtros diligenciados para la información requerida del municipio de Rionegro siguiendo los pasos para la consulta de datos.

Tabla 24. Valores SUI Rionegro.

TIEMPO	Anual		
	AÑO	Facturación total	Consumo total
2005	4.996.945.763	2.988.338,0	16.644
2006	5.538.458.149	3.073.602,0	17.439
2007	6.077.409.059	3.162.265,0	18.231
2008	7.086.142.793	3.130.456,0	18.701
2009	6.883.733.009	3.082.483,0	18.975
2010	7.615.857.709	3.502.995,0	25.199
2011	8.619.104.858	3.700.985,0	26.354
2012	10.981.724.010	4.145.809,0	30.069
2013	10.946.027.620	4.054.282,0	37.351
2014	10.736.825.008	4.223.528,0	29.852
2015	11.853.765.920	4.487.561,0	31.897
2016	11.764.447.411	4.312.615,0	58.251
2017	647.059.827	245.464,0	1.415

Fuente: herramienta de análisis O3

Para calcular la dotación en: $m^3/sus \cdot año$ se divide el consumo total en el número de suscriptores, y posteriormente se divide el resultado de la dotación en $m^3/sus \cdot año$ en 12 para obtener la dotación en $m^3/sus \cdot mes$. los resultados obtenidos se exponen en la tabla 25.

Tabla 25. Dotación ($m^3/sus \cdot año$).

PERIODO	DOTACIÓN ($m^3/sus \cdot año$)	DOTACIÓN ($m^3/sus \cdot mes$)
2005	179,54	14,96
2006	176,25	14,69
2007	173,46	14,45
2008	167,40	13,95
2009	162,45	13,54
2010	139,01	11,58
2011	140,43	11,70
2012	137,88	11,49
2013	108,55	9,05
2014	141,48	11,79
2015	140,69	11,72
2016	74,04	6,17
2017	173,47	14,46

Fuente: Propia

Finalmente, se grafican el histórico de los datos promedio de la dotación en m³/sus.mes. para el municipio de Rionegro. Valores mostrados en la ilustración 26.

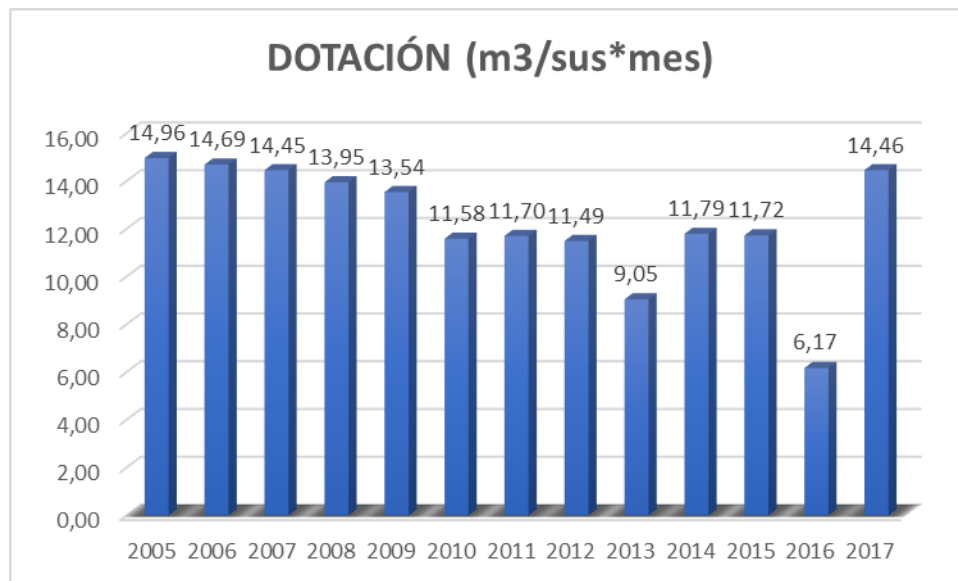


Ilustración 26. Grafica dotación m³/sus*mes de los últimos 13 años.

Fuente: Propia

El promedio de consumo del recurso hídrico en Rionegro en los últimos 13 años ha sido de 12,27 m³/sus*mes, sin embargo, según la ilustración 26 se puede observar un comportamiento decreciente en el consumo por año, esto se puede dar por diversas razones; debido a las sequias presentadas en dichos años, a la instalación de aparatos ahorradores, entre otras.

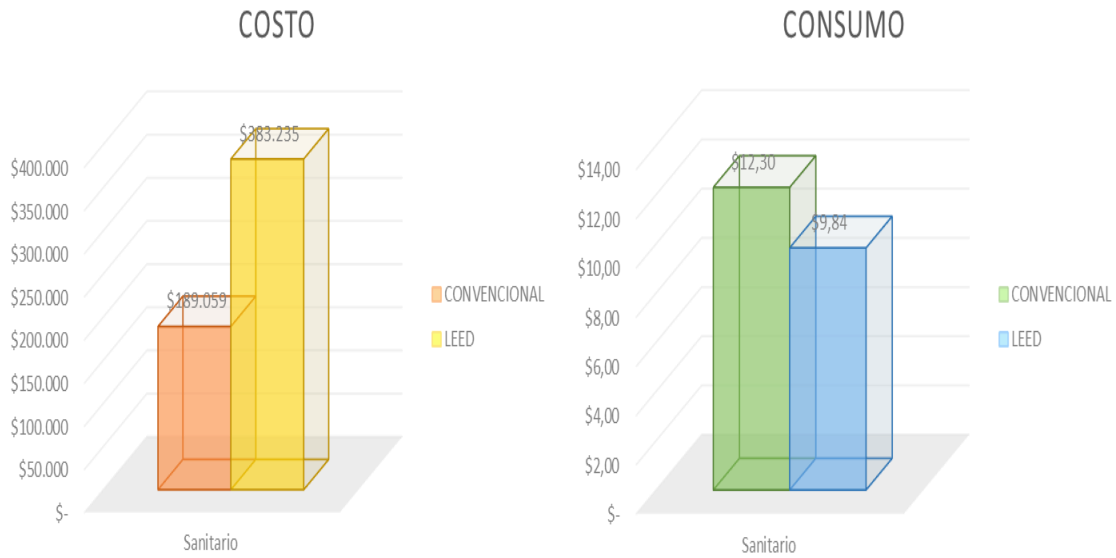
Dado que la vivienda estudiada presenta un consumo mensual de 9 m³ concuerda con la información reportada en el SUI.

12.2.1 Análisis financiero inversión aparatos convencionales y ahorradores contra su consumo.

Para el análisis expuesto a continuación, se toma el valor unitario del m³ como \$2046,93 conforme a la información de la factura de la EPM. En este orden de ideas, cada litro que consume un usuario tiene un valor de \$2,04.

A continuación, la ilustración 27 muestra un paralelo realizado al costo de un sanitario convencional contra un ahorrador, se evaluó el sobre costo y el ahorro derivado.

Ilustración 27. Paralelo sanitarios.

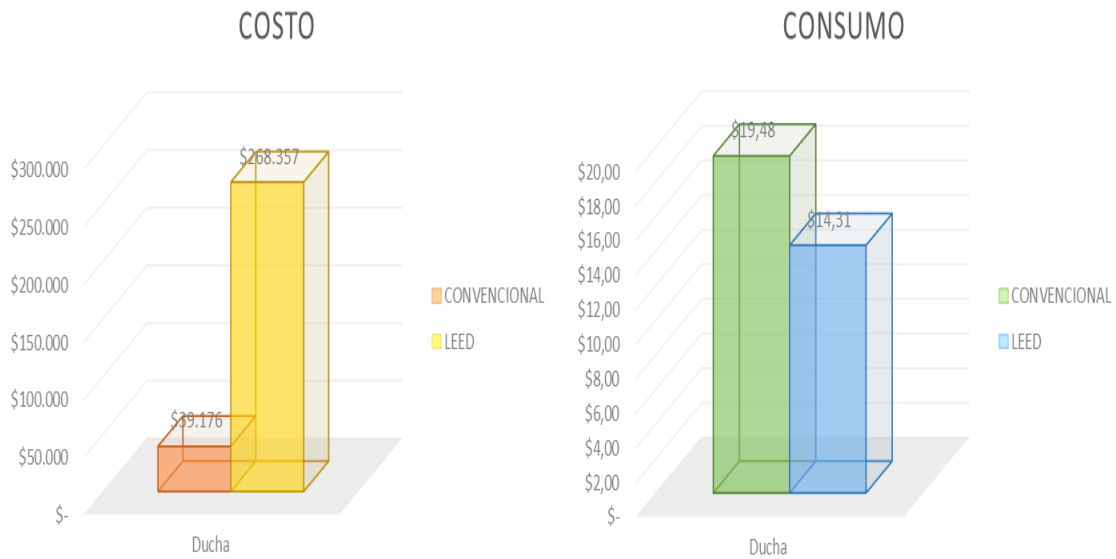


Fuente: Propia

Como se puede observar en la gráfica 27 el sanitario ahorrador vale 2,03 veces más que uno convencional, en contraste el ahorro es del 20% por descarga, lo que significa que cada descarga ahorra 1,2 litros de agua lo que representa \$2,46 de ahorro en cada descarga.

La ilustración 28 muestra el paralelo realizado a la ducha convencional contra la ducha ahorradora.

Ilustración 28. Paralelo duchas.

