

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

**REDISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO
ENERGÉTICO PARA ILUMINACIÓN Y
CALENTAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
UNA VIVIENDA DE ESTRATO
SOCIOECONÓMICO ALTO EN EL ÁREA
METROPOLITANA**

Jorge Alexander Ospina Torres

Ingeniería Electromecánica

Carlos Alberto Acevedo Álvarez, IM.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
MEDELLÍN-COLOMBIA
2017**

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

RESUMEN

Este proyecto es una iniciativa en particular de un usuario regulado, el cual presenta las siguientes características: tipo residencial, el dueño es una persona apasionada por la tecnología y el medio ambiente, estrato socio económico alto y está ubicado en el área metropolitana del Valle De Aburra. Dicho usuario desea tener una reducción en sus consumos de agua y energía dentro de su vivienda, mediante el rediseño de su sistema energético con tecnologías amigables con el medio ambiente (energías renovables). El rediseño consta de una valoración tecno-económica de un sistema de recirculación de aguas lluvias, sistema de paneles fotovoltaicos y un colector solar. Adicionalmente, se evaluará el impacto generado desde el punto de vista ambiental, de tal forma que se pueda ver reflejado como una alternativa de solución energética, a partir de un uso racional de los recursos naturales a los que se tiene acceso actualmente. Finalmente, se buscará a partir de esta experiencia, adquirir lecciones aprendidas que puedan servir como caso de estudio para futuros trabajos en un sector residencial que presente características similares a las estudiadas y valoradas con este proyecto.

Palabras clave: vivienda, energías renovables, consumo energético, tecnologías verdes, aprovechamiento de recursos naturales.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

RECONOCIMIENTOS

Agradezco inicialmente a Dios por darme la oportunidad de llegar a esta instancia en términos de educación, a mi familia, y a la confianza, el apoyo y dedicación de tiempo del asesor de este proyecto Carlos Alberto Acevedo Álvarez, IM. Por haberme dado la oportunidad de realizar esta tarea, además de haber compartido sus conocimientos, comentarios, y críticas constructivas. Adicionalmente, doy gracias al Ingeniero Electricista de la UPB Jaime Andrés Moreno (propietario del hogar citado) por su colaboración incondicional, recomendaciones y apreciaciones durante la elaboración de este trabajo.

Por último, doy gracias a los docentes y encargados de evaluar este informe ya que sin estos no sería posible llevar a cabo la actividad.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

ACRÓNIMOS

<i>Símbolo</i>	<i>Término</i>	<i>Unidad en SI</i>
PV	Fotovoltaico	-
CS	Colector Solar	-
DC	Corriente Directa	Amperio [A]
AC	Corriente Alterna	Amperio [A]
DOE	U.S. Department of Energy	-
Hp	Caballos de Fuerza	-
Rpm	Revoluciones por minuto	-
GN	Gas Natural	-
CCTV	Circuito cerrado de televisión	-
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación	-
CEE	Consumo Energía Eléctrica	<i>kWh</i>
A	Área	<i>m</i> ²
V	Volumen	<i>m</i> ³
CS	Consumo Subsidiado	-
ES	Estrato Socioeconómico	-
CF	Cargo Fijo	-
CP	Consumo promedio de 6 meses	-
CxC	Costo por Contribuciones	-

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

		-
CU	Consumo último mes (Enero 2017)	-
M	metros	<i>m</i>
EPM	Empresas Públicas de Medellín E.S.P.	-
OR	Operador de Red	-
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas	-
UTP	Universidad Tecnológica de Pereira	-
GPD	Galón por día	-
PVC	Policloruro de vinilo	-
CDE	Consumo diario de energía	$\left[\frac{\text{kWh}}{\text{día}} \right]$
Vataje	Potencia nominal instalada según datos de placa del dispositivo	W
HUD	Horas de uso diario	<i>h</i>
A_c	Área de la placa de absorción	m^2
L_{UA}	Carga térmica anual	$\left[\frac{GJ}{\text{año}} \right]$
\dot{Q}_{UA}	Calor requerido para calentar el agua	$\left[\frac{GJ}{\text{año}} \right]$
\dot{Q}_T	Pérdidas en el tanque	$\left[\frac{GJ}{\text{año}} \right]$
η	Eficiencia del colector solar	%

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

\bar{H}_T	Radiación global promedio anual en la superficie inclinada	$\left[\frac{kWh}{m^2 - dia} \right]$
\dot{m}	Consumo diario de agua caliente	$\left[\frac{kg}{dia} \right]$
N	Días del año	-
C_p	Calor específico del agua a presión constante [J/(kg°C)]	$\left[\frac{J}{kg K} \right]$
T_f	Temperatura final del agua	°C
T_0	Temperatura inicial del agua, aproximadamente tres grados Celsius menor a la temperatura ambiente	$T_0 = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$
T_a	Temperatura ambiente	$T_a = 21 \text{ } ^\circ\text{C}$
V_{Tanque}	Volumen tanque sistema potabilización aguas lluvias	m^3
π	Letra griega pi	Adimensional
r_{Tanque}	Radio tanque sistema potabilización aguas lluvias	m
h_{Tanque}	Altura tanque sistema potabilización aguas lluvias	m
C_s	Consumo promedio de un sanitario	$\frac{m^3}{mes}$
N_1	Cantidad de baños durante un periodo de tiempo	Número entero

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

<i>C</i>	Consumo promedio durante un periodo de tiempo	$\frac{m^3}{mes}$
----------	---	-------------------

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Listado de Figuras

	Pá g.
<i>Figura 1. Representación esquemática de una vivienda con la implementación de un sistema híbrido. Fuente: (Chong et al., 2016).</i>	17
<i>Figura 2. Paneles fotovoltaicos instalados en Falabella Castillo Cartagena. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.</i>	18
<i>Figura 3. Instalación de un inversor en una zona no interconectada (ZNI). Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.</i>	20
<i>Figura 4. Banco de baterías instalado en Falabella Barranquilla. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.</i>	21
<i>Figura 5. Distribución de cargas alojadas en tablero normalizado. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.</i>	22
<i>Figura 6. Colector solar instalado en TRONEX S.A.S de Medellín. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.</i>	23
<i>Figura 7. Bomba de agua Pedrollo. Fuente: http://www.pedrollo.com.co/es/default_t1</i>	24
<i>Figura 8. Representación esquemática de un sistema de recolección de aguas lluvias. Fuente: http://www.globalwatersolutions.com</i>	25
<i>Figura 9. Representación esquemática de una red de gas natural domiciliario. Fuente: http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Hogaresypersonas/Gasnatural.aspx</i>	26
<i>Figura 10. Motor eléctrico trifásico. Fuente: http://www.siemens.com/co/es/home.html</i>	27

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

<i>Figura 11. Bomba centrífuga serie QC. Fuente: http://www.q-pumps.com/inicio_es.php</i>	28
<i>Figura 12. Diagrama esquemático de un sistema solar fotovoltaico. Fuente: (Shukla et al., 2016).</i>	38
<i>Figura 14. Curvas de descarga de la batería seleccionada teniendo en cuenta tiempo y amperaje de operación. Fuente: http://mtek-sa.com</i>	43
<i>Figura 15. Diagrama esquemático de un sistema de agua caliente operando por termosifón. Fuente: (Jamar et al., 2016).</i>	45
<i>Figura 16. Componentes de un colector tipo placa plana. Fuente: (Jamar et al., 2016).</i>	46
<i>Figura 17. Tanques para recolección de aguas lluvias. Fuente: Propietario del inmueble.</i>	50
<i>Figura 18. Sistema de potabilización de aguas lluvias. Fuente: http://globalwatersolutions.com/lang/es/</i>	51
<i>Figura 19. Consumo de energía eléctrica en vivienda. Fuente: elaboración propia.</i>	56

Listado de Tablas

	Pág.
<i>Tabla 1. Costo energía eléctrica para usuarios tipo residencial. Fuente: (EPM, 2017).</i>	35
<i>Tabla 2. Costo gas natural para usuarios tipo residencial. Fuente: (Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM, 2017b).</i>	36
<i>Tabla 3. Costo aguas para usuarios tipo residencial. Fuente: (Dirección Comercial Aguas y Saneamiento, 2017).</i>	36
<i>Tabla 4. Inventario de cargas iniciales a operar en la vivienda. Fuente: Adaptado de (Mohazabieh et al., 2015).</i>	37

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

<i>Tabla 5. Cuadro de consumo energético mensual en vivienda. Fuente: Adaptado de (Mohazabieh et al., 2015).</i>	38
<i>Tabla 6. Características eléctricas del módulo a temperatura nominal de operación. Fuente: http://mtek-sa.com</i>	40
<i>Tabla 7. Cargas a ser alimentadas por el sistema fotovoltaico. Fuente: Propietario del inmueble.</i>	42
<i>Tabla 8. Costos iniciales de dispositivos para vivienda ecoeficiente. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.</i>	53
<i>Tabla 12. Cuadro de cargas para sistema PV considerando consumo y costo mensual con tarifa de EPM. Fuente: elaboración propia.</i>	59
<i>Tabla 13. Costos por inversión inicial en sistema PV. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.</i>	59
<i>Tabla 14. Generación y precios por sistema PV hasta 25 años para estrato 5 \$ 296.42/kWh. Adaptado de (Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica EPIA, 2008).</i>	59
<i>Tabla 15. Tiempo de recuperación de inversión por sistema PV. Adaptado de (Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica EPIA, 2008).</i>	60
<i>Tabla 16. Tiempo de recuperación de inversión por colector solar. Adaptado de (Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica EPIA, 2008).</i>	60
<i>Tabla 17. Tiempo de recuperación de inversión por sistema para recolección de aguas lluvias. Adaptado de Palacio Castañeda, N. (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia (Tesis de Especialización). Universidad de Antioquia, Medellín.</i>	60
<i>Tabla 9. Análisis consumo electricidad y costos para diferentes usuarios. Fuente: elaboración propia.</i>	61

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

<i>Tabla 10. Análisis consumo aguas y costos para diferentes usuarios. Fuente: elaboración propia.</i>	62
<i>Tabla 11. Análisis consumo gas natural y costos para diferentes usuarios. Fuente: elaboración propia.</i>	63

Listado de Ecuaciones

	Pág.
<i>Ecuación 1. Cálculo de consumo diario de energía [kWh/día] en viviendas.</i>	37
<i>Ecuación 2. Máxima capacidad permisible para un arreglo fotovoltaico.</i>	44
<i>Ecuación 3. Cálculo para determinar la carga térmica mensual.</i>	47
<i>Ecuación 4. Cálculo para determinar el área de la placa de absorción.</i>	47
<i>Ecuación 5. Cálculo del volumen de tanques para el sistema de potabilización de aguas lluvias.</i>	50
<i>Ecuación 6. Cálculo del consumo promedio de un sanitario en viviendas.</i>	52
<i>Ecuación 7. Costo generación por sistema PV (COP/kWh).</i>	54
<i>Ecuación 8. Tiempo recuperación inversión (años) por sistema PV.</i>	54
<i>Ecuación 9. Tiempo recuperación inversión (años) por colector solar.</i>	55
<i>Ecuación 10. Tiempo recuperación inversión (años) por sistema para recolección de aguas lluvias.</i>	56

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	13
1.1	Generalidades	13
1.2	Objetivos	14
1.3	Organización de la tesis	14
2	MARCO TEÓRICO	15
2.1	Rediseño de un sistema para el ahorro energético	15
2.2	Panel solar fotovoltaico	17
2.3	Inversor controlador para panel solar	18
2.4	Banco de baterías	19
2.5	Instalación eléctrica	20
2.6	Colector solar para agua caliente	21
2.7	Bomba de agua	22
2.8	Red hidráulica	23
2.9	Red de gas y suministro	24
2.10	Motor eléctrico	25
2.11	Bomba centrífuga.....	27
2.12	Estado del arte	28
3	METODOLOGÍA	31
3.1	Consumos energéticos y caracterización de cargas de la vivienda	32
3.2	Sistema fotovoltaico (PV) para la vivienda	37

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

3.3	Colector solar para la vivienda.....	43
3.4	Sistema de recolección de aguas lluvias para la vivienda	49
3.5	Viabilidad económica del proyecto	52
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1	Rediseño del suministro energético en vivienda ecoeficiente	55
4.2	Consumos energéticos promedio en viviendas del Valle de Aburra	57
4.3	Viabilidad económica del proyecto para obtener una vivienda ecoeficiente	60
5	CONCLUSIONES.....	64
5.1	RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	65
6	BIBLIOGRAFÍA	66
7	APÉNDICES.....	69
7.1	APÉNDICE A. Construcción de la vivienda	69
7.2	APÉNDICE B. Ficha técnica de paneles fotovoltaicos.....	97
7.3	APÉNDICE C. Ficha técnica de baterías	101
7.4	APÉNDICE D. Ficha técnica del inversor solar de 6 KVA 24 VDC – 120 VAC	103
7.5	APÉNDICE E. Ficha técnica de la planta de tratamiento de aguas lluvias.....	108
7.6	APÉNDICE F. Ficha técnica del colector solar	118
7.7	APÉNDICEG. Cuentas de servicios públicos de diferentes usuarios	120

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

Colombia por sus características geográficas está ubicada en una región privilegiada ya que cuenta con un gran potencial de recursos naturales y una diversidad de pisos térmicos, únicos en su naturaleza. Sin embargo, estos recursos al momento no se han aprovechado a un 100% con un propósito responsable y consciente debido a diversos factores de tipo socioeconómico generando un atraso tecnológico y por consiguiente una baja credibilidad ante desarrollos en los cuales estén involucradas energías verdes (energías renovables), para generar por ejemplo electricidad a bajo costo para uso doméstico y cualquier otro uso, con responsabilidad ambiental y social.

Este tipo de discusiones pueden ser pertinentes a la hora de desear la implementación de este tipo de energías en nuestras viviendas, ya que es fácil de demostrar que el recurso está disponible y en gran abundancia por ejemplo la radiación solar, aguas lluvias, las corrientes de viento. No obstante, ya encontramos en nuestro medio residencial, familias interesadas en implementar dispositivos tecnológicos que ayuden a disminuir el consumo energético, básico de su vivienda.

Por esta razón, el epicentro de nuestro estudio se encuentra en un usuario de estrato socioeconómico alto, el cual desea implementar en su vivienda un sistema alternativo de suministro de energía eléctrica, calefacción de agua y aprovechamiento de las mismas a partir de lluvias ocasionales y la radiación solar.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

1.2 Objetivos

Objetivo general

Rediseñar e implementar el sistema de suministro energético para iluminación, cargas varias y calentamiento de agua potable para vivienda estrato 5 en el Área Metropolitana.

Objetivos específicos

- Estudiar alternativas para suministro energético en lugares eco-eficientes.
- Determinar el estado actual de consumo energético para vivienda estrato 5 en el área metropolitana.
- Rediseñar el sistema de suministro energético para obtener vivienda eco-eficiente.
- Realizar estudio de viabilidad técnico-económica para la implementación del rediseño del sistema de suministro energético para obtener vivienda eco-eficiente.

1.3 Organización de la tesis

El marco teórico presenta los conceptos fundamentales de los diferentes dispositivos que se encuentran en un sistema de ahorro energético, que para nuestro caso la aplicación sería en viviendas. Los dispositivos a tener en cuenta son: paneles fotovoltaicos, inversor-regulador, banco de baterías, red eléctrica acondicionada, colector solar con accesorios y red hidráulica acondicionada, motor eléctrico y bomba centrífuga. Adicionalmente, se describe un estado del arte de diferentes trabajos de investigación sobre la temática de estudio que sirvan de apoyo para la realización del proyecto de tesis.

La metodología propuesta consta de un conjunto de actividades que se llevarán a cabo para dar cumplimiento a los objetivos planteados y de esta manera obtener los resultados esperados con el rediseño del sistema energético de iluminación y calentamiento de agua

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

potable para la vivienda, impactando de forma positiva al propietario y los habitantes de este hogar.

Los resultados esperados estarán enfocados en lograr un ahorro de consumos energéticos como electricidad, agua y gas natural dentro de la vivienda, los cuales serán analizados y discutidos.

Las conclusiones están basadas en los principales resultados obtenidos a partir del rediseño de un sistema para ahorro energético dentro de una vivienda de estrato socioeconómico alto. No obstante, se plantearán las respectivas recomendaciones y trabajo futuro que se debe de tener en cuenta a la hora de implementar estos proyectos.

2 MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentan el conjunto de conceptos que ayudarán a desarrollar el proyecto y a tener una comprensión general de un sistema de ahorro energético en viviendas.

2.1 Rediseño de un sistema para el ahorro energético

Se describen los elementos que integrarán el sistema, los cuales representan los pilares esenciales en los que se requiere realizar un estudio de consumo energético en condiciones actuales de funcionamiento y a partir de estos resultados obtenidos conocer la viabilidad de un proyecto con estas características, con todas las partes involucradas que lo conforman, y cuyo objetivo esté en reducir el consumo de servicios públicos generados en una vivienda (Chong *et al.*, 2016).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Los conceptos teóricos que abarcan esta categoría del estudio comprenden los siguientes contenidos (Chong *et al.*, 2016):

- Panel Solar
- Inversor controlador para panel solar
- Banco de Baterías
- Instalación Eléctrica
- Colector solar para agua caliente
- Bombas de agua
- Red hidráulica
- Motores Eléctricos
- Red de gas y suministro
- Funcionamiento mecánico de las bombas centrífugas

En la Figura 1, se muestra una representación esquemática de una vivienda con la implementación de un sistema híbrido, el cual está compuesto por paneles fotovoltaicos, colector solar y recolección de aguas lluvias (Chong *et al.*, 2016).



Figura 1. Representación esquemática de una vivienda con la implementación de un sistema híbrido. Fuente: (Chong et al., 2016).

2.2 Panel solar fotovoltaico

Los paneles solares son dispositivos tecnológicos que pueden aprovechar la energía convirtiéndola en energía utilizable por los seres humanos para calentar el agua sanitaria o para producir electricidad (Jankoet al., 2016).

El término panel solar abarca los diferentes tipos de dispositivos que, a pesar de compartir la similitud y el uso de la energía solar como fuente de energía, se hacen con tecnologías diferentes.

Los paneles solares fotovoltaicos transforman la energía solar en energía eléctrica (electricidad) para ser reutilizados en tiempo real, para alimentar el consumo eléctrico de una carga en un hogar (por ejemplo, iluminación, nevera, televisión y cualquier otro aparato

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

eléctrico normal) (Shukla *et al.*, 2016). Las plantas pueden ser aisladas o estar conectadas a la fuente de alimentación. En este último caso, si usted produce más energía de la que consume, la planta da crédito a la energía de la red, de lo contrario, se basa en la red para satisfacer los requisitos (la llamada “cuenta de la energía”)(Janko, Arnold, & Johnson, 2016; Shukla, Sudhakar, & Baredar, 2016). La Figura 2, muestra paneles fotovoltaicos instalados por la empresa TRONEX S.A.S de Medellín en la ciudad de Cartagena.



Figura 2. Paneles fotovoltaicos instalados en Falabella Castillo Cartagena. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.

2.3 Inversor controlador para panel solar

Los inversores para panel solar se utilizan principalmente para cambiar de la corriente directa a la corriente alterna a través de un proceso de conmutación eléctrica. Podemos pensar en los inversores utilizados en los paneles solares como en alternadores electrónicamente sintetizados (Wiser *et al.*, 2016).

En una instalación independiente, los inversores de los paneles solares funcionan para cambiar la corriente directa (DC) producida por una batería en corriente alterna (AC).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Actualmente, los inversores en los sistemas aislados van en escala de hasta un máximo de 10 kW, sin embargo, estas tecnologías siguen en desarrollo y cada vez sus capacidades nominales van en aumento. Estos se utilizan para alimentar una gran variedad de pequeños proyectos empresariales o de carácter personal. En un sistema aislado, los vatios más bajos, a menudo se utilizan para cargar los ordenadores portátiles, mientras que los inversores de alta potencia se podrían utilizar para abastecer las necesidades de toda una familia (Shukla *et al.*, 2016). La Figura 3, presenta una instalación hecha en una zona no interconectada (ZNI) ubicada en bocas del pantano en el departamento del Vichada.



Figura 3. Instalación de un inversor en una zona no interconectada (ZNI). Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.

2.4 Banco de baterías

Un banco de baterías como definición se puede decir que es un conjunto de baterías conectadas entre sí en paralelo o en serie que sirven para proveer de electricidad en el

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

momento en que otras fuentes de energía primarias no funcionan, o no están disponibles (Urbanet *al.*, 2016). La Figura 4, muestra un banco de baterías instalado en Falabella Barranquilla utilizado para suministro de respaldo en interconexión de sistema fotovoltaico.



Figura 4. Banco de baterías instalado en Falabella Barranquilla. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.

2.5 Instalación eléctrica

Se entiende por instalación eléctrica al conjunto integrado por canalizaciones, estructuras, conductores, accesorios y dispositivos que permiten el suministro de energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta el centro de consumo, para alimentar a las máquinas y dispositivos que la demanden para su funcionamiento.

Puede decirse que el objetivo fundamental de una instalación eléctrica es el de cumplir con los requerimientos planteados durante el proyecto de la misma, tendientes a proporcionar el servicio eficiente que satisfaga la demanda de los aparatos que deberán ser alimentados

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

con energía eléctrica, bien sean de uso industrial o doméstico (Wiser *et al.*, 2016). La Figura 5 muestra una distribución de cargas alojadas en tablero normalizado.



Figura 5. Distribución de cargas alojadas en tablero normalizado. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.

2.6 Colector solar para agua caliente

Se conoce como colector solar o captador solar, a un dispositivo cuya finalidad es la de calentar agua a partir de la radiación solar, existen colectores solares de baja temperatura y colectores solares de alta temperatura (Abd-ur-Rehman & Al-Sulaiman, 2016).