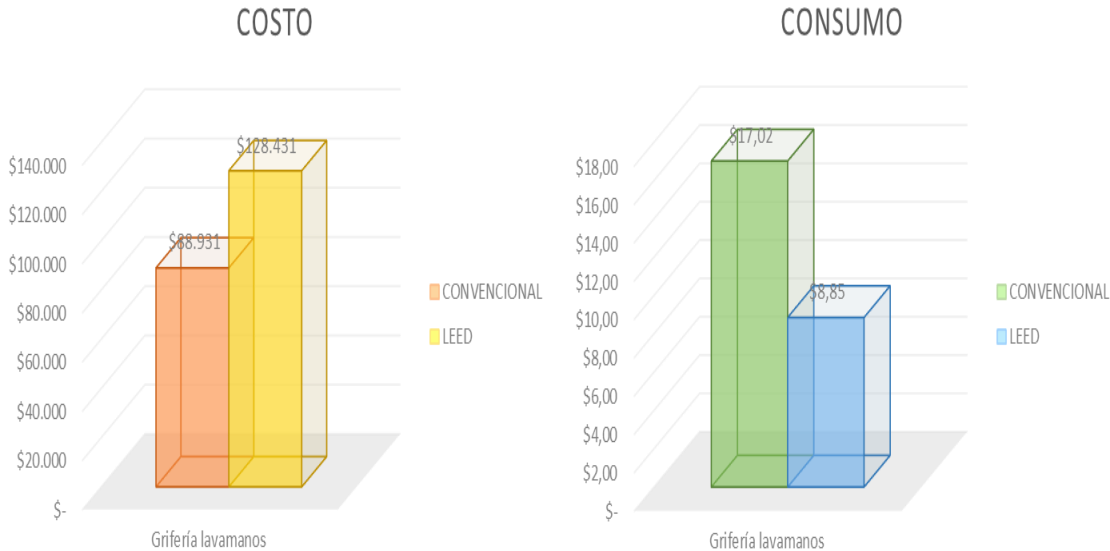


Fuente: Propia

Como se puede observar, una ducha ahorradora puede estar en el orden de 6,85 veces más costosa que una convencional, sin embargo, el ahorro en consumo es de 2.52 litros por cada minuto que la ducha dura en funcionamiento, lo que representa \$5,17 ahorrados cada minuto.

La ilustración 29 expone el paralelo realizado a la grifería del lavamanos convencional y ahorradora.

Ilustración 29. Paralelo grifería lavamanos.

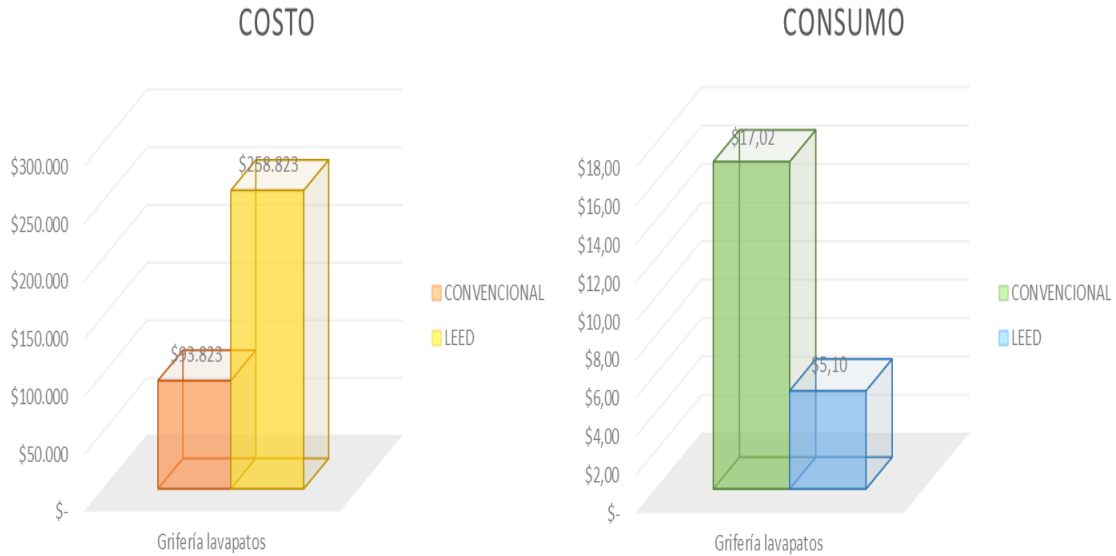


Fuente: Propia

En la ilustración 29 se puede observar que la grifería tiene un ahorro de 3,98 litros por minuto, representado en \$8,17 de ahorro cada minuto contrastando con el 144,42% de sobrecosto que presenta frente al aparato convencional.

La ilustración 30 expone el paralelo realizado a la grifería del lavaplatos tanto para un aparato convencional como para uno ahorrador.

Ilustración 30. Paralelo grifería lavaplatos.

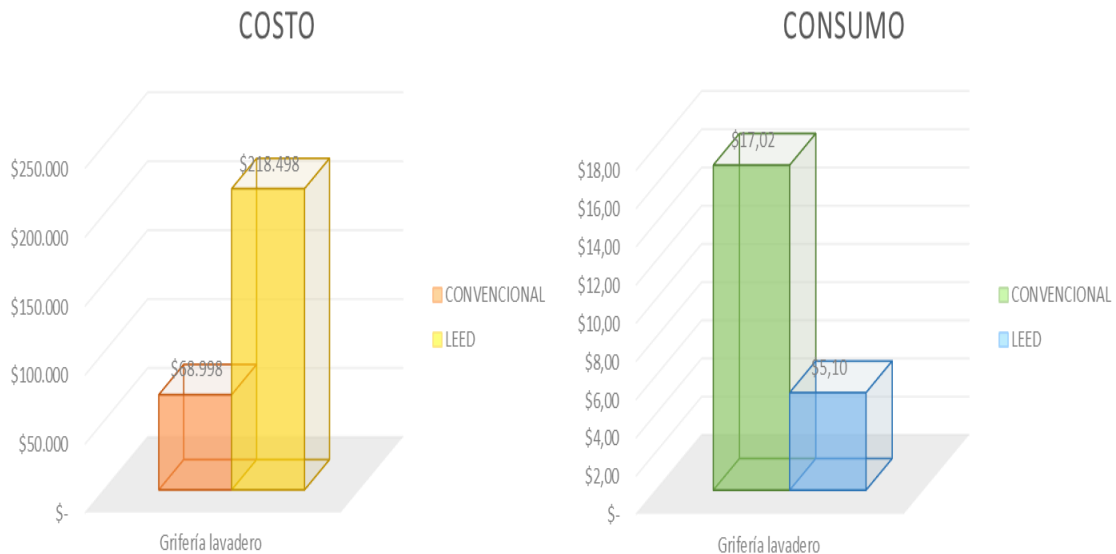


Fuente: Propia

En la ilustración 30 se puede observar que una grifería de lavaplatos cuesta 2,76 veces más que una convencional, sin embargo, por cada minuto de funcionamiento la grifería eficiente está ahorrando 5,81 litros lo que equivale a \$11,91 por minuto.

La ilustración 31 presenta el paralelo realizado a la grifería de lavadero.

Ilustración 31. Diferencia económica APU grifería lavadero



Fuente: Propia

La ilustración 31 muestra un sobrecosto del aparato ahorrador del 316,67% contrastando con un ahorro de 5,81 litros por minuto, reflejado en un beneficio económico de \$11,91 cada minuto.

12.3 Reutilización de recurso hídrico producto del aprovechamiento de aguas lluvias

Para el cálculo del aprovechamiento de aguas lluvias se utilizó el método racional, cuya fórmula se expone a continuación.

Ecuación 1. Método racional para cálculo de caudales de escorrentía.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Dónde: Q es el caudal máximo (m³/s), C es el coeficiente de escorrentía, I es la intensidad de la lluvia de diseño (mm/h) y A es el área de la cuenca (Ha).

12.3.1 Coeficiente de escorrentía

Para el cálculo de C se utilizó la tabla 26.

Tabla 26. Coeficiente de escorrentía C.

Tabla II. Coeficientes de escorrentía, según Benítez *et al.* (1980), citado por Lemus & Navarro (2003)

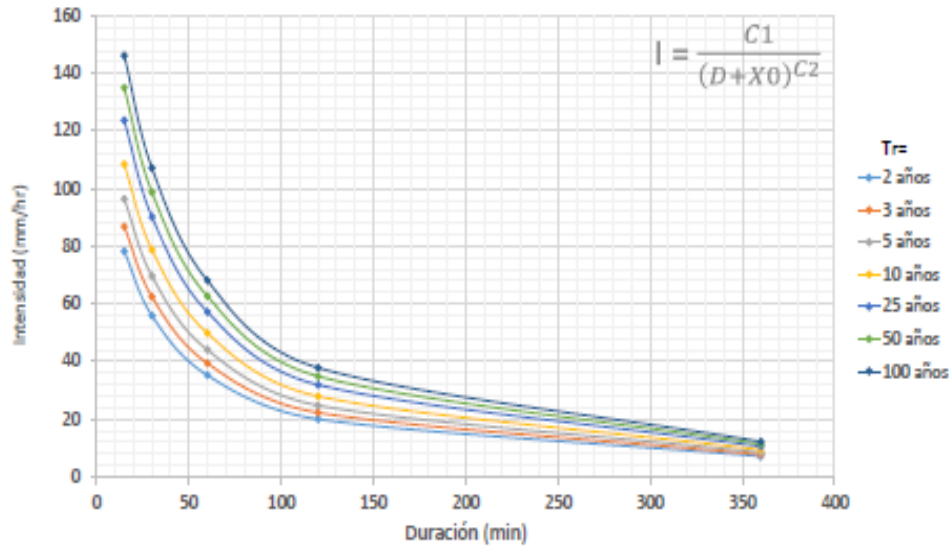
COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: <http://www.oasification.com/archivos/Coeficientes%20de%20escorrent%C3%ADa.pdf>

La cubierta del proyecto será en teja de barro y tendrá una pendiente del 22% por lo cual el coeficiente de escorrentía a utilizar será 0,75.

12.3.2 Intensidad de la lluvia de diseño

Para el cálculo de la intensidad se seleccionaron las dos estaciones más cercanas a Rionegro para exportar las curvas IDF, dichas estaciones son Aeropuerto Olaya Herrera (ilustración 30) y Guayabito (ilustración 31).



TR (años)	C1	X0	C2
2	4084.019	25.519	1.068
3	5374.585	27.721	1.099
5	7004.884	29.802	1.127
10	9318.981	31.987	1.157
25	12811.921	34.232	1.187
50	15294.085	35.816	1.205
100	18132.770	36.805	1.221

D (min)	I _{TR=2}	I _{TR=3}	I _{TR=5}	I _{TR=10}	I _{TR=25}	I _{TR=50}	I _{TR=100}
15	78.2	86.7	96.2	108.1	123.2	134.4	145.5
30	56.4	63.1	70.5	79.9	91.8	100.8	109.3
60	39.0	39.0	43.5	49.0	56.1	61.3	66.5
120	19.6	21.9	24.3	27.5	31.4	34.3	37.2
360	7.5	8.3	9.2	10.3	11.6	12.6	13.6

Datos Técnicos

Version de Informadec:

Datos de Intensidades ajustados a:

Parámetros estimados con el método de:

Fecha de Actualización:

Abreviaturas y Unidades

TR: Período de retorno (años)

D: Duración (minutos)

I: Intensidad de Precipitación (mm/h)

Fecha de reporte: Marzo 15 de 2017

1971

a

2010

Años empleados

40

Distribución de probabilidad Gumbel

L-Momentos

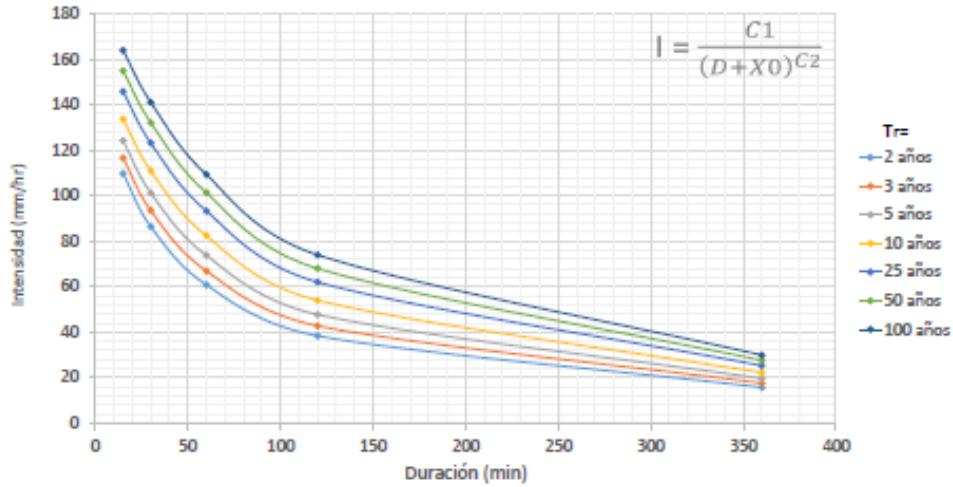
Diciembre de 2016

Actualizado por:

Grupo de Investigación en Ingeniería de los Recursos Hídricos (GIRH), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Contrato 113 de 2016.

Ilustración 32. Curvas IDF estación Aeropuerto Olaya Herrera.

Fuente: IDEAM



TR (años)	C1	X0	C2
2	5134.386	38.400	0.987
3	6646.735	44.777	0.988
5	9083.972	52.532	1.019
10	13800.062	63.105	1.064
25	24015.677	77.503	1.127
50	36619.715	88.757	1.177
100	55944.732	100.293	1.229

D (min)	I _{Tr=2}	I _{Tr=3}	I _{Tr=5}	I _{Tr=10}	I _{Tr=25}	I _{Tr=50}	I _{Tr=100}
15	119.1	117.0	124.7	134.4	146.6	155.7	164.7
30	85.3	82.3	89.8	100.2	121.2	130.0	138.8
60	61.5	57.8	64.9	83.6	95.0	103.3	111.8
120	48.4	42.8	47.6	53.7	61.5	67.2	72.9
360	15.5	17.3	19.4	22.0	25.3	27.7	30.1

Datos Técnicos

Ventana de Información:

Datos de Intensidades ajustados a:

Parámetros estimados con el método de:

Fecha de Actualización:

Abreviaturas y Unidades

TR: Período de retorno (años)

D: Duración (minutos)

I: Intensidad de Precipitación (mm/h)

Fecha de reporte: Marzo 15 de 2017

1970 a 2010

Distribución de probabilidad Gumbel

L-Momentos

Diciembre de 2016

Años empleados

39

Actualizado por:

Grupo de Investigación en Ingeniería de los Recursos Hídricos (GIRRH), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Contrato 113 de 2016.

Ilustración 33. Curvas IDF estación Guayabito.

Fuente: IDEAM

Para la obtención de la intensidad se manejaron tiempos de retenciones de 10 años para duraciones de 20 min.

De esa manera la intensidad en la IDF del Aeropuerto Olaya Herrera da 96 (mm/h) y la estación Guayabito 124 (mm/h), lo que en promedio arroja una intensidad de 110 (mm/h).

12.3.3 Área de la cuenca

Según los planos del proyecto el área del proyecto 143,21 m² lo que equivale a 0,014321 Ha.

12.3.4 Cálculo del caudal máximo captado por escorrentía

Aplicando los valores obtenidos previamente a la ecuación 1 se obtiene el siguiente valor.

$$Q = \frac{0.75 * 110 \text{ mm/h} * 0,014321 \text{ Ha}}{360} = 3,2819 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 196,91 \text{ l}/\text{min}$$

12.4 Evaluación financiera de las medidas LEED para ahorro de agua

Con base en todo lo anterior y en el capítulo 9 “**CONSUMO DE AGUA POR USUARIO**”, finalmente se puede afirmar que con la implementación de los aparatos sanitarios con propiedades eficientes un usuario consumiría 19,2 litros de agua en el sanitario suponiendo 4 descargas diarias, con la implementación de duchas ahorradoras el consumo se reduce en un 26% por cuanto un usuario gastaría 11 litros. Respecto al uso de grifos el consumo se reduce aproximadamente en un 50%, siendo así un usuario en sus actividades de lavados gastaría 9,30 litros al día.

A continuación, la tabla 27 muestra el resumen de los consumos diarios logrados con la implementación de los aparatos sanitarios con propiedades eficientes:

Tabla 27. Consumo diario por persona producto de la implementación de aparatos sanitarios eficientes.

Actividad	Consumo en litros
Uso de ducha	11,0
Uso de sanitario	19,2
Uso de grifos para actividades de lavado	9,3
Total persona	39,5

Fuente: Propia

Ahora bien, para conocer el nuevo consumo mensual global de la vivienda de Envigado, se multiplica el total del consumo establecido por persona por los 30 días del mes y se obtiene que se demandan: 1185 litros/mes.persona.

Posteriormente, el resultado anterior se multiplica por 4, toda vez que, en la vivienda habitan 4 integrantes. En este orden de ideas, el consumo en el mes es 4740 litros/mes, que equivale a 4.74 m³/mes. Es decir, que al compararlo con los 9 m³ que consume actualmente la vivienda se genera un ahorro del recurso hídrico aproximadamente de 47,33%.

En términos financieros, se tiene que con el consumo de 4.74 m³ el nuevo valor de la factura le genera al usuario un beneficio económico del 32% lo que equivale a \$8.719,92 de ahorro mensuales, que al año serían \$104.639,06.

12.4.1 Evaluación de los aparatos sanitarios.

Como se estipuló en los planos de la distribución hidrosanitaria del proyecto, los aparatos sanitarios serán alimentados por las aguas lluvias, lo cual implicaría un ahorro considerable en la factura mensual del servicio de acueducto puesto que la demanda generada por los sanitarios se suprimiría completamente de la dotación del acueducto.

Bajo el supuesto de que al día los sanitarios sean descargados 20 veces el consumo diario sería de 96 litros, lo que representa 2.880 litros al mes generando un ahorro neto en la facturación mensual del acueducto de \$5.895,16.

12.4.2 Evaluación de las griferías ahorradoras

Como se muestra en la tabla 27 entre la ducha, lavamanos, lavaplatos y llaves de jardín se genera un consumo de 20,3 litros al día por habitante de la casa. Asumiendo que la vivienda es habitada por 4 personas el consumo mensual sería de 2,44 m³/mes lo que comparado con el valor promedio del municipio de Rionegro que es del 12,27 m³/mes genera un ahorro del 80,11%.

Si dicho ahorro es comparado con la factura de la casa de Envigado y su consumo de 9 m³/mes, se generaría un ahorro del 72.88%.

En términos financieros una disminución del 72,88% en el consumo de agua mensual reflejaría un ahorro de \$13.426,22 cada mes, lo que al año representa \$161.114,68.

12.4.3 Evaluación del impacto de adoptar medidas LEED sobre un proyecto de vivienda unifamiliar.

En la gráfica 34 se muestra el paralelo realizado en costo y consumo de la construcción convencional y la construcción LEED



Ilustración 34. Paralelo proyectos.

Fuente: Propia.

De la gráfica 34 se puede observar que el costo de implementar las medidas LEED en una vivienda unifamiliar puede llegar a doblar su valor, sin embargo, el consumo con estas medidas se reduce en un 72,89% financieramente hablando, lo que traduce en un ahorro de \$13.427 ahorrados al mes y más de 6 m³.

CONCLUSIONES

- Conforme al marco legal nacional, se evidenció que el gobierno colombiano ha realizado diversos esfuerzos por apoyar, incentivar, fortalecer y fomentar las edificaciones sostenibles mediante decretos y resoluciones que generan beneficios tributarios a construcciones amigables con el medio ambiente, haciendo evidente el auge de proyectos que optan por obtener una Certificación LEED.
- Como se evidencia en el capítulo 12, la implementación de las medidas LEED para el ahorro de agua en una vivienda unifamiliar puede llegar a duplicar el valor de la inversión necesaria para realizar las actividades hidrosanitarias dando un incremento del 93% en el proyecto de estudio, lo que en contrapartida genera ahorros económicos superiores al 50% de los valores mensuales facturados del servicio de acueducto.
- La alteración en el consumo de la vivienda derivada del aprovechamiento de las aguas lluvias guarda fuerte relación con las temporadas de invierno e intensidades de lluvias en la zona de estudio, por lo tanto, no se garantiza que el ahorro determinado será constante o permanente. Adicionalmente, es de resaltar que las aguas grises recolectadas se pueden utilizar para actividades de riego o para el suministro de sanitarios cuando se requiera.

Finalmente, la tabla muestra algunas ventajas y desventajas de la certificación LEED en torno al uso eficiente y ahorro del recurso hídrico:

Tabla 28. Ventajas y desventajas de la certificación LEED en torno al uso eficiente y ahorro del recurso hídrico.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reducción de efectos negativos al medio ambiente. ➤ Promueve la cultura y responsabilidad social. ➤ Reciclaje de aguas lluvias y grises para actividades de limpieza. ➤ Reducción en el consumo durante el uso de la edificación. ➤ Reducción del valor de la factura del servicio del agua. ➤ Incorporación de tecnologías avanzadas. ➤ Valorización de los proyectos ➤ Eficiencia económica futura. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incremento de la inversión en comparación con un sistema de construcción tradicional. ➤ Mayores cantidades de obra en comparación con un sistema de construcción tradicional. ➤ Los equipos sanitarios eficientes son significativamente costosos.