Los primeros se utilizan fundamentalmente en sistemas domésticos de calefacción y agua caliente sanitaria. Los segundos, por su parte son utilizados generalmente para producir energía eléctrica gracias a la concentración de los rayos solares mediante espejos reflectantes (Jamar *et al.*, 2016).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

El colector solar cumple su objetivo de calentar agua de diferentes maneras. Existen métodos diversos adecuados a la aplicación que quiera dársele al agua que se calienta a través de un colector solar (Urban, Geall, & Wang, 2016). La Figura 6 muestra un colector solar con capacidad para calentar 360 l de agua, el cual se encuentra instalado en TRONEX S.A.S de Medellín, actualmente.



Figura 6. Colector solar instalado en TRONEX S.A.S de Medellín. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.

2.7 Bomba de agua

Es la máquina que transforma la energía eléctrica en mecánica, aplicándola para mover el agua. Este movimiento, normalmente es ascendente. Las bombas pueden ser de dos tipos “volumétricas” y “turbo-bombas” (DOE, 2005). Todas constan de un orificio de entrada (de aspiración) y otro de salida (de impulsión). Las volumétricas mueven el agua mediante la variación periódica de un volumen. Es el caso de las bombas de émbolo. Una turbo-bomba posee un elemento que gira, produciendo así el arrastre del agua. Este elemento “rotor” se denomina “Rodete” y suele tener la forma de hélice o rueda con paletas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Las bombas pueden recibir la energía de diversas fuentes. Desde la antigüedad se ha usado la energía eólica en este menester. El movimiento de las paletas del molino de viento se transmite a una bomba que extrae agua de un pozo. Cuando la bomba recibe la energía a través de un motor acoplado (eléctrico, de gasóleo o gasolina), el conjunto se llama motobomba. El motor puede también estar separado de la bomba (European Association of Pump Manufacturers (Europump), 2014). Entonces hace falta un elemento que transmita el movimiento, el cual puede ser una polea, un eje, entre otros (Hydraulics, 1996). La Figura 7 muestra una bomba de agua Pedrollo de 0.5 hp a 3450 rpm.



Figura 7. Bomba de agua Pedrollo. Fuente: http://www.pedrollo.com.co/es/default_t1

2.8 Red hidráulica

Es la red conformada por los elementos de conducción que permiten el suministro de agua potable a la edificación, desde la red pública de distribución de agua potable hasta la entrega a los aparatos sanitarios: lavamanos, sanitarios, lavaplatos, lavaderos, ducha. Estos elementos de conducción son tuberías de hierro galvanizado, asbesto cemento, cobre y PVC (DOE, 2012).

Además de utilizar tuberías, en la red hidráulica de una edificación se utilizan accesorios para hacer empates o derivaciones como son: uniones, universales, codos, adaptadores, bujes y

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

tapones. También, se utilizan accesorios como griferías con mezclador de agua caliente, válvulas y llaves (Turner C & Doty, 2007) que se muestran en la Figura 8.

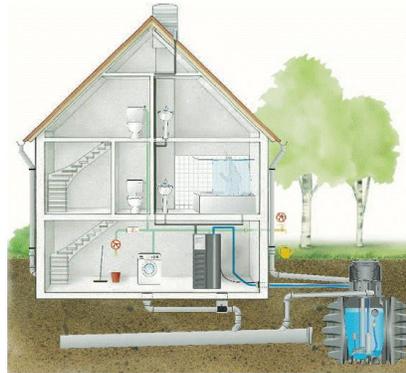


Figura 8. Representación esquemática de un sistema de recolección de aguas lluvias.

Fuente: <http://www.globalwatersolutions.com>

2.9 Red de gas y suministro

Una red de distribución de gas es la red de tuberías que se utiliza para distribuir el gas natural en una ciudad o región. Se puede hablar de la red de gas de una ciudad, de un país o de un continente. El objetivo principal es llevar el gas desde los centros de producción hasta los sitios donde se requiere o se consume. El gas natural puede utilizarse en los hogares para cocinar, obtener agua caliente, calefacción y climatizar (Bérriz & Álvarez, 2008).

Las cocinas, hornos y anafes están equipados con los dispositivos más modernos: encendido electrónico y válvulas de seguridad que cortan el paso del gas si se apaga la llama. Los hornos de gas son programables, auto lavables y disponen de encendido automático. El vapor de agua de la combustión del gas permite, en estos hornos, que los alimentos no se resequen (Jamar, Majid, Azmi, Norhafana, & Razak, 2016).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Los calentadores a gas natural producen agua caliente al instante y sin límite. Funcionan sólo cuando se necesita agua caliente, lo que permite un máximo ahorro de energía. Los termo-tanques almacenan agua caliente para cuando se necesite en varios puntos a la vez.

El gas natural también permite calentar los hogares alcanzando el máximo confort. Las calderas de calefacción mixtas (calefacción más agua caliente sanitaria) pueden ser para una sola vivienda (Urban *et al.*, 2016). La Figura 9 muestra la representación esquemática de una red de gas natural domiciliario.

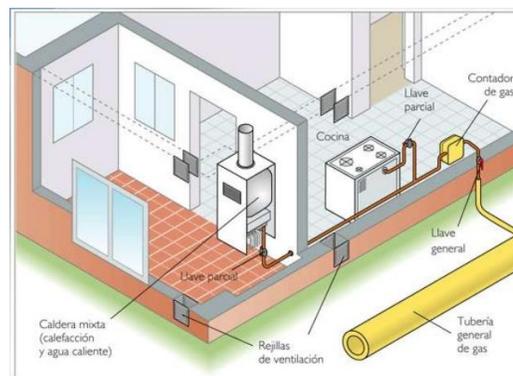


Figura 9. Representación esquemática de una red de gas natural domiciliario. Fuente: http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Hogaresypersonas/Gasnatural.aspx

2.10 Motor eléctrico

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica mediante interacciones electromagnéticas. Algunos motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en eléctrica funcionando como generadores, pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico a baterías (Turner & Doty, 2007).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

El motor de corriente alterna y el de corriente continua o directa, se basa en el mismo principio de funcionamiento denominado Fuerza de Lorentz, que se da cuando un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético. El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo así propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor (Saidur, 2010).

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente por un conductor produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha (Hasanuzzaman et al., 2011). La Figura 10 muestra los componentes principales de un motor trifásico de 1 hp a 1800 rpm.

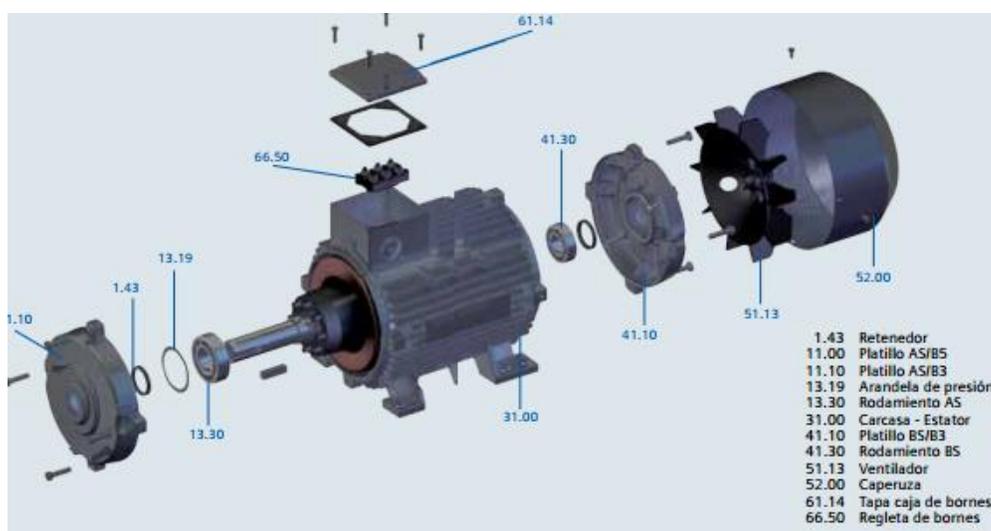


Figura 10. Motor eléctrico trifásico. Fuente: <http://www.siemens.com/co/es/home.html>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

2.11 Bomba centrífuga

Una bomba centrífuga es una máquina que consiste de un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una caja o cárter, o una cubierta o coraza. Se denominan así porque la cota de presión que crean es ampliamente atribuible a la acción centrífuga. Las paletas imparten energía al fluido por la fuerza de esta misma acción. Así, despojada de todos los refinamientos, una bomba centrífuga tiene dos partes principales: (1) un elemento giratorio, incluyendo un impulsor y una flecha, y (2) un elemento estacionario, compuesto por una cubierta y chumaceras. Su funcionamiento es sencillo, el flujo entra a la bomba a través del centro u ojo del rodete y el fluido gana energía a medida que las paletas del rodete lo transportan hacia fuera en dirección radial. Esta aceleración produce un apreciable aumento de energía de presión y cinética, lo cual es debido a la forma de caracol de la voluta para generar un incremento gradual en el área de flujo de tal manera que la energía cinética a la salida del rodete se convierte en cabeza de presión (European Association of Pump Manufacturers (Europump), 2014). La Figura 11 muestra una bomba centrífuga marca Q-PUMPS.



Figura 11. Bomba centrífuga serie QC. Fuente: http://www.q-pumps.com/inicio_es.php

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

2.12 Estado del arte

Se hizo una revisión de 10 artículos científicos de la base de datos Science Direct a la cual el ITM tiene acceso. Las palabras clave que se tuvieron en cuenta para indagar sobre la temática fueron: *Residential Energy Efficiency, Residential Energy Consumption, Energy-Conservation Behavior, Leadership in Energy and Environmental Design for Homes (LEED-H), Green Homes, Energy Generation and Saving, Energy-Efficient House, Eco-house.*

En Li & Carrión, (2017) muestran la certificación ENERGY STAR®, la cual es una etiqueta voluntaria, que representa una residencia diseñada y construida para usar un 30% menos de energía que sus contrapartes. Adicionalmente, evalúan la efectividad de este programa usando datos de consumo para residencias en el Condado de Alachua, Florida entre los años 2000 y 2013. Como resultados, se encontró que alrededor del 25% de las viviendas calificadas con ENERGY STAR® se encuentran en esa zona. Por tanto, a largo plazo se tendrán mayores ahorros debido a una eficiencia energética sobre viviendas que no son ENERGY STAR®. Este programa puede ser visto como una práctica para obtener una vivienda ambientalmente amigable y que aborda cuestiones económicas.

En Kossieriset *al.*, (2014) implementan tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el sector de aguas para ofrecer una nueva perspectiva hacia la gestión sostenible del agua, dirigida principalmente a los usuarios finales del hogar. La plataforma permite a los consumidores tener control en tiempo real, del consumo de agua y energía de su hogar proporcionando valiosa información y retroalimentación. También, la plataforma apoya a los usuarios finales para modificar y mejorar su perfil de consumo a través de un proceso educativo que comprende una variedad de herramientas y aplicaciones en línea.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

En Mohazabiehet *al.*, (2015) escogen dos casas idénticas de eficiencia energética, una es una casa "Energy Star" (EH) y la otra casa "Green" (GH), ubicadas en Ontario, Canadá. El consumo de energía de ambas casas fue simulado y sus facturas de servicios públicos se normalizaron mediante el uso del software de simulación de energía para edificaciones HOT2000 y Princeton Scorekeeping usando el método (PRISM). Aunque se esperaba que GH consumiera menos energía que EH, se consideró a GH más eficiente en términos de energía, dando un consumo en EH un 44% menor que la GH. La investigación adicional sobre el comportamiento de los ocupantes mostró claramente que tener sistemas eficientes energéticamente no necesariamente conduce a un menor consumo de energía.