Fuente: Propia

REFERENCIAS

- 4u2BeResponsible. (2014). *4u2BeResponsible*. Obtenido de <http://www.4u2beresponsible.com/index.php/sistemas>
- Agudelo, M. (25 de Marzo de 2017). *El Espectador*. Obtenido de Medio Ambiente: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/por-que-la-sostenibilidad-debe-ser-tema-en-la-agenda-de-las-organizaciones-articulo-685189>
- AMNSL. (s.f.). *Reciclaje de aguas grises*. Obtenido de <http://www.tratamientosdelaguaydepuracion.es/reciclaje-aguas-grises.pdf>
- AMNSL. (s.f.). *Reutilización de aguas pluviales*. Obtenido de <http://www.tratamientosdelaguaydepuracion.es/recojida-reutilizacion-reciclaje-aguas-pluviales-lluvia.pdf>
- AMNSL. (s.f.). *tratamientos del agua y de puración*. Obtenido de <http://www.tratamientosdelaguaydepuracion.es/reutilizacion-aguas-grises.html>
- ANLA. (2016). *Beneficios tributarios a la inversión ambiental*. Bogotá D.C.
- Argos. (Noviembre de 2015). *Argos*. Obtenido de Grandes Realidades: <http://grandesrealidades.argos.co/sello-leed-en-colombia-una-tendencia-en-auge/>
- Ávila, M. (8 de Agosto de 2014). *Edificios y composición de fachadas*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2017, de <https://www.archdaily.co/co/625253/edificios-composicion-de-fachadas>
- Ayala Sánchez, P. A., & Peña Pardo, M. D. (2016). *ANÁLISIS DE LA INCLUSION DEL SISTEMA DE LIDERAZGO EN DISEÑO ENERGÉTICO Y AMBIENTAL (LEADERSHIP IN ENERGY & ENVIRONMENTAL DESIGN - LEED) EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ EN EL PERIODO 2008 - 2015*. Bogotá D.C.
- CAMACOL. (15 de Agosto de 2017). *Cámara Colombiana de la Construcción*. Obtenido de <https://camacol.co/prensa/noticias/edge-la-trasformaci%C3%B3n-hacia-la-construcci%C3%B3n-sostenible-en-colombia>
- Cardona Restrepo, G. (23 de Enero de 2012). *El Universal*. Obtenido de <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/ambiente/minambiente-ofrece-incentivos-tributarios-quienes-inviertan-en-el-medio-ambiente->
- CCCS. (2014). *Caso Homecenter Manizales*. Obtenido de https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/filebase/estudios_de_caso/comerciales/Homecenter-Manizales.pdf
- CCCS. (Abril de 2015). Obtenido de <https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/filebase/2016.-Paralelo-26-LEED-Platino-en-Bogota-.pdf>

- CCCS. (1 de Septiembre de 2017). *Consejo Colombiano de Construcción Sostenible*. Obtenido de <https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/>
- CCCS. (23 de Marzo de 2018). CCCS. Obtenido de Noticias: <https://www.cccs.org.co/wp/2018/03/23/1-aprobado-el-documento-conpes-politica-nacional-de-edificaciones-sostenibles/>
- CCCS, C. c. (2016). *Referencial CASA Colombia* . Recuperado el 31 de Octubre de 2017, de <https://www.cccs.org.co/wp/niveles-de-certificacion/>
- Cívita. (2014). *Beneficios y requisitos de la certificación LEED*. Recuperado el 31 de Octubre de 2017, de <http://civita.com.mx/beneficios-requisitos-certificacion-leed/>
- Conservemos. (12 de Septiembre de 2017). *Conservemos*. Recuperado el 7 de Abril de 2018, de <https://www.conservemos.com/las-cuentas-del-agua-el-consumo-de-los-hogares-colombianos/>
- DINERO. (26 de Septiembre de 2016). *DINERO*. Obtenido de <http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/nueva-guia-de-construccion-sostenible-en-colombia/232108>
- DINERO. (21 de Mayo de 2016). *DINERO*. Obtenido de Vivienda: <http://www.dinero.com/economia/articulo/la-necesidad-de-una-mayor-construccion-y-utilizacion-de-viviendas-sostenibles/223819>
- Ecodes. (s.f.). *Catálogo de tecnologías ahorradoras*. Recuperado el 7 de Abril de 2018, de [file:///C:/Users/Sony.Sony-PC/Downloads/catalogo_de_proveedores_tecnologia%20_IAA%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Sony.Sony-PC/Downloads/catalogo_de_proveedores_tecnologia%20_IAA%20(2).pdf)
- ElTiempo. (5 de Junio de 2015). *Redacción ELTIEMPO*. Recuperado el 29 de Octubre de 2017, de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15899896>
- FCEA, F. p. (20 de Enero de 2014). *Agua.org*. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de <https://agua.org.mx/cuanta-agua-utilizamos-durante-la-ducha/>
- Flórez, G. (30 de Marzo de 2018). *El Tiempo*. Obtenido de Sectores: <http://m.eltiempo.com/economia/sectores/al-2030-edificios-nuevos-deben-ser-sostenibles-199596>
- Golbazi, M., & Aktas, C. (2016). *Analysis of Credits Earned by LEED Healthcare Certified Facilities*.
- González, R. (10 de Agosto de 2012). *Twenergy*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2017, de <https://twenergy.com/a/que-es-la-eficiencia-energetica-39>
- Grupo Éxito. (10 de Agosto de 2017). *Inmuebles del grupo éxito reciben reconocimiento especial por sus estándares en construcción sostenible* . Obtenido de <https://www.grupoexito.com.co/es/sala-de-prensa/noticias/dos-inmuebles-del-grupo-exito-viva-wajjiira-y-exito-mosquera-reciben-reconocimiento-especial-por-sus-estandares-en-construccion-sostenible>

- Hidrología Sostenible. (29 de Enero de 2016). *Hidrología Sostenible*. Obtenido de Hidrología Sostenible: <http://hidrologiasostenible.com/mhs1/>
- Kivilä, J., Martins, M., & Vuorinen, L. (2017). Sustainable project management through project control in infrastructure projects.
- La República, L. (19 de Junio de 2013). *Obtener la certificación Leed*. Recuperado el 31 de Octubre de 2017, de <https://www.larepublica.co/economia/el-abc-para-obtener-la-certificacion-leed-2041029>
- León, J. d. (2015). *Utilización de materiales de baja energía embebida*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2017, de https://medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1236756020251/_/_/_
- Ministerio de Vivienda. (2018). *MINVIVIVENDA*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/cambio-climatico/mitigacion/construccion-sostenible>
- Minvivienda, M. d. (2015). *minvivienda/cambio-climatico*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2017, de <http://www.minvivienda.gov.co/cambio-climatico/mitigacion/construccion-sostenible>
- Mousa, R., & Farag, A. (2017). The applicability of LEED of new construction (LEED-NC) in the Middle East. *Procedia: Environmental Sciences*, 572-583.
- Naciones Unidas. (1987). *Asamblea General de las Naciones Unidas*. Obtenido de <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- Orozco, L. (1 de Marzo de 2017). *La Republica*. Obtenido de Responsabilidad Social: <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/bogota-es-la-lider-en-construcciones-verdes-2478411>
- Otros Columnistas. (21 de Diciembre de 2016). *Portafolio*. Obtenido de <http://www.portafolio.co/opinion/otros-columnistas-1/reforma-tributaria-y-medio-ambiente-columna-minambiente-22-de-diciembre-502425>
- Oyedokun, T. (2017). Grees premium as a driver of green-labelled commercial buildings in the developing countries: Lessons from UK and US. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 723-733.
- Portafolio. (4 de Diciembre de 2010). *Certificación sostenible a Falabella Centro Mayor*. Obtenido de <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/certificacion-sostenible-falabella-centro-mayor-124132>
- RAE, R. A. (s.f.). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2017, de <http://dle.rae.es/?id=YSE9w6H>
- Reyes, M., & Rubio, J. (2014). DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS.
- Ruiz, L. (2010). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2017, de

<http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Calidad%20del%20ambiente%20interior/CalidadambinteriorDTECAI.pdf>

Saint-Gobain. (2012). *Certificaciones compromiso medioambiental en la edificación*. Recuperado el 30 de Octubre de 2017, de <https://www.isover.es/sostenibilidad/certificaciones-leedr-breeamr-y-verder>

Susunaga Monroy, J. M. (2014). *Repositorio ucatolica*. Recuperado el Octubre de 27 de 2017, de <http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1727/1/CONSTRUCCI%C3%93N%20SOSTENIBLE%2C%20UNA%20ALTERNATIVA%20PARA%20LA%20EDIFICACI%C3%93N%20DE%20VIVIENDAS%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20Y%20PRIORITARIO.pdf>

Uğur, L. O., & Leblebici, N. (2017). An examination of the LEED green building certification system in terms of construction costs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1476-1483.

Vyas, G., & Jha, K. (2017). What does it cost to convert a non-rated building into a green building? *Sustainable Cities and Society*, 107-115.

Wikipedia. (2016). *Sostenibilidad urbana*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2017, de https://es.wikipedia.org/wiki/Sostenibilidad_urbana

ANEXOS

ANEXO A. APUs CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL

Tabla 29. APU punto agua potable PVC 1/2".

ACTIVIDAD			UNIDAD		1
PUNTO HIDRÁULICO 1/2" (INCLUYE ACCESORIOS SANITARIOS PARA PRESION)			UN		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	1,20	\$ 1.068
SUBTOTAL					\$ 1.068
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TB PVC 1/2 "	m	0,5	\$ 2.750	\$ 1.375	
CODO 90° 1/2" PRESION	UN	1	\$ 400	\$ 400	
TEE PVC DE 1/2"	UN	1	\$ 600	\$ 600	
REGISTRO	UN	1	\$ 18.900	\$ 18.900	
ESTOPA	Kg	0,2	\$ 4.500	\$ 900	
LIMPIADOR	gl	0,1	\$ 91.600	\$ 9.160	
SOLDADURA	gl	0,1	\$ 223.600	\$ 22.360	
SUBTOTAL					\$ 53.695
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,2	\$ 12.875
SUBTOTAL					\$ 12.875
TOTAL					\$ 67.638

Fuente: Propia

Tabla 30. APU tubería PVC 1 1/2".