En Chegutet *al.*, (2016) hicieron un análisis de los efectos del valor de la eficiencia energética en el mercado de una vivienda asequible, utilizando una muestra de 17835 casas vendidas por las instituciones holandesas en el período entre 2008 y 2013. Dio como resultados que las viviendas con alta eficiencia energética se venden 2.0-6.3% más en comparación con las de baja eficiencia energética. Esto implica acceder a una prima de gastos por unos 3000 a 9700 euros por vivienda.

En Alalouchet *al.*, (2016) tienen en cuenta el concepto de energía eficiente, como respuesta a la necesidad de reducir la demanda de energía en un sector residencial que presente climas cálidos y áridos extremos, ubicados en la región del Consejo de Cooperación del Golfo (CCG), donde la prioridad es reducir espacio de carga de refrigeración, mediante la revisión de dos casos de estudio en los que se diseñaron y construyeron casas con eficiencia energética.

En Yueet *al.*, (2016)(Yue, Long, Chen, Khan, & Qi, 2016)(Yue, Long, Chen, Khan, & Qi, 2016)muestran un modelo y hacen encuestas sobre los residentes urbanos de la región oriental de China. Los resultados muestran que la intención del comportamiento de conservación de energía no es coincidente con el comportamiento. Por tanto, se sugiere optimizar la política de conservación de la energía.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

En Ismaeil & Rashid, (2014) evaluaron el método de calificación en Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental para Hogares (LEED-H) en tres hogares verdes de Malasia. Esto fue para determinar la cantidad de cambios y modificaciones necesarias para configurar y adaptar el LEED-H al contexto local, donde se encontró que todos los casos de estudio no cumplían con al menos 12 requisitos previos que son obligatorios, de los 23 que exige LEED-H.

En Motuziene & Vilutiene, (2013) realizaron la simulación del efecto de los perfiles de ocupación interna en el rendimiento energético de una casa eficiente ubicada en Lituania. El estudio fue evaluado para la demanda de energía para calefacción, iluminación y ventilación. Se simularon cuatro perfiles de ocupación diferentes durante el período de un año, utilizando un paso del tiempo de una hora. Los resultados muestran claramente que la edad, el comportamiento y el número de ocupantes deben ser tenidos en cuenta al realizar la simulación energética, especialmente para viviendas de alta eficiencia energética. Los resultados muestran que los supuestos relativos a las características y

Por tanto, se recomienda recoger en gran cantidad información sobre los ocupantes y sus preferencias, y evite usar perfiles de ocupación preestablecidos, con el fin de obtener datos más precisos.

En Chong *et al.*, (2016) presentan un estudio de viabilidad técnica de un innovador sistema híbrido compuesto por: techos ecológicos, recolección de aguas lluvias, paneles PV, mini turbina eólica, ventilación natural y claraboya para la generación y ahorro de energía eléctrica. El diseño se conceptualizó con base en experiencias adquiridas a partir de los datos meteorológicos de Malasia. La evaluación técnica del sistema mostró que la energía anual estimada fue de 21205.65 kWh, el ahorro de energía estimado fue de 1839.6 kWh, la tasa de ventilación anual estimada de $2.17 \times 10^8 \text{ m}^3$ y la reducción de las emisiones de CO_2 fue de 17767.89 kg/año.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

En Heinonen & Junnila, (2014) analizan de manera holística los patrones de consumo de energía residencial y las necesidades globales de energía de vivienda de los hogares urbanos y rurales en Finlandia, utilizando datos de la Encuesta Presupuestaria de Hogares de Finlandia y datos del Instituto Finlandés de Investigación Forestal (Metla), para extraer las compras de energía reales y convertirlas en unidades de energía. Nuestros hallazgos clave incluyen cinco perspectivas: (1) las diferencias de comportamiento parecen significativas entre los diferentes modos de vivienda; (2) cada modo de vivienda parece ser menos intensivo en las zonas rurales; (3) incluida la compra indirecta de energía, es esencial para comparar diferentes modos de vivienda; (4) unidad de análisis ($m^2 / per\ capita / vivienda$) y (5) las mezclas de energía varían significativamente entre los tipos de edificios estudiados, pasando de la pre-dominación de no renovables en edificios de apartamentos al uso de energías renovables en viviendas unifamiliares, lo que a su vez tiene implicaciones interesantes en la huella de carbono.

3 METODOLOGÍA

El proyecto consiste en un estudio para rediseñar el sistema de suministro energético, específicamente para una vivienda de estrato socioeconómico alto del municipio de Envigado, Colombia. Dicha vivienda presenta las siguientes características: un área construida de $162\ m^2$, alcoba principal con balcón y vestier, 3 alcobas cada una con baño, 2 parqueaderos cubiertos, estudio, portería con circuito cerrado de televisión (CCTV), cubierta verde opcional, zona de ropas independientes y zona verde privada, el número de habitantes son 4 personas (3 niños y un adulto) y el nivel de ocupación de la vivienda tiene un promedio de 288 horas/mes (12 horas/día) basado en un ejercicio hecho con el propietario del inmueble, donde este indica aproximadamente como va ser la ocupación familiar en la

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

vivienda. A continuación, se muestra como esta sección se subdivide en 5 etapas de forma general, las cuales son:

3.1 Consumos energéticos y caracterización de cargas de la vivienda.

En este ítem se presenta el detalle de los costos de servicios públicos en varios estratos socioeconómicos, el total de las cargas que operaran en el hogar citado y su consumo diario, todo esto para tener información que servirá para el análisis del proyecto.

3.2 Sistema fotovoltaico (PV) para la vivienda.

En este ítem se muestra brevemente, como puede ser el proceso de selección de un sistema PV con sus componentes, también se indica cómo se seleccionan (Inversor-controladora, banco de baterías, módulos PV) para nuestro caso de estudio.

3.3 Colector Solar para la vivienda.

En este ítem se presenta el tipo de colector solar deseado a instalar en el futuro por el propietario del hogar, su principio de funcionamiento y las ecuaciones básicas para su dimensionamiento.

3.4 Sistema de recolección de aguas lluvias para la vivienda.

En este ítem se da una descripción general de los componentes que conforman este sistema y la forma de selección del mismo con algunas recomendaciones.

3.5 Viabilidad económica del proyecto

En este subíndice se suministran los costos de inversión del proyecto y se analiza si es justificable esta inversión según el beneficio esperado por el propietario del hogar.

3.1 Consumos energéticos y caracterización de cargas de la vivienda

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Se parte de información suministrada por el operador de red (OR) que para Antioquia es Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM) con el objetivo de conocer el costo de los servicios públicos (Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM), 2017a, 2017b; EPM, 2017b), los cuales dan cumplimiento a la Ley 142 de 1994, las resoluciones CREG 058/2000, 119/2007, 105/2009, 026/2010, 173/2011, 158-189-241/2015 y Ministerio de Minas y Energía 180574 de 2012. A continuación, se presentan las tablas que muestran los costos por energía eléctrica, gas natural y aguas del mes de enero de 2017, solo aplicable para usuarios tipo residencial:

Tabla 1. Costo energía eléctrica para usuarios tipo residencial. Fuente: (EPM, 2017).

Estrato socioeconómico	Rango Consumo	Propiedad EPM (\$/kWh)	Compartido (\$/kWh)	Propiedad Cliente (\$/kWh)
1 (Bajo – bajo)	0 – CS	200.21	192.71	185.08
	>CS	447.16	429.82	412.48
2 (Bajo)	0 – CS	250.26	192.71	185.08
	>CS	447.16	429.82	412.48
3 (Medio – bajo)	0 – CS	380.09	365.35	350.61
	>CS	447.16	429.82	412.48
4 (Medio)	Todo el consumo	447.16	429.82	412.48
	Todo el consumo	536.59	515.78	494.97
5 (Medio - alto)	Todo el consumo	536.59	515.78	494.97
	Todo el consumo	536.59	515.78	494.97

Nota: estos costos hacen referencia al Nivel I: Baja Tensión (< 1 kV).

CS: Consumo Subsidiado

Rango subsidiado

Alturas superiores o iguales a 1.000 mts sobre el nivel del mar

(0-130 kWh)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Alturas inferiores 1.000 mts sobre el nivel del mar

(0-173 kWh)

Tabla 2. Costo gas natural para usuarios tipo residencial. Fuente: (Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM, 2017b).

Estrato socioeconómico	Rangos de Consumo		
	Cargo fijo \$/Usuario	0 – 20 m ³ \$/m ³	Más de 20 m ³ \$/m ³
1 (Bajo – bajo)	0.00	658.62	1312.92
2 (Bajo)	0.00	819.78	1312.92
3 (Medio – bajo)	2937.31	1312.92	1312.92
4 (Medio)	2937.31	1312.92	1312.92
5 (Medio - alto)	3524.77	1575.50	1575.50
6 (Alto)	3524.77	1575.50	1575.50

Tabla 3. Costo aguas para usuarios tipo residencial. Fuente: (Dirección Comercial Aguas y Saneamiento, 2017).

Estrato socioeconómico	Acueducto			Alcantarillado		
	Cargo fijo \$/Instalación	0 – 18	> 18	Cargo fijo \$/Instalación	0 – 18	> 18
		m ³ \$/m ³	m ³ \$/m ³		m ³ \$/m ³	m ³ \$/m ³
1 (Bajo – bajo)	2491.05	515.93	1719.77	1337.28	510.71	1702.36
2 (Bajo)	4982.09	1031.86	1719.77	2674.55	1021.42	1702.36
3 (Medio – bajo)	7722.25	1599.39	1719.77	3788.95	1447.01	1702.36
4 (Medio)	8303.49	1719.77	1719.77	4457.59	1702.36	1702.36
5 (Medio - alto)	12870.41	2665.64	2665.64	6686.39	2553.54	2553.54
6 (Alto)	13700.76	2837.62	2837.62	7132.14	2723.78	2723.78

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

A partir de información suministrada por el propietario del inmueble basado en estimaciones de su consumo energético y la disponibilidad actual a nivel comercial de electrodomésticos, se hizo el siguiente procedimiento: un inventario de cargas iniciales a ser instaladas en el hogar como se muestra en la Tabla 4 y un cuadro de cargas organizado de la siguiente forma: dispositivo, cantidad, marca, potencia, horas de uso al mes y consumo energético como se muestra en la Tabla 5 con base en (Mohazabieh, Ghajarkhosravi, & Fung, 2015).

Tabla 4. Inventario de cargas iniciales a operar en la vivienda. Fuente: Adaptado de (Mohazabieh et al., 2015).

Cuadro de cargas iniciales				
Dispositivo	Cantidad	Marca	Potencia (W)	Total (W)
Televisor de 60 "	3	LG	230	690
Computador	1	Lenovo	90	90
Nevecon	1	Haceb	170	170
Lavadora	1	Whirlpool	760	760
Plancha	1	LG	900	900
Equipo de Sonido	2	Panasonic	200	400
DVD	2	Panasonic	50	100
Puerta Electrica	1	Craftsman	400	400
Horno Microondas	1	Whirlpool	12000	12000
Licuadaora	1	Osterizer	350	350
Luminarias tipo led	40	Silvania	5	200
Domótica Home	1	A.I Tech	150	150
Bomba Agua	2	Pedrollo	400	800
Total carga instalada				17020

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Tabla 5. Cuadro de consumo energético mensual en vivienda. Fuente: Adaptado de (Mohazabieh et al., 2015).

Consumo energético mensual en vivienda					
Dispositivo	Cantidad	Marca	Potencia (W)	Horas de Uso	Total (kWh)
Televisor de 60 "	3	LG	230	207	47,610
Computador	1	Lenovo	90	60	5,4
Nevecon	1	Haceb	170	360	61,2
Lavadora	1	Whirlpool	760	16	12,16
Plancha	1	LG	900	8	7,2
Equipo de Sonido	2	Panasonic	200	12	2,4
DVD	2	Panasonic	50	10	5
Puerta Electrica	1	Craftsman	400	0,5	2
Horno Microondas	1	Whirlpool	1200	5	6
Licuadaora	1	Osterizer	350	4	1
Luminarias led	40	Silvania	5	200	1
Domótica Home	1	A.I Tech	150	120	18
Bomba de Agua	2	Pedrollo	400	16	6,4
Total consumo mensual					169,470

Para realizar el cálculo de consumo energético se utilizó la Ecuación 1 tomada de (U.S. Department of Energy, 2012; U.S. Department of Energy (DOE, 2012) donde se tiene en cuenta aspectos como: potencia nominal instalada y horas de uso diario, esto con el fin de obtener un panorama aproximado del consumo esperado en la vivienda.

$$\text{Consumo diario de kilovatios - hora} = \frac{(\text{Potencia} \times \text{horas de uso diario})}{1000} \quad (1)$$

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Donde:

DailyKilowatt – hour(kWh)consumption: consumo diario de energía [kWh/día]

Wattage: potencia nominal instalada según datos de placa del dispositivo [W]

HoursUsedPerDay: horas de uso diario [h]

Teniendo en cuenta la información anterior, se inicia el procedimiento para el rediseño del sistema de suministro energético para obtener una vivienda eco-eficiente, mediante el cálculo y selección de un sistema fotovoltaico y colector solar para la vivienda.

3.2 Sistema fotovoltaico (PV) para la vivienda

El proceso de adquisición de energía fotovoltaica implica el diseño, selección y determinación de especificaciones, las cuales dependen de una variedad de factores, tales como: la ubicación geográfica, las condiciones climáticas, la irradiación solar y el consumo de la carga (Shukla *et al.*, 2016).

Un sistema fotovoltaico ubicado en la terraza de una vivienda y operando en modo aislado a la red consta de los siguientes dispositivos: módulos, controladora de carga solar, inversor, banco de baterías, caja de distribución y carga como se muestra en la Figura 12 (Shukla *et al.*, 2016).

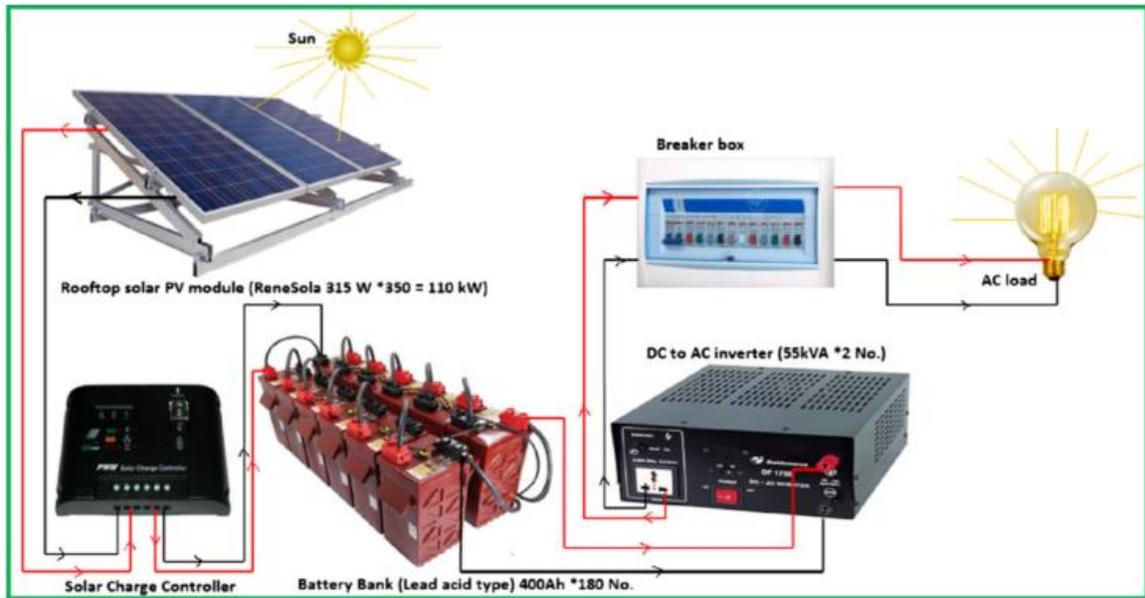


Figura 12. Diagrama esquemático de un sistema solar fotovoltaico. Fuente: (Shukla et al., 2016).

Aquí se procede a dar inicio a la selección del sistema (Módulos PV, Inversor controlador y banco de baterías). Teniendo en cuenta la necesidad dada por el dueño del hogar quien indica que su carga dependerá estrictamente de la capacidad de generación de 6 módulos PV marca MTEK Modelo FNS-SP300WH, que posee previamente a este estudio y los cuales presentan una potencia nominal de diseño de 300 W C/U para un total de 1800W en arreglo, (2 módulos en serie y al mismo tiempo, 3 series en paralelo) bajo condiciones de operación ideales dadas por el fabricante. Sin embargo, a condiciones reales de trabajo el modulo fotovoltaico, generara una potencia máxima de 221 W C/U bajo las siguientes consideraciones: nivel de irradiación promedio de 800 W/m^2 a temperatura ambiente (20°C) y una eficiencia por módulo de 14,1%, con lo cual tenemos un total de 1326 W en montaje final para este caso, cómo se puede verificar con la ayuda de la Tabla 6 , datos señalados en color rojo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Tabla 6. Características eléctricas del módulo a temperatura nominal de operación. Fuente: <http://mtek-sa.com>

Clase de Potencia	290 W	295 W	300 W	305 W	310 W	315 W
Potencia máxima (P_{max})	213 W	217 W	221 W	224 W	228 W	234 W
Voltaje de circuito abierto (V_{oc})	41.6 V	41.8 V	42 V	42.2 V	42.3 V	42.4 V
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	6.86 A	6.95 A	7.03 A	7.12 A	7.20 A	7.29 A
Voltaje a máxima potencia (V_{mpp})	33.3 V	33.5 V	33.6 V	33.8 V	34.1 V	34.4 V
Corriente a máxima potencia (I_{mpp})	6.40 A	6.48 A	6.58 A	6.63 A	6.69 A	6.81 A
Eficiencia del módulo (%)	13.6 %	13.9 %	14.1 %	14.3 %	14.6 %	15 %

P_{max} , V_{oc} , I_{sc} , V_{mpp} e I_{mpp} fueron hechas a Temperatura Nominal de Operación de la Celda (NOCT, en inglés) definido bajo: radiación de 800 W/m²; 20 °C; velocidad de viento de 1 m/s. Medida de tolerancia $\pm 3\%(P_{max})$

El inversor a utilizar será marca KEHUA TECH SPH (2000-6000) para sistemas aislados híbrido bidireccional, con controlador integrado de 6 KVA con un FP de 0.8 para una potencia real de 4800 W a 120 VAC y 24 VDC, con el cual también ya se cuenta previamente al proyecto. No obstante, se podría escoger un inversor de 2 KVA (1600W) teniendo en cuenta la capacidad actual de los módulos PV (1326 W) y por consiguiente la carga que se puede suplir con este sistema, la cual se seleccionará en este mismo capítulo más adelante. Se aclara que el propietario del hogar quiso sobredimensionar el equipo (Inversor) desde el inicio de su proyecto, pensando en una futura expansión de potencia en el sistema fotovoltaico. Por otra parte, este tipo de inversor solar (híbrido bidireccional) se puede encontrar combinado con un sistema de baterías de iones de litio y/o plomo ácido, permitiendo minimizar la pérdida

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

de energía y la posibilidad de usar energía solar generada durante todo el día, teniendo aplicaciones en dispositivos como el refrigerador, teatro en casa, computadora, iluminación, lavadora y cualquier otro electrodoméstico (Heinonen & Junnila, 2014), seguido de esto se puede hacer un dimensionamiento de una caja la cual contenga un Breaker que haga las veces de totalizador para 120VAC según las cargas seleccionadas alimentar (1300W) , el cual debe manejar (1300W/120V) 10,83A para finalizar con una caja de distribución la cual debe ser diseñada por el constructor eléctrico de la vivienda. En la Figura 13, se muestra el esquema de conexión del sistema.

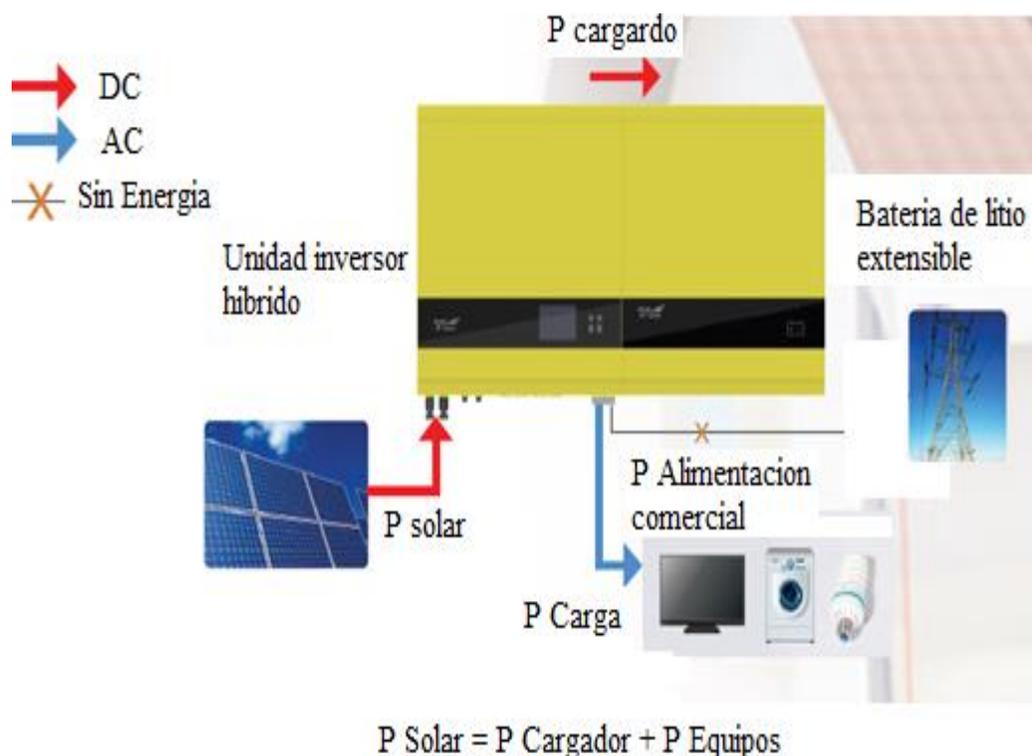


Figura 13. Esquema de conexión del sistema fotovoltaico. Fuente: <http://mtek-sa.com>

Inmediatamente después de tener la información de capacidad de paneles PV e Inversor disponible, se realizará la selección de cargas a ser alimentadas por el sistema fotovoltaico, las cuales están presentadas en la Tabla 7 (total 1300W), este proceso se hace en compañía del

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

propietario del hogar, quien hace una revisión de los electrodomésticos y luminarias que presentan su interés para ser alimentados por el sistema PV.