ACTIVIDAD			UNIDAD		2
TUBERIA PVC PRESION 1 1/2" INCUYE ACCESORIOS			ML		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	0,45	\$ 401
SUBTOTAL					\$ 401
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TB PVC 3/4"	m	1	\$ 6.200	\$ 6.200	
ESTOPA	Kg	0,02	\$ 3.150	\$ 63	
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916	
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236	
SUBTOTAL					\$ 9.415
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,1	\$ 6.438
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
SUBTOTAL					\$ 15.440
TOTAL					\$ 25.256

Fuente: Propia

Tabla 31. APU tubería PVC 3/4".

ACTIVIDAD			UNIDAD		3
TUBERIA PVC PRESION 3/4" INCUYE ACCESORIOS			ML		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	0,45	\$ 401
SUBTOTAL					\$ 401
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TB PVC 3/4"	m	1	\$ 2.750	\$ 2.750	
ESTOPA	Kg	0,02	\$ 3.150	\$ 63	
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916	
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236	
SUBTOTAL					\$ 5.965
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,1	\$ 6.438
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
SUBTOTAL					\$ 15.440
TOTAL					\$ 21.806

Fuente: Propia

Tabla 32. APU tubería PVC 1".

ACTIVIDAD		UNIDAD			4
TUBERIA PVC PRESION 1" INCLUYE ACCESORIOS		ML			
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	0,45	\$ 401
SUBTOTAL					\$ 401
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TB PVC 3/4"	m	1	\$ 4.450	\$ 4.450	
ESTOPA	Kg	0,02	\$ 3.150	\$ 63	
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916	
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236	
SUBTOTAL					\$ 7.665
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,1	\$ 6.438
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
SUBTOTAL					\$ 15.440
TOTAL					\$ 23.506

Fuente: Propia

Tabla 33. APU tubería PVC 1/2".

ACTIVIDAD		UNIDAD			5
TUBERIA PVC PRESION 1/2" INCLUYE ACCESORIOS		ML			
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	8,67	\$ 7.716
SUBTOTAL					\$ 7.716
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TB PVC 1/2"	m	1	\$ 2.750	\$ 2.750	
ESTOPA	Kg	0,02	\$ 3.150	\$ 63	
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916	
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236	
SUBTOTAL					\$ 5.965
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,08	\$ 5.150
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,08	\$ 3.601
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,08	\$ 3.601
SUBTOTAL					\$ 12.352
TOTAL					\$ 26.034

Fuente: Propia

Tabla 34. APU punto sanitario 2".

ACTIVIDAD			UNIDAD		6
PUNTO SANITARIO 2"			UN		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	8,67	\$ 7.716
SUBTOTAL					\$ 7.716
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TUBERIA SANITARIA 2"	m	0,5	\$ 5.300	\$ 2.650	
SIFÓN 2"	Un	1	\$ 2.700	\$ 2.700	
UNION 2"	Un	1	\$ 990	\$ 990	
YEE 2" X 2"	Un	1	\$ 2.950	\$ 2.950	
CODO 90°	Un	1	\$ 1.200	\$ 1.200	
ESTOPA	Kg	0,2	\$ 4.500	\$ 900	
LIMPIADOR	gl	0,1	\$ 91.600	\$ 9.160	
SOLDADURA	gl	0,1	\$ 223.600	\$ 22.360	
SUBTOTAL					\$ 42.910
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m³	Tarifa m³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,2	\$ 12.875
SUBTOTAL					\$ 12.875
TOTAL					\$ 63.501

Fuente: Propia

Tabla 35. APU tubería sanitaria 2".

ACTIVIDAD			UNIDAD		7
TUBERÍA SANITARIA 2"			ML		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	8,67	\$ 7.716
SUBTOTAL					\$ 7.716
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TUBERIA SANITARIA 2"	m	0,9	\$ 5.300	\$ 4.770	
UNION 2"	Un	0,41	\$ 990	\$ 406	
ESTOPA	Kg	0,01	\$ 4.500	\$ 45	
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916	
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236	
SUBTOTAL					\$ 8.373
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m³	Tarifa m³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,09	\$ 5.794
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,09	\$ 4.051
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,09	\$ 4.051
SUBTOTAL					\$ 13.896
TOTAL					\$ 29.985

Fuente: Propia

Tabla 36. APU tubería sanitaria 3".

ACTIVIDAD		UNIDAD			8
TUBERÍA SANITARIA 3"		ML			
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	8,67	\$ 7.716
SUBTOTAL					\$ 7.716
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TUBERIA AN 3"	m	0,9	\$ 7.700	\$ 6.930	
UNION 3"	Un	0,41	\$ 1.500	\$ 615	
ESTOPA	Kg	0,01	\$ 4.500	\$ 45	
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916	
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236	
SUBTOTAL					\$ 10.742
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m³	Tarifa m³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,09	\$ 5.794
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,09	\$ 4.051
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,09	\$ 4.051
SUBTOTAL					\$ 13.896
TOTAL					\$ 32.355

Fuente: Propia

Tabla 37. APU caja de inspección 60*60.

ACTIVIDAD		UNIDAD			9
CAJA DE INSPECCION 60*60		UN			
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor					\$ 3.662
Equipo soldador			\$ 13.000	0,05	\$ 650
SUBTOTAL					\$ 4.312
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario
Concreto de planta 21MPa	m³	0,1	5%	\$ 341.075	\$ 35.813
Formaleta para tapa	m²	1	0%	\$ 10.500	\$ 10.500
Perfil L 2-1/2"x3/16"	m	6,6	5%	\$ 11.392	\$ 78.944
Ladrillo prensado santa fe 24,5x12x5,5	Un	242	0%	\$ 670	\$ 162.140
anclaje de tapa varilla 1/4" L=,10m	Un	4	5%	\$ 200	\$ 840
mortero 1:3 e=2cm	m³	0,25	5%	\$ 294.372	\$ 77.273
SUBTOTAL					\$ 365.510
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m³	Tarifa m³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,4	\$ 25.750
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,4	\$ 18.005
SUBTOTAL					\$ 43.756
TOTAL					\$ 413.578

Fuente: Propia

Tabla 38. APU suministro e instalación lavamanos.

ACTIVIDAD		UNIDAD				10
LAVAMANOS		UN				
EQUIPO						
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario	
Herramienta menor			\$ 5.380	10%	\$ 538	
SUBTOTAL					\$ 538	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario	
Lavamanos	Un	1	0%	\$ 66.900	\$ 66.900	
Silicona blanca baños-cocinas 280 ml	Un	0,3	3%	\$ 8.900	\$ 2.750	
SUBTOTAL					\$ 69.650	
TRANSPORTES						
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario	
SUBTOTAL						
MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario	
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,1	\$ 6.438	
SUBTOTAL					\$ 6.438	
TOTAL					\$ 76.626	

Fuente: Propia

Tabla 39. APU suministro e instalación lavaplatos.

ACTIVIDAD		UNIDAD				11
LAVAPLATOS		UN				
EQUIPO						
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario	
Herramienta menor			\$ 4.480	10%	\$ 448	
SUBTOTAL					\$ 448	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario	
Lavaplatos	Un	1	0%	\$ 77.900	\$ 77.900	
SUBTOTAL					\$ 77.900	
TRANSPORTES						
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario	
SUBTOTAL						
MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario	
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,08	\$ 5.150	
SUBTOTAL					\$ 5.150	
TOTAL					\$ 83.498	

Fuente: Propia

Tabla 40. APU suministro e instalación lavadero.

ACTIVIDAD			UNIDAD		12
LAVADERO			UN		
ñ., mm					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor			\$ 4.480	10%	\$ 448
SUBTOTAL					\$ 448
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario
Mueble lavadero	Un	1	0%	\$ 243.900	\$ 243.900
SUBTOTAL					\$ 243.900
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,08	\$ 5.150
SUBTOTAL					\$ 5.150
TOTAL					\$ 249.498

Fuente: Propia

Tabla 41. APU Suministro e instalación sanitario convencional.

ACTIVIDAD			UNIDAD		13
SANITARIO COVENCIONAL			UN		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor			\$ 6.720	10%	\$ 672
SUBTOTAL					\$ 672
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario
Sanitario	Un	1	0%	\$ 175.000	\$ 175.000
Cemento blanco x 40 kg	Un	0,03	3%	\$ 45.900	\$ 1.418
Acople Man. Universal	Un	1	0%	\$ 3.600	\$ 3.600
SUBTOTAL					\$ 180.018
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,13	\$ 8.369
SUBTOTAL					\$ 8.369
TOTAL					\$ 189.059

Fuente: Propia

Tabla 42. APU suministro e instalación ducha convencional.

ACTIVIDAD			UNIDAD			14
DUCHA			UN			
EQUIPO						
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario	
Herramienta menor			\$ 5.380	10%	\$ 538	
SUBTOTAL					\$ 538	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario	
Ducha	Un	1	0%	\$ 35.419	\$ 35.419	
SUBTOTAL					\$ 35.419	
TRANSPORTES						
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario	
SUBTOTAL						
MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario	
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,05	\$ 3.219	
SUBTOTAL					\$ 3.219	
TOTAL					\$ 39.176	

Fuente: Propia

Tabla 43. APU suministro e instalación grifería lavamanos convencional.

ACTIVIDAD			UNIDAD			15
GRIFERÍA LAVAMANOS CONVENCIONAL			UN			
EQUIPO						
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario	
Herramienta menor			\$ 2.000	10%	\$ 200	
SUBTOTAL					\$ 200	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario	
Grifería lavamanos	Un	1	0%	\$ 56.900	\$ 56.900	
Kit instalación lavamanos	Un	1	0%	\$ 29.900	\$ 29.900	
SUBTOTAL					\$ 86.800	
TRANSPORTES						
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario	
SUBTOTAL						
MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario	
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,03	\$ 1.931	
SUBTOTAL					\$ 1.931	
TOTAL					\$ 88.931	

Fuente: Propia

Tabla 44. APU grifería lavaplatos convencional.