Tabla 7. Cargas a ser alimentadas por el sistema fotovoltaico. Fuente: Propietario del inmueble.

Cuadro de cargas iniciales				
Dispositivo	Cantidad	Marca	Potencia en W	Total en W
Televisor de 60 "	3	LG	230	690
Computador	1	Lenovo	90	90
Luminarias	40	Silvania	5	200
Nevecon	1	Haceb	170	170
Domótica Home	1	A.I Tech	150	150
Total carga instalada				1300

Ahora, dado el requerimiento del propietario del hogar, el cual desea tener una autonomía para su carga (electrodomésticos y luminarias) durante 5 horas aproximadamente a partir de la ausencia de radiación solar (de 6:00 pm a 11 pm, solicitud del cliente) y teniendo en cuenta toda la información anterior, se seleccionó un banco de baterías Plomo ácido marca MTEK MT123000 (24VDC300AH) interconectado en serie (dos unidades 12VDC300 AH), esta selección se hizo de la siguiente manera:

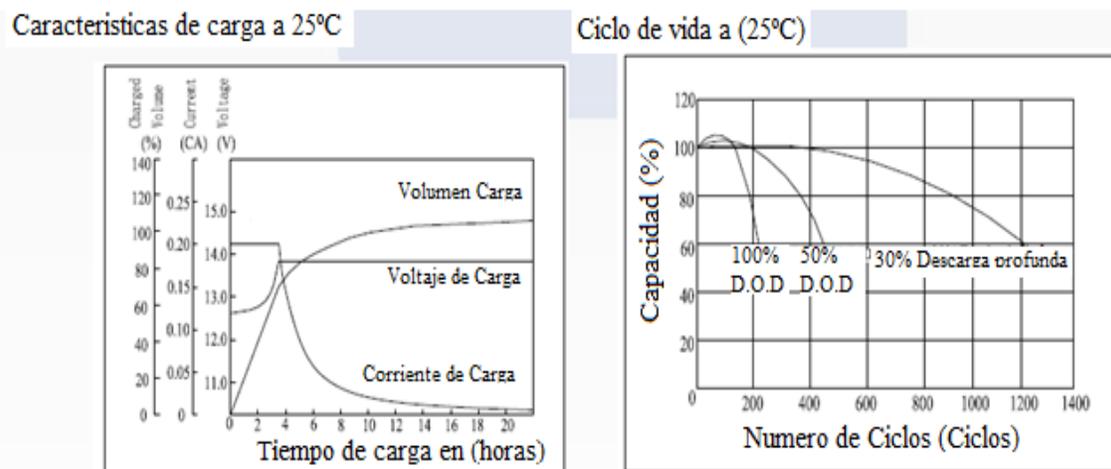
Ya se sabe que los PV pueden aportar 1326W, se mostró que el inversor también lo puede hacer, entonces se seleccionó una carga a ser alimentada por el sistema de 1300W; Entonces hacemos la siguiente operación para determinar corrientes en VDC a entregar por el sistema:

- De Inversor $4800 \text{ W} / 24 \text{ VDC} = 200 \text{ A}$
- De PV $1326 \text{ W} / 24 \text{ VDC} = 55.25 \text{ A}$
- De carga $1300 \text{ W} / 24 \text{ VDC} = 54.1 \text{ A}$

Tomamos la potencia de la carga 1300 W y la dividimos por 24 VDC de las 2 baterías en serie, esto nos da como resultado, $1300 \text{ W} / 24 \text{ VDC} = 54.1 \text{ A}$.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Por tanto, con 54.1 A nos vamos a la Tabla 6, Curva y características de descarga, correspondiente a la batería 12V300 AH, y se selecciona el elemento ubicándose en la Columna de 5 horas(tiempo requerido para autonomía de carga) y 54.2A e interceptando con la fila de tensión de corte: 10.20 Voltios, tenemos que cumple el requerimiento, es decir la batería en modo descarga máxima puede entregar 54.2A durante 5 horas hasta llegar a (10.20V tensión mínima) para que sea posible su operación sin afectarse por una descarga profunda. Este procedimiento es aportado por Tronex S.A.S, también se puede hacer de una forma más rápida mediante software especializados de uso confidencial de esta misma compañía. En la Tabla 6 se muestran las curvas de descarga de la batería seleccionada para este caso de estudio, tiempo y amperaje de operación.



Características de descarga de corriente constante (A, 25 °C)

F.V/tiempo	5 min	10 min	15 min	30 min	60 min	3 h	5 h	10 h	20 h
9.60 V	934	632	500	319	196	77.0	55.1	30.6	16.1
10.20 V	887	601	479	306	187	76.0	54.2	30.4	16.0
10.80 V	834	565	455	292	179	74.4	53.2	30.0	15.8

F.V: voltaje final sobre tiempo.

Figura 14. Curvas de descarga de la batería seleccionada teniendo en cuenta tiempo y amperaje de operación. Fuente: <http://mtek-sa.com>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

La Figura 14 representa Las curvas de característica de carga y ciclo de vida a 25°C de la batería utilizada en este caso por el fabricante (standard IEEE 1188 closed batteries, 2005).

- Característica de carga batería: En esta se muestra la curva de operación de la batería con sus variables tensión, corriente de carga, % de carga, tiempo en horas del proceso. Características básicas para su uso y puesta en marcha en equipos.
- Ciclo de vida: En esta se muestra la curva para la vida útil a la que puede llegar la batería según su uso y pruebas generadas por el fabricante en su laboratorio.

La información anterior, es según las especificaciones técnicas del fabricante, las cuales se encuentran en mayor detalle en la sección de Anexos. La Ecuación 2 representa la máxima capacidad permisible para un arreglo fotovoltaico (Janko et al., 2016).

$$P_{\max} = \frac{E_{\text{tot}}}{CF \times n_{\text{inv}}} \quad (2)$$

Donde:

P_{\max} : máxima capacidad permisible para un arreglo fotovoltaico [kW]

CF : factor de capacidad [%]

E_{tot} : consumo energético total anual en vivienda $\left[\frac{\text{kWh}}{\text{año}}\right]$

n_{inv} : eficiencia del inversor [%]

3.3 Colector solar para la vivienda

Los colectores solares a implementar serán del tipo placa plana, los cuales reciben radiación directa del Sol o en forma difusa (Bérriz & Álvarez, 2008). Estos colectores operan por circulación natural. Este modo de operación, se basa en la circulación del agua entre el colector y el tanque de almacenamiento, el cual se denomina principio de termosifón (Jamar

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

et al., 2016). Esto ocurre cuando una masa de fluido estable es calentada a través de la base de un recipiente que, para nuestro caso, el agua debe entrar al colector por la parte inferior la cual se encuentra caliente. Por tanto, el agua disminuye su densidad debido al incremento de la temperatura, es allí, donde una columna de agua fría que se encuentra en la tubería de retorno al colector y la columna de agua caliente dentro del mismo, producen un intercambio de calor (producido por un diferencial de temperatura), el cual genera un descenso por gravedad en el agua fría, haciendo que empuje el agua caliente hacia el tanque (Burbano et al., 2006). La Figura 15 presenta un diagrama esquemático de un sistema para agua caliente operando por termosifón y la Figura 16 muestra los componentes de un colector tipo placa plana (Jamar et al., 2016).

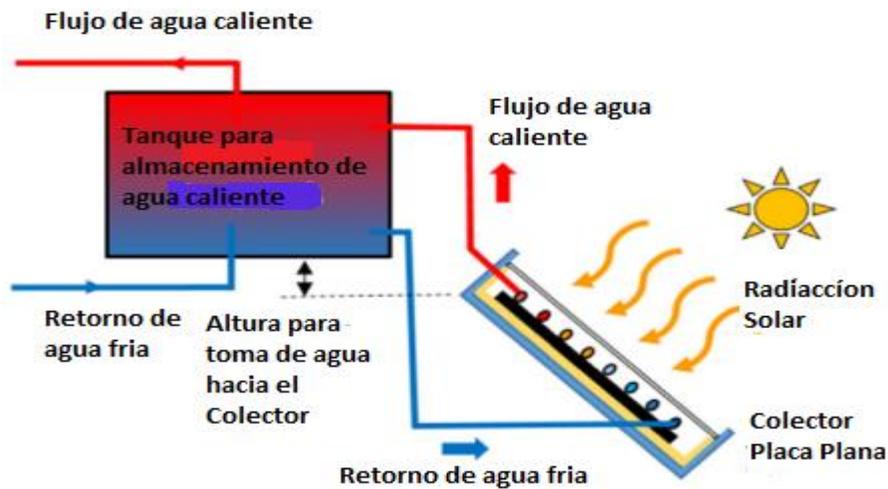


Figura 15. Diagrama esquemático de un sistema de agua caliente operando por termosifón.
Fuente: (Jamar et al., 2016).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

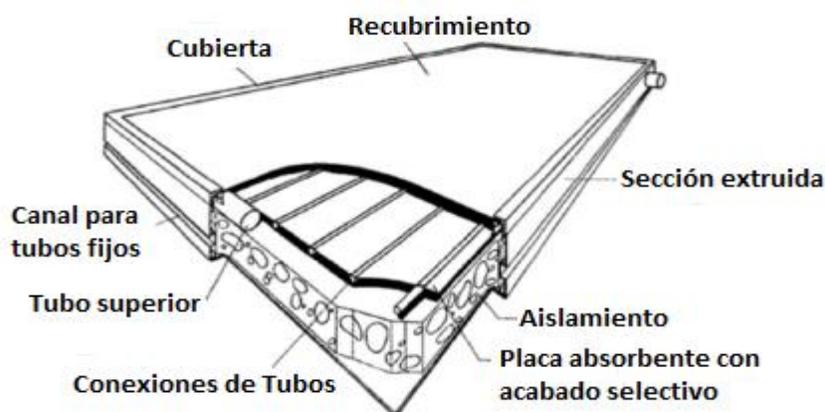


Figura 16. Componentes de un colector tipo placa plana. Fuente: (Jamar et al., 2016).