ACTIVIDAD		UNIDAD			16
GRIFERÍA LAVAPLATOS CONVENCIONAL		UN			
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor			\$ 4.480	10%	\$ 448
SUBTOTAL					\$ 448
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario
Grifería subconjunto lavaplatos	Un	1	0%	\$ 54.900	\$ 54.900
Kit instalación lavaplatos	Un	1	0%	\$ 35.900	\$ 35.900
SUBTOTAL					\$ 90.800
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,04	\$ 2.575
SUBTOTAL					\$ 2.575
TOTAL					\$ 93.823

Fuente: Propia

Tabla 45. APU suministro e instalación lavadero convencional.

ACTIVIDAD		UNIDAD			17
GRIFERÍA LAVADERO CONVENCIONAL		UN			
ñ., mm					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor			\$ 4.480	10%	\$ 448
SUBTOTAL					\$ 448
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario
Grifería lavadero (llave jardin)	Un	1	0%	\$ 63.400	\$ 63.400
SUBTOTAL					\$ 63.400
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,08	\$ 5.150
SUBTOTAL					\$ 5.150
TOTAL					\$ 68.998

Fuente: Propia

ANEXO B. APUs CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Tabla 46. APU punto agua potable PVC 1/2".

ACTIVIDAD		UNIDAD			1
PUNTO HIDRÁULICO 1/2" (INCLUYE ACCESORIOS SANITARIOS PARA PRESION)		UN			
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	1,20	\$ 1.068
SUBTOTAL					\$ 1.068
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TB PVC 1/2 "	m	0,5	\$ 2.750	\$ 1.375	
CODO 90° 1/2" PRESION	UN	1	\$ 400	\$ 400	
TEE PVC DE 1/2"	UN	1	\$ 600	\$ 600	
REGISTRO	UN	1	\$ 18.900	\$ 18.900	
ESTOPA	Kg	0,2	\$ 4.500	\$ 900	
LIMPIADOR	gl	0,1	\$ 91.600	\$ 9.160	
SOLDADURA	gl	0,1	\$ 223.600	\$ 22.360	
SUBTOTAL					\$ 53.695
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,2	\$ 12.875
SUBTOTAL					\$ 12.875
TOTAL					\$ 67.638

Fuente: Propia

Tabla 47. APU tubería PVC 1 1/2".

ACTIVIDAD			UNIDAD		2
TUBERIA PVC PRESION 1 1/2" INCUYE ACCESORIOS			ML		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	0,45	\$ 401
SUBTOTAL					\$ 401
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TB PVC 3/4"	m	1	\$ 6.200	\$ 6.200	
ESTOPA	Kg	0,02	\$ 3.150	\$ 63	
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916	
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236	
SUBTOTAL					\$ 9.415
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,1	\$ 6.438
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
SUBTOTAL					\$ 15.440
TOTAL					\$ 25.256

Fuente: Propia

Tabla 48. APU tubería PVC 3/4".

ACTIVIDAD			UNIDAD		3
TUBERIA PVC PRESION 3/4" INCUYE ACCESORIOS			ML		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	0,45	\$ 401
SUBTOTAL					\$ 401
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TB PVC 3/4"	m	1	\$ 2.750	\$ 2.750	
ESTOPA	Kg	0,02	\$ 3.150	\$ 63	
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916	
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236	
SUBTOTAL					\$ 5.965
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,1	\$ 6.438
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
SUBTOTAL					\$ 15.440
TOTAL					\$ 21.806

Fuente: Propia

Tabla 49. APU tubería PVC 1".

ACTIVIDAD		UNIDAD			4
TUBERIA PVC PRESION 1" INCLUYE ACCESORIOS		ML			
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	0,45	\$ 401
SUBTOTAL					\$ 401
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TB PVC 3/4"	m	1	\$ 4.450	\$ 4.450	
ESTOPA	Kg	0,02	\$ 3.150	\$ 63	
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916	
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236	
SUBTOTAL					\$ 7.665
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,1	\$ 6.438
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,1	\$ 4.501
SUBTOTAL					\$ 15.440
TOTAL					\$ 23.506

Fuente: Propia

Tabla 50. APU tubería PVC 1/2".

ACTIVIDAD		UNIDAD			5
TUBERIA PVC PRESION 1/2" INCLUYE ACCESORIOS		ML			
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	8,67	\$ 7.716
SUBTOTAL					\$ 7.716
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TB PVC 1/2"	m	1	\$ 2.750	\$ 2.750	
ESTOPA	Kg	0,02	\$ 3.150	\$ 63	
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916	
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236	
SUBTOTAL					\$ 5.965
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,08	\$ 5.150
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,08	\$ 3.601
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,08	\$ 3.601
SUBTOTAL					\$ 12.352
TOTAL					\$ 26.034

Fuente: Propia

Tabla 51. APU punto sanitario 2".

ACTIVIDAD			UNIDAD		6
PUNTO SANITARIO 2"			UN		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	8,67	\$ 7.716
SUBTOTAL					\$ 7.716
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TUBERIA SANITARIA 2"	m	0,5	\$ 5.300	\$ 2.650	
SIFÓN 2"	Un	1	\$ 2.700	\$ 2.700	
UNION 2"	Un	1	\$ 990	\$ 990	
YEE 2" X 2"	Un	1	\$ 2.950	\$ 2.950	
CODO 90°	Un	1	\$ 1.200	\$ 1.200	
ESTOPA	Kg	0,2	\$ 4.500	\$ 900	
LIMPIADOR	gl	0,1	\$ 91.600	\$ 9.160	
SOLDADURA	gl	0,1	\$ 223.600	\$ 22.360	
SUBTOTAL					\$ 42.910
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m³	Tarifa m³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,2	\$ 12.875
SUBTOTAL					\$ 12.875
TOTAL					\$ 63.501

Fuente: Propia

Tabla 52. APU tubería sanitaria 2".

ACTIVIDAD			UNIDAD		7
TUBERÍA SANITARIA 2"			ML		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	8,67	\$ 7.716
SUBTOTAL					\$ 7.716
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
TUBERIA SANITARIA 2"	m	0,9	\$ 5.300	\$ 4.770	
UNION 2"	Un	0,41	\$ 990	\$ 406	
ESTOPA	Kg	0,01	\$ 4.500	\$ 45	
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916	
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236	
SUBTOTAL					\$ 8.373
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m³	Tarifa m³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,09	\$ 5.794
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,09	\$ 4.051
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,09	\$ 4.051
SUBTOTAL					\$ 13.896
TOTAL					\$ 29.985

Fuente: Propia

Tabla 53. APU tubería sanitaria 3".

ACTIVIDAD		UNIDAD				8
TUBERÍA SANITARIA 3"		ML				
EQUIPO						
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario	
Herramienta menor	General	Un	\$ 890	8,67	\$ 7.716	
SUBTOTAL					\$ 7.716	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario		
TUBERIA AN 3"	m	0,9	\$ 7.700	\$ 6.930		
UNION 3"	Un	0,41	\$ 1.500	\$ 615		
ESTOPA	Kg	0,01	\$ 4.500	\$ 45		
LIMPIADOR	gl	0,01	\$ 91.600	\$ 916		
SOLDADURA	gl	0,01	\$ 223.600	\$ 2.236		
SUBTOTAL					\$ 10.742	
TRANSPORTES						
Material	Vol. O Peso	Distancia	m³	Tarifa m³	Vr. Unitario	
SUBTOTAL						
MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario	
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,09	\$ 5.794	
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,09	\$ 4.051	
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,09	\$ 4.051	
SUBTOTAL					\$ 13.896	
TOTAL					\$ 32.355	

Fuente: Propia

Tabla 54. APU caja de inspección 60*60.

ACTIVIDAD		UNIDAD				9
CAJA DE INSPECCION 60*60		UN				
EQUIPO						
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario	
Herramienta menor					\$ 3.662	
Equipo soldador			\$ 13.000	0,05	\$ 650	
SUBTOTAL					\$ 4.312	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario	
Concreto de planta 21MPa	m³	0,1	5%	\$ 341.075	\$ 35.813	
Formaleta para tapa	m²	1	0%	\$ 10.500	\$ 10.500	
Perfil L 2-1/2"x3/16"	m	6,6	5%	\$ 11.392	\$ 78.944	
Ladrillo prensado santa fe 24,5x12x5,5	Un	242	0%	\$ 670	\$ 162.140	
anclaje de tapa varilla 1/4" L=,10m	Un	4	5%	\$ 200	\$ 840	
mortero 1:3 e=2cm	m³	0,25	5%	\$ 294.372	\$ 77.273	
SUBTOTAL					\$ 365.510	
TRANSPORTES						
Material	Vol. O Peso	Distancia	m³	Tarifa m³	Vr. Unitario	
SUBTOTAL						
MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario	
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,4	\$ 25.750	
Ayudante	\$ 26.042	72,85%	\$ 45.014	0,4	\$ 18.005	
SUBTOTAL					\$ 43.756	
TOTAL					\$ 413.578	

Fuente: Propia

Tabla 55. APU suministro e instalación lavamanos.

ACTIVIDAD			UNIDAD			10
LAVAMANOS			UN			
EQUIPO						
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario	
Herramienta menor			\$ 5.380	10%	\$ 538	
SUBTOTAL					\$ 538	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario	
Lavamanos	Un	1	0%	\$ 66.900	\$ 66.900	
Silicona blanca baños-cocinas 280 ml	Un	0,3	3%	\$ 8.900	\$ 2.750	
SUBTOTAL					\$ 69.650	
TRANSPORTES						
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario	
SUBTOTAL						
MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario	
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,1	\$ 6.438	
SUBTOTAL					\$ 6.438	
TOTAL					\$ 76.626	

Fuente: Propia

Tabla 56. APU suministro e instalación lavaplatos.

ACTIVIDAD			UNIDAD			11
LAVAPLATOS			UN			
EQUIPO						
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario	
Herramienta menor			\$ 4.480	10%	\$ 448	
SUBTOTAL					\$ 448	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario	
Lavaplatos	Un	1	0%	\$ 77.900	\$ 77.900	
SUBTOTAL					\$ 77.900	
TRANSPORTES						
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario	
SUBTOTAL						
MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario	
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,08	\$ 5.150	
SUBTOTAL					\$ 5.150	
TOTAL					\$ 83.498	

Fuente: Propia

Tabla 57. APU suministro e instalación lavadero.

ACTIVIDAD			UNIDAD		12
LAVADERO			UN		
ñ., mm					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor			\$ 4.480	10%	\$ 448
SUBTOTAL					\$ 448
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario
Mueble lavadero	Un	1	0%	\$ 243.900	\$ 243.900
SUBTOTAL					\$ 243.900
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,08	\$ 5.150
SUBTOTAL					\$ 5.150
TOTAL					\$ 249.498

Fuente: Propia

Tabla 58. APU Suministro e instalación sanitario ahorrador.

ACTIVIDAD			UNIDAD		13
SANITARIO AHORRADOR			UN		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor			\$ 6.720	10%	\$ 672
SUBTOTAL					\$ 672
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario
Sanitario Smart Redondo	Un	1	0%	\$ 369.900	\$ 369.900
Cemento blanco x 40 kg	Un	0,03	3%	\$ 45.900	\$ 1.418
Acople Man. Universal	Un	1	0%	\$ 2.876	\$ 2.876
SUBTOTAL					\$ 374.194
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,13	\$ 8.369
SUBTOTAL					\$ 8.369
TOTAL					\$ 383.235

Fuente: Propia

Tabla 59. APU suministro e instalación ducha ahorradora.

ACTIVIDAD			UNIDAD		14
DUCHA AHORRADORA			UN		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor			\$ 5.380	10%	\$ 538
SUBTOTAL					\$ 538
MATERIALES					
Ducha ahorradora	Un	1	0%	\$ 264.600	\$ 264.600
SUBTOTAL					\$ 264.600
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,05	\$ 3.219
SUBTOTAL					\$ 3.219
TOTAL					\$ 268.357

Fuente: Propia

Tabla 60. APU suministro e instalación grifería lavamanos ahorrador.

ACTIVIDAD			UNIDAD		15
GRIFERÍA LAVAMANOS AHORRADOR			UN		
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor			\$ 2.000	10%	\$ 200
SUBTOTAL					\$ 200
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario
Grifería lavamanos monocontrol	Un	1	0%	\$ 96.400	\$ 96.400
Kit instalación lavamanos	Un	1	0%	\$ 29.900	\$ 29.900
SUBTOTAL					\$ 126.300
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,03	\$ 1.931
SUBTOTAL					\$ 1.931
TOTAL					\$ 128.431

Fuente: Propia

Tabla 61. APU grifería lavaplatos ahorrador.

ACTIVIDAD		UNIDAD			16
GRIFERÍA LAVAPLATOS AHORRADOR		UN			
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor			\$ 4.480	10%	\$ 448
SUBTOTAL					\$ 448
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario
Grifería subconjunto lavaplatos	Un	1	0%	\$ 219.900	\$ 219.900
Kit instalación lavaplatos	Un	1	0%	\$ 35.900	\$ 35.900
SUBTOTAL					\$ 255.800
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,04	\$ 2.575
SUBTOTAL					\$ 2.575
TOTAL					\$ 258.823

Fuente: Propia

Tabla 62. APU suministro e instalación lavadero ahorrador.

ACTIVIDAD		UNIDAD			17
LAVADERO AHORRADOR		UN			
EQUIPO					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rend hr/und	Vr. Unitario
Herramienta menor			\$ 4.480	10%	\$ 448
SUBTOTAL					\$ 448
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Desperdicio	Precio Unit.	Vr. Unitario
Grifería lavadero (llave jardin)	Un	1	0%	\$ 212.900	\$ 212.900
SUBTOTAL					\$ 212.900
TRANSPORTES					
Material	Vol. O Peso	Distancia	m ³	Tarifa m ³	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
MANO DE OBRA					
Trabajador	Jornal Cuadrilla	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
Oficial 1A	\$ 38.274	68,20%	\$ 64.376	0,08	\$ 5.150
SUBTOTAL					\$ 5.150
TOTAL					\$ 218.498

Fuente: Propia

ANEXO C. CÓMO REALIZAR UNA BÚSQUEDA DE DATOS EN EL SUI

El portal web del SUI es una página abierta a todo público en la que los usuarios se pueden dirigir para consultar datos sobre los servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía, gas natural y gas licuado de petróleo o por sus siglas “GLP”.

Para efectos del presente trabajo, se explicará cómo realizar una búsqueda de datos de acueducto, para lo cual se deben realizar los siguientes pasos.

1. Dirigirse a la dirección www.sui.gov.co
2. Una vez en la página de inicio del SUI, en la esquina superior derecha se encuentra el menú de opciones (identificada por tres líneas horizontales), como se expone en la imagen 35.

Ilustración 35. Menú de opciones página del SUI.



Fuente: <http://www.sui.gov.co/web>

3. Al darle clic sobre el menú se desplegarán una serie de opciones, dichas opciones se dividen en:
 - 3.1. Generales, es la sección en la que se puede ir directamente a la página de inicio, regresar a la página anterior o ingresar a la cuenta personal del SUI.
 - 3.2. Servicios públicos, es la sección en la que se encuentra cada servicio público para su consulta.
 - 3.3. Servicios informativos para, en esta sección se presentan 3 categorías en función del tipo de usuario que esté consultando la página, o la clase de información que necesite. Las categorías en esta sección son:
 - 3.3.1. Empresas prestadoras.
 - 3.3.2. Entes territoriales.
 - 3.3.3. Ciudadanos y usuarios.

3.4. Sobre el SUI, en esta sección se exponen todos los datos respecto al SUI y sus mecanismos de seguimiento, control y atención al usuario.

En la sección de servicios públicos se dará clic en la opción **acueducto** como se muestra en la imagen 36.

Ilustración 36. Opción para consultas del servicio de acueducto



Fuente: <http://www.sui.gov.co/web>

Lo cual conduce a la página de datos del servicio de acueducto, como lo muestra la imagen 37.

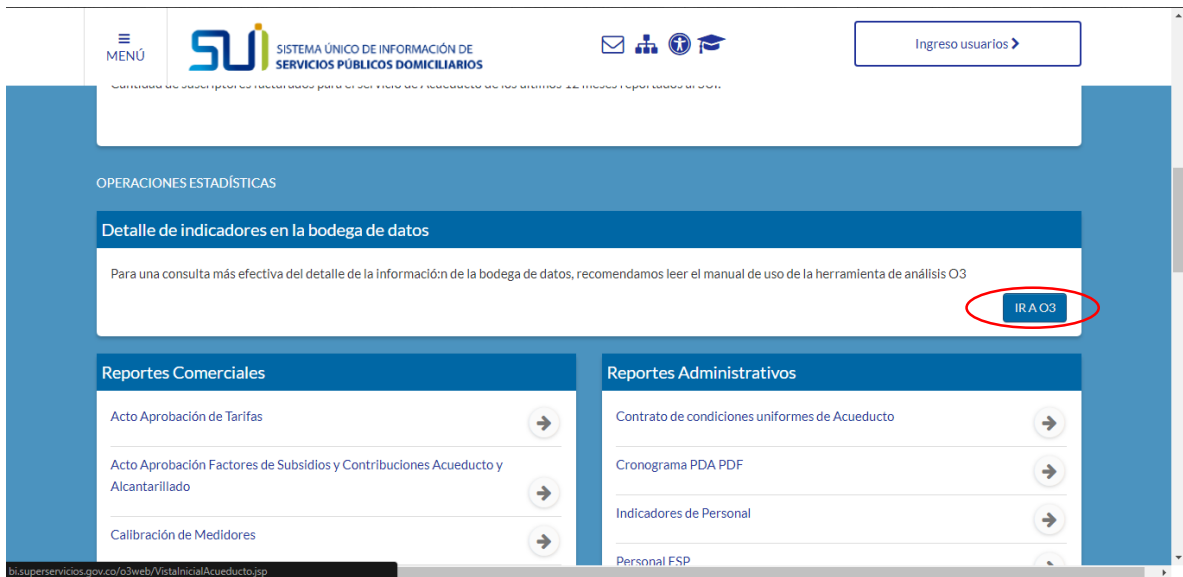
Ilustración 37. Página del servicio de acueducto SUI



Fuente: <http://www.sui.gov.co/web/acueducto>

4. Navegando por la página, se debe ir a la sección que dice *detalle de indicadores en la bodega de datos* y dar clic en la opción *ir a O3*, como se muestra en la imagen 38.

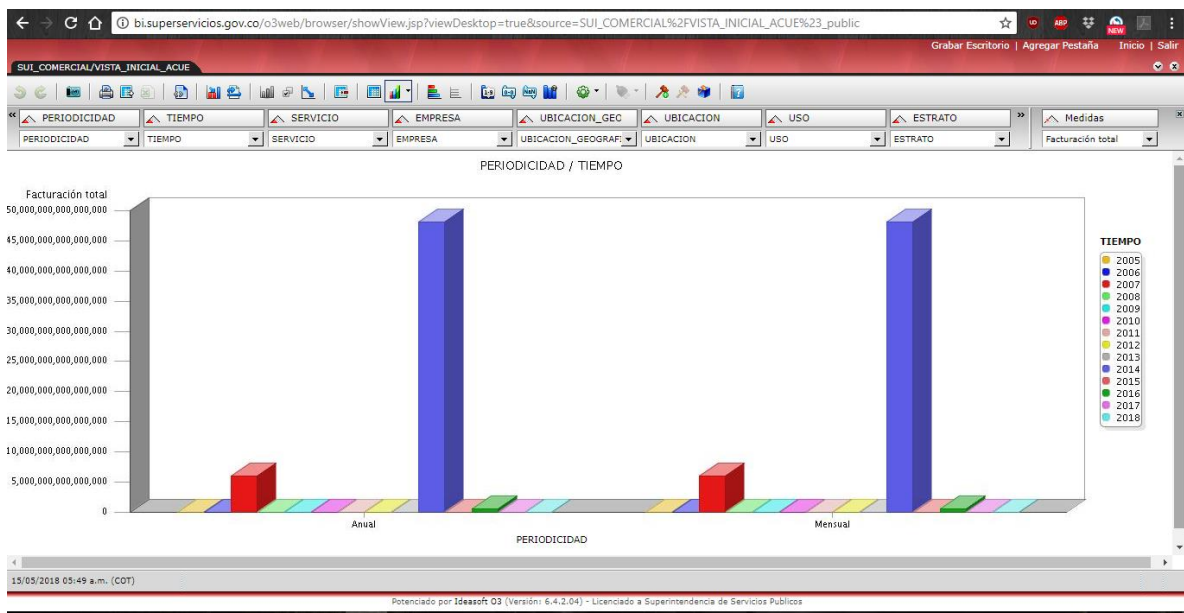
Ilustración 38. Opción para dirigirse a la herramienta de análisis O3.