Para el dimensionamiento previo del sistema se tendrá en cuenta un trabajo de investigación, publicado en la revista Scientia et Technica de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP)(Burbano, Restrepo, & Sabogal, 2006). Se tomó como referencia debido a que tuvieron en cuenta parámetros como: carga térmica anual, radiación promedio del lugar e inclinación del colector con respecto a la horizontal (cero grados). Esto con el fin de aumentar la radiación global promedio sobre la superficie y alcanzar un promedio de 50 litros para un nivel de ocupación de 4 personas, el cual se asemeja a nuestra caso de estudio (Burbano et al., 2006).

El proceso inicia a partir de parámetros técnicos de un colector solar térmico SUNBELT 2,1 S, para instalaciones residenciales, tales como: volumen líquido solar de 1,3 litros y temperatura de estancamiento o final de 176°C. Esto se debe a que a futuro este podrá ser el dispositivo a instalar en la vivienda. A continuación, se describe el desarrollo de las ecuaciones para calcular lo siguiente: área de la placa de absorción, carga térmica anual y la radiación promedio del lugar donde estará ubicado. Según los Mapas de Radiación Solar Global Sobre una Superficie Plana, publicado por la UPME, el promedio anual de la radiación solar para el Valle de Aburra está en un rango de 3.5 a 4.0 kWh/m² – día . Por tanto,

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

$\overline{H_T} = H = 3.5 \text{ kWh/m}^2 - \text{día} = 12.6 \text{ MJ/m}^2 - \text{día}$ (IDEAM, 2000). Luego, para calcular la carga térmica mensual (ver Ecuación 3), que es referente al calor necesario para obtener 75 litros de agua caliente, correspondientes a lo necesario para tres duchas según el fabricante (Colcerámica Corona, 2017). Esto significa que se requieren $3441.0375 \frac{\text{MJ}}{\text{año}}$ para satisfacer las necesidades de agua caliente de la vivienda, despreciando las pérdidas presentadas en el tanque. En cuanto al cálculo para determinar el área de la placa de absorción (ver Ecuación 4), se hace a partir de los datos obtenidos en la fase anterior y una eficiencia del 80,6%, según datos de placa del fabricante.

$$Q_{UA} = 75 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 4190 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (50 - 20)^\circ\text{C} = 3441.0375 \frac{\text{MJ}}{\text{año}} \quad (3)$$

Donde:

\dot{m} : consumo diario de agua caliente $[\frac{\text{kg}}{\text{día}}]$

N : días del año

C_p : calor específico del agua a presión constante $[\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}]$

T_f : temperatura final del agua $[\text{°C}]$

T_0 : temperatura inicial del agua, aproximadamente tres grados Celsius menor a la temperatura ambiente $[T_0 = 18 \text{ °C}]$

T_a : temperatura ambiente $[\text{°C}]$

$$A_C = \frac{3441.0375 \frac{\text{MJ}}{\text{año}}}{0,81 \times 12.6 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2 - \text{día}} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}}} = 0,92372134 \text{ m}^2 \cong 1 \text{ m}^2 \quad (4)$$

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Donde:

A_c : área de la placa de absorción [m^2]

L_{UA} : carga térmica mensual [$\frac{GJ}{año}$]

\dot{Q}_{UA} : calor requerido para calentar el agua [$\frac{GJ}{año}$]

\dot{Q}_T : pérdidas en el tanque [$\frac{GJ}{año}$]

η : eficiencia del colector [%]

\bar{H}_T : radiación global promedio anual en la superficie inclinada [$\frac{kWh}{m^2 - dia}$]

$$L_{CA} = Q_{UA} + \dot{Q}_T$$

Paralelo al diseño del colector solar, se investigó sobre un Calentador de paso a gas natural de red, el cual pudiera satisfacer la necesidad de esta vivienda; Esto para tener una referencia de consumos y costos de un sistema de esas características operando en un hogar y de esta forma poder hacer la comparación con el colector solar que se piensa seleccionar en este proyecto.

Todo esto se hizo con la ayuda de asesores (Home Center Medellín) especializados en el tema de la marca Bosch y manuales obtenidos de (Bosch Termotecnología, 2017).

Aquí se detallan las características principales del equipo (calentador a Gas):

Marca Bosch

Tecnología: Alemana

Costo actual: \$ 2.080.900

Garantía: 3 años

Vida Útil: 15-20 años

Consumo de gas: 3.5 m^3/h

Potencia nominal: 115.2 MJ/h

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Potencia mínima: 39.6 MJ/h

Potencia útil nominal: 100.4 MJ/h = 28kw/h

Potencia útil mínima: 28.8 MJ/h

Presión de agua máx.: 12 bar

Presión de agua min: 0.2 bar

Capacidad de agua ($\Delta T = 25K$): 16 l/min

Tensión 110 VAC Frecuencia 60 Hz

Partiendo de que en el hogar se necesita agua caliente para 3 duchas que posiblemente funcionaran en simultánea como situación extrema aportando una temperatura estimada de 38°C, se hace el ejercicio práctico donde se determina que el equipo a utilizar debe tener como mínimo una capacidad de 16 litros de agua por minuto. Se determina conociendo previamente del fabricante Corona, que una ducha de alta eficiencia consume 8 litros por minuto, dando un total de 24 l/min para este caso, sin embargo, se supone que la operación más común serán 2 duchas funcionando en simultánea y por esto se escoge el calentador para 16 l/min .

Seguido a esto tomamos como referencia una vivienda estrato 2 adicional a las ya presentadas (propietario Enrique Flórez, relacionada en análisis de consumos), la cual tiene una ocupación de 4 personas, 3 duchas y un calentador a gas de 5.5L, el cual no funciona en simultanea para el uso de ese hogar, también se tiene que el calentamiento de agua en este caso y preparación de alimentos en estufa son el único uso del gas natural en este lugar. Por consiguiente, se tiene el consumo y costo mensual de gas y agua real para construir comparaciones útiles, a partir de la factura de servicios públicos aportada por este propietario.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

3.4 Sistema de recolección de aguas lluvias para la vivienda

Para la recolección de aguas lluvias, se implementarán dos tanques de fibra de vidrio marca *Fibratore* con una capacidad de $1 m^3$ cada uno para un total de $2 m^3$, los cuales estarán alojados a nivel de cimientos de la casa como se muestra en la Figura 17. El descenso de las aguas lluvias hasta los tanques de almacenamiento, se hará por medio de canaletas de concreto y tuberías de PVC apoyadas por el efecto de la gravedad. Posterior a esto, el agua recolectada será bombeada hasta un tercer tanque ubicado en la terraza de la vivienda pasando por una planta de tratamiento de aguas. El sistema de tratamiento es por osmosis inversa, el cual fue diseñado y fabricado por una empresa local llamada Amazon WaterInc, que se encuentra ubicada en la calle 35B # 85C-72 de la ciudad de Medellín, Colombia. El sistema cuenta con lo siguiente: capacidad máxima de 100 GPD (galones por día) y dos tanques en acero inoxidable con un diámetro de 28 cm y altura de 52 cm, como se muestra en la Figura 18. Por consiguiente, para calcular el volumen de cada tanque se basa en la figura geométrica del cilindro, según la Ecuación 5. Su aplicación será para el abastecimiento en riego de plantas ornamentales ubicadas en la terraza, llenado de tanques sanitarios y duchas del hogar.

$$V_{\text{tanque}} = \pi \times r_{\text{tanque}}^2 \times h_{\text{tanque}} \quad (5)$$

$$V_{\text{tanque}} = \pi \times 0,0196 m^2 \times 0,52 m = 0,032019112 m^3 \cong 32 \text{ litros}$$

Código	
Versión	
Fecha	



Figura 17. Tanques para recolección de aguas lluvias. Fuente: Propietario del inmueble.



Figura 18. Sistema de potabilización de aguas lluvias. Fuente: <http://globalwatersolutions.com/lang/es/>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Adicionalmente, será de gran apoyo la tesis denominada "Estudio de viabilidad para aprovechamiento de aguas lluvias en compañía de galletas NOEL" (Marín & Rojas, 2012) quienes son ingenieros electromecánicos del ITM. De la tesis, se tomó la Ecuación 6 referente al cálculo de demanda de agua en una edificación, teniendo presente el nivel de ocupación del hogar.

$$C_s = \frac{C}{N_1} \quad (6)$$

$$C_s = \frac{3,8 \text{ m}^3}{5 \text{ mes}} = 0,76 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}}$$

Donde:

C_s : consumo promedio de un sanitario $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{mes}}\right]$

N_1 : cantidad de baños durante un periodo de tiempo [número entero]

C : consumo promedio durante un periodo de tiempo $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{mes}}\right]$

Según (EPM, 2017a), una persona consume en promedio 3,8 metros cúbicos de agua al mes. Por tanto, una familia de 4 personas tendrá un consumo promedio mensual de aproximadamente unos 15,4 metros cúbicos de agua. Por esto, se hace necesario a manera de recomendación lo siguiente:

- *Sanitarios de bajo consumo*: desarrollados para trabajar con volúmenes de 6 litros o menos.
- *Grifos con regulador de caudal*: modifican el caudal máximo del agua.
- *Llaves aireadoras*: incorporan aire al agua, aumentando el volumen y reduciendo el caudal del agua.
- *Llaves con sensores infrarrojos*: se activan y desactivan por la proximidad y lejanía de las manos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

3.5 Viabilidad económica del proyecto

Se parte de un conocimiento de los costos generados, asociados a la compra de los diferentes dispositivos, como se muestra en la Tabla 8 con base en Gómez *et al.*, (2015), se procede a llevarlo a una hoja de cálculo de Microsoft Excel®, con la cual se trabaja en la empresa TRONEX S.A.S de Medellín, y que facilita esta información.

Tabla 8. Costos iniciales de dispositivos para vivienda ecoeficiente. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.

Costo de equipos y accesorios iniciales para Proyecto Hogar Ecoeficiente (Pesos Colombianos)				
Equipo	Marca	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Planta de tratamiento de agua	Amazon	1	5000000	5.000.000
Inversor controlador	KEHUA	1	5000000	5.000.000
Panel PV	MTEK	6	850000	5.100.000
Baterías Selladas	MTEK	2	1500000	3.000.000
Estructura para Paneles	Dsmaq	1	1500000	1.500.000
Bomba de Agua	Pedrollo	2	300000	600.000
Tanque Almacenamiento	Fibratore	3	900000	2.700.000
Colector Solar	Ajover	1	4000000	4.000.000
Material eléctrico vario	N/A	1	2000000	2.000.000
Material Hidráulico vario	Grival	1	2000000	2.000.000
Mano de Obra – Montaje	Tronex	1	4000000	4.000.000
				34.900.000

Luego, se procede a calcular el costo del sistema PV, teniendo presente lo siguiente: la forma más simple de calcular el costo por kWh, es dividiendo el precio del sistema PV (ver Tabla 8) entre el número de kWh que generará a lo largo de su vida útil (tiempo de vida de 25 años, que equivale al periodo de garantía de rendimiento dado por el fabricante de los módulos) (ver Ecuación 7), tomado de (Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica EPIA, 2008). A partir de lo anterior, se hizo el cálculo para el tiempo de recuperación de la inversión total del sistema PV (ver Ecuación 8), con base en LLOBELL, M. J. F. (2013). ENERGÍAS

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

RENOVABLES: ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA (HUERTO SOLAR) (Doctoral dissertation).

$$\text{Costo sistema PV (COP/kWh)} = \frac{\text{costo sistema PV (COP)}}{\text{*energía generada a lo largo de su vida útil (kWh)}} \quad (7)$$

$$\text{Costo sistema PV (COP/kWh)} = \frac{\$ 17.933.333,00}{60498,8 \text{ kWh}} = 296,42 \frac{\text{COP}}{\text{kWh}}$$

Donde:

*energía generada a lo largo de su vida útil (kWh) : referente a una generación acorde a la demanda en la vivienda (1,3 kW durante 45625 horas)

$$\text{Tiempo recuperación inversión (años)} = \frac{\text{costo total proyecto (COP)}}{\text{costo energía (COP) } \times \text{ meses año}} \quad (8)$$

$$\text{Tiempo recuperación inversión (años)} = \frac{\$ 17.933.333,33}{\$ 59.777.78 \times 12} = 25 \text{ años (300 meses)}$$

Seguido a esto se aborda el caso del colector solar haciendo suposiciones en cuanto a un posible consumo de gas en el hogar citado, teniendo como referencia y ejercicio otra vivienda, caso real descrita en la subsección 3.3, con la misma ocupación y numero de duchas, de la cual se toman datos útiles como consumo y costo mensual de este combustible; todo esto para transportarlo a un estrato 5 el cual es de interés y de esta forma revisar la viabilidad de este sistema. A continuación, se da conocer el ejercicio hecho.

- Inicialmente vamos a la tabla 14 de donde se obtiene el costo del m³ de gas natural, para el estrato 2 (casa Enrique Flórez), el cual es de \$ 1.508
- Seguido de esto volvemos a la tabla 14 y obtenemos el consumo y costo mensual del gas natural para esta misma vivienda, el cual de 34,4 m³ y \$ 34.552 respectivamente (aplicando subsidio).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

- Con esta información y sabiendo por la empresa corona que cada ducha consume 8 l/min de agua con un tiempo de 5 minutos de baño por día para una persona que equivalen a 40 l/día y al mismo tiempo haciendo el cálculo para 4 personas, tenemos 160 l/día, que son igual a 0,16 m³/día dando un total de 4,8 m³ al mes en consumo, de agua que debería ser calentada para esa familia.

A partir de lo anterior se llevan tanto consumos como costos al caso de estudio (Vivienda estrato 5) para hacer el análisis necesario (ver Ecuación 9).

- Costo del m³ gas para estrato 5, \$ 1,312
- Asumimos el mismo consumo por mes 34,4 m³
- Costo mensual del consumo \$ 45,132 (sin aplicar subsidio y pagando contribuciones).

$$\text{Tiempos recuperación inversión (años)} = \frac{\text{costo colector solar (COP)}}{\text{costo anual gas natural (COP)}} \quad (9)$$

$$\text{Tiempos recuperación inversión (años)} = \frac{\$ 5.333.333,33}{\$ 541.584,00} = 9,85 \text{ años (118,17 meses)}$$

En cuanto al sistema de recolección de aguas lluvias, se tuvo en cuenta la tesis [Palacio Castañeda, N. (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia (Tesis de Especialización). Universidad de Antioquia, Medellín] la cual tiene en cuenta parámetros como el costo total del sistema dividido el consumo promedio anual del servicio de acueducto, con el fin de calcular el tiempo de recuperación de la inversión inicial. Para nuestro caso de estudio se tiene el siguiente escenario ideal: costos de todos los dispositivos (ver Tabla 8) dando un total de \$ 10.300.000,00; consumo promedio vivienda estrato 5 igual a 18 m³; costo mensual de \$ 58.889,00 para un total de \$ 706.668,00 anual y vida útil según fabricante igual a 30 años (<http://www.globalwatersolutions.com/uploads/technicalLibrary/GWS%20Standard%20Te>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

rms%20and%20Conditions.pdf). A continuación, se presenta el cálculo respectivo (ver Ecuación 10):

$$\text{Tiempo recuperación inversión (años)} = \frac{\text{costo sistema (COP)}}{\text{costo anual agua potable (COP)}} \quad (10)$$

$$\text{Tiempo recuperación inversión (años)} = \frac{\$11.633.333,33}{\$706.668,00} = 16,46 \text{ años (197,55 meses)}$$

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo se centra en un análisis y discusión de los resultados previos del proyecto “REDISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO ENERGÉTICO PARA ILUMINACIÓN Y CALENTAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA UNA VIVIENDA DE ESTRATO SOCIOECONÓMICO ALTO EN EL ÁREA METROPOLITANA”. Por tanto, se subdivide en tres etapas: rediseño del suministro energético, viabilidad económica, y consumos energéticos promedio en viviendas del Valle de Aburra.

4.1 Rediseño del suministro energético en vivienda ecoeficiente

A partir de los datos registrados en la Tabla 5, se estimó el consumo de energía eléctrica en la vivienda para un periodo de un mes. Teniendo en cuenta la necesidad del propietario del inmueble por implementar un sistema fotovoltaico, empleando la tecnología que tenía disponible, se seleccionaron las cargas a ser alimentadas como se muestra en la Tabla 7. En la Figura 19, se muestra un gráfico que representa el porcentaje de la demanda de energía eléctrica del hogar, que va ser suministrado por el sistema fotovoltaico, la cual representa un 21% de la demanda (1300 W) de los 4905 W instalados. Es importante aclarar, que esta aseveración se podrá confirmar al momento de que hagan entrega del inmueble y se halla

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

superado un mes de consumo, según estimaciones hechas en conjunto con el propietario del hogar. Por otra parte, actualmente la vivienda todavía se encuentra en proceso de construcción como se planteó en la propuesta de tesis.

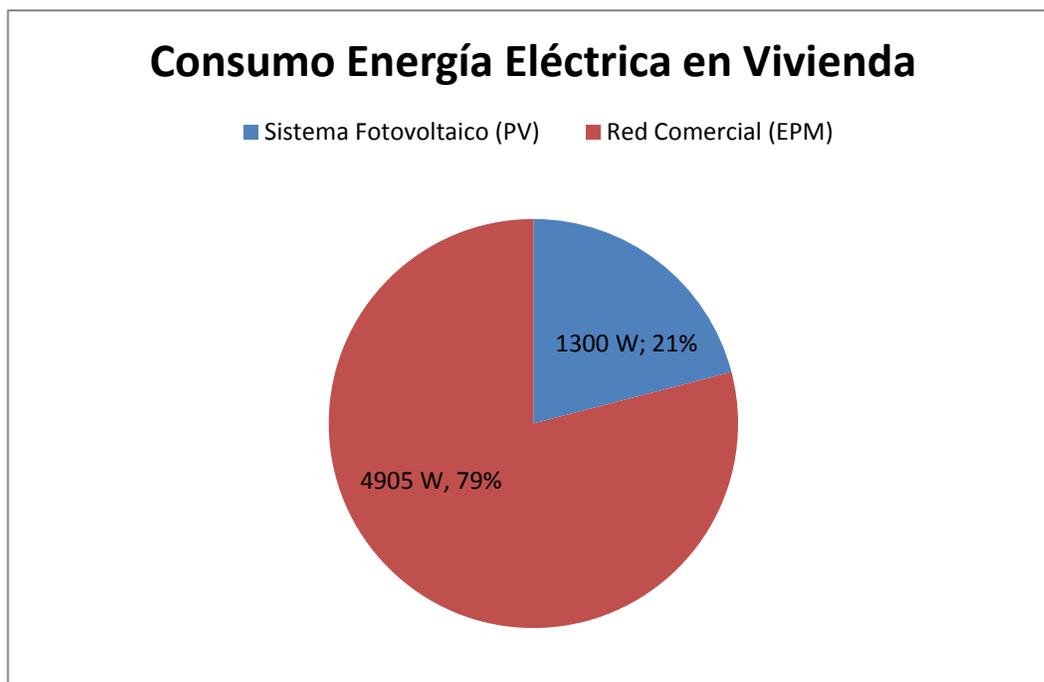


Figura 19. Consumo de energía eléctrica en vivienda. Fuente: elaboración propia.

En cuanto al colector solar, los cálculos propuestos por (Burbano et al., 2006) fueron ajustados para nuestro estudio (ver Ecuaciones 3 y 4), presentando como resultado principal: se requiere una placa de absorción solar con un área aproximada de 1 m^2 , que pueda generar $3441.0375 \frac{\text{MJ}}{\text{año}}$ con el objetivo de alcanzar un promedio de 75 litros de agua caliente en la vivienda y que será utilizado para suministrar a tres duchas del hogar. Lo anterior, es de gran ayuda a la hora de hacer una correcta selección desde el punto de vista técnico. No obstante, se debe de tener en cuenta parámetros dados por (Jamar et al., 2016). Sin embargo, este supuesto no se puede aseverar actualmente, ya que no se cuenta con el sistema y la vivienda en un 100% construida.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Por otra parte, para el municipio de Envigado, donde la vivienda estará ubicada, el informe hecho por (Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación. Anuario Estadístico de Antioquia, 2014 [Recurso electrónico] Medellín: Departamento Administrativo de Planeación, 2014), indica una intensidad promedio de caída de lluvias de 2.008,48 mm/año (milímetros por año). Este dato fue de gran ayuda a la hora de seleccionar los tanques de recolección de aguas lluvias, cuya aplicación será el vaciado de los sanitarios.

4.2 Consumos energéticos promedio en viviendas del Valle de Aburra

Para determinar el consumo actual de la vivienda, se hizo una selección aleatoria de ocho hogares que presentan un nivel de ocupación similar al que tendrá la vivienda, caracterizando los siguientes parámetros: estrato socioeconómico, costos de los servicios públicos y consumo promedio de los últimos seis meses, como se muestra en las Tablas 15, 16 y 17. En cuanto a resultados, se observa que una vivienda de estrato 5 tiene un rango de consumo de 135 a 219kWh/mes teniendo un costo en un rango de \$68,723 - \$ 92,829. Por tanto, para nuestro caso de estudio dio 169,470kWh/mes según la Tabla 5 siendo un valor presente dentro del rango estudiado. En cuanto al consumo de gas natural se encontró un rango de consumo de 29 m³ a 34 m³ con un costo en un rango de \$ 43.732 -\$ 51724.4, con la ayuda del ejercicio realizado en la subsunción 3.5, el cual es similar al hogar citado. Para el agua se obtuvo con la ayuda de la Tabla 10 consumos entre 13m³ a 54m³ con valores de \$ 58.889 y \$ 100.164 respectivamente.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Tabla 9. Análisis consumo electricidad y costos para diferentes usuarios. Fuente: elaboración propia.

Análisis de consumo de Electricidad y costo individual para 6 usuarios de forma aleatoria en el valle de Aburra									
Usuario	ES	Municipio	CF	CP (kWh)	Costo