Fuente: <http://www.sui.gov.co/web/acueducto>

Lo cual conduce a la página central del O3, la cual se expone en la imagen 39.

Ilustración 39. Página de inicio de la herramienta de análisis O3.



Fuente:

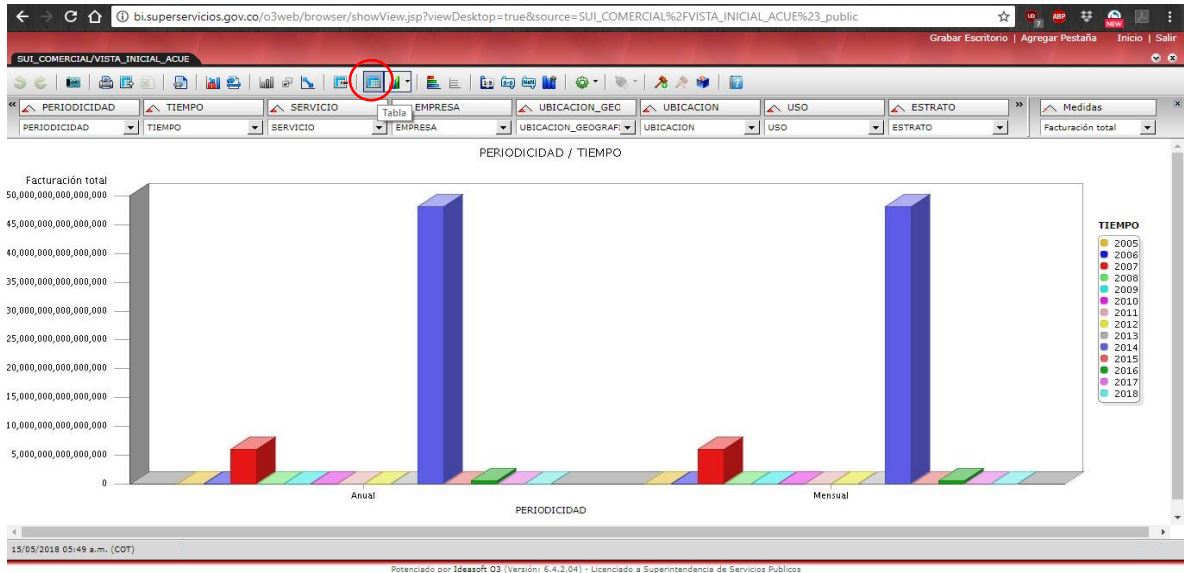
http://bi.superservicios.gov.co/o3web/browser/showView.jsp?viewDesktop=true&source=SUI_COMERCIAL%2FVISTA_INICIAL_ACUE%23_public

5. En esta página se encuentran los siguientes filtros de búsqueda:
 - 5.1. Periodicidad, es donde se establece el tiempo de cada periodo de la búsqueda, bien sea anual, trimestral, mensual o semestral.
 - 5.2. Tiempo, en esta opción se asignan los años que se desean evaluar bajo la periodicidad previamente establecida.
 - 5.3. Servicio, aquí se elige el servicio público sobre el cual se quiere hacer la búsqueda.
 - 5.4. Empresa, aquí se muestran todas las empresas prestadoras de servicios públicos, para limitar la búsqueda a una empresa en particular.
 - 5.5. Ubicación geográfica, se encuentran todos los departamentos de Colombia para limitar la búsqueda a un solo departamento.
 - 5.6. Ubicación, muestra las ciudades, pueblos y municipios que componen el departamento previamente asignado, para acotar la búsqueda a sólo uno de estos.
 - 5.7. Uso, permite elegir el tipo de uso particular que se quiere filtrar entre: no aplica, no residencial o residencial.
 - 5.8. Estrato, permite escoger un estrato social, cuando se escoge uso residencial en la opción anterior o el tipo de uso cuando se escoge no aplica o no residencial.
 - 5.9. Medidas, aquí se definen los valores que el usuario desea extraer de la búsqueda.

Nota: no es obligatorio establecer un filtro en cada opción, lo que permite cada filtro es hacer más específica la búsqueda, sin embargo, no es indispensable ningún filtro para obtener resultados.

6. Por defecto los resultados de la búsqueda se exponen en graficas de barras, sin embargo, si se quiere cambiar esta opción a una visualización en tabla se debe dar clic en la opción *tabla*, como se muestra en la figura 40.

Ilustración 40. Opción *tabla* herramienta de análisis O3.

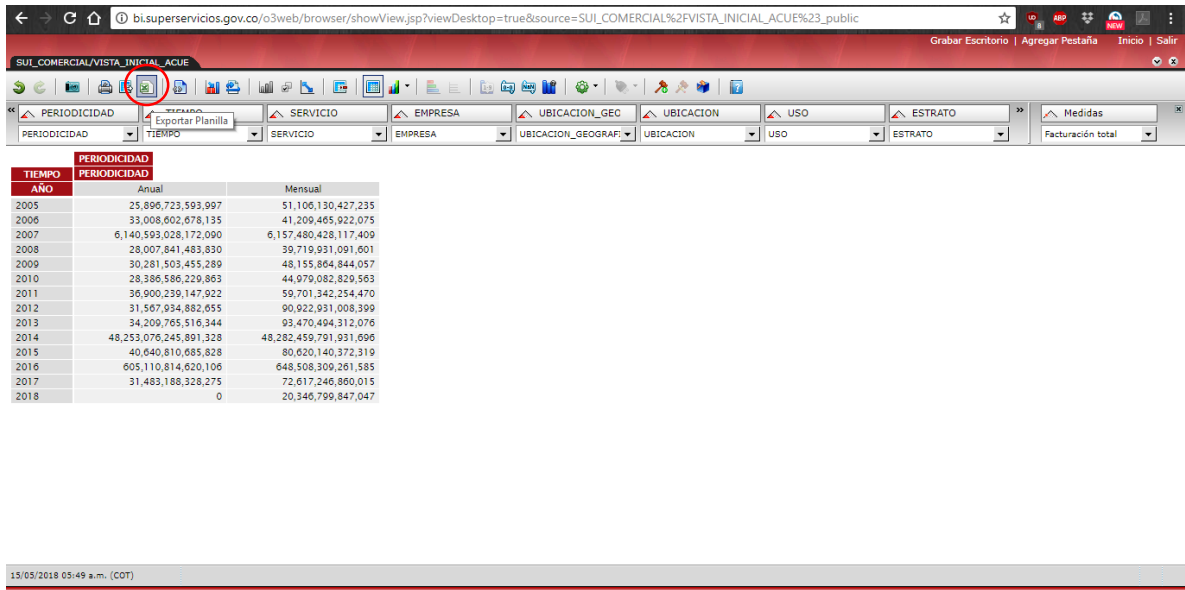


Fuente:

http://bi.superservicios.gov.co/o3web/browser/showView.jsp?viewDesktop=true&source=SUI_COMERCIAL%2FVISTA_INICIAL_ACUE%23_public

7. Para exportar la tabla a un archivo .xlsx se da clic en la opción *exportar planilla*, como se muestra en la imagen 41.

Ilustración 41. Exportar una tabla a Excel desde la herramienta de análisis O3.

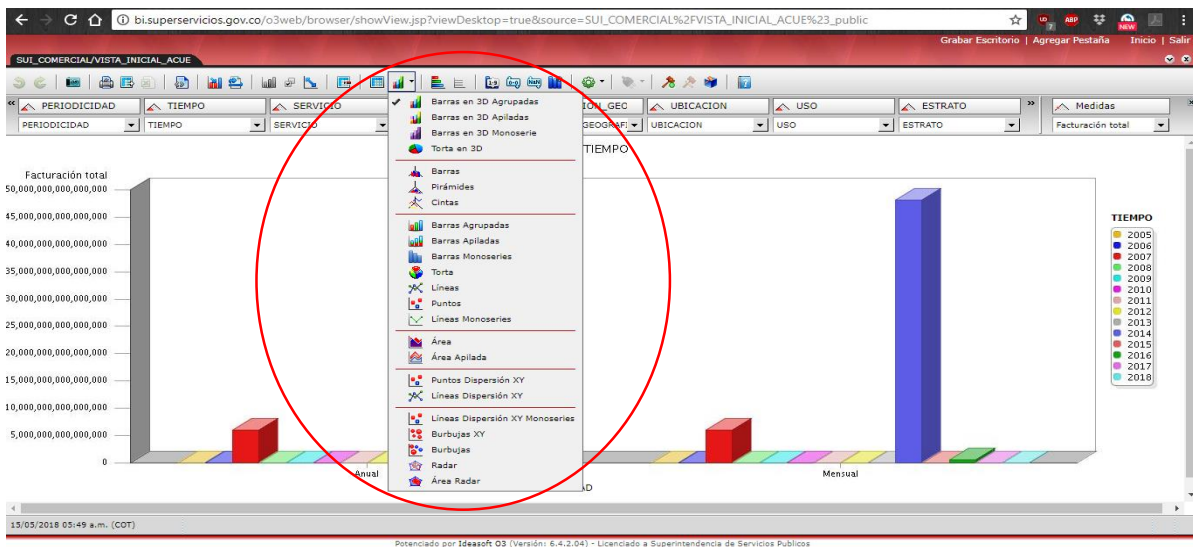


Fuente:

http://bi.superservicios.gov.co/o3web/browser/showView.jsp?viewDesktop=true&source=SUI_COMERCIAL%2FVISTA_INICIAL_ACUE%23_public

- Al lado derecho de la opción *tabla* se encuentra el menú de gráficos que se puede asignar a los resultados obtenidos, como se expone en la imagen 42.

Ilustración 42. Menú de gráficos herramienta de análisis O3.



Fuente:

http://bi.superservicios.gov.co/o3web/browser/showView.jsp?viewDesktop=true&source=SUI_COMERCIAL%2FVISTA_INICIAL_ACUE%23_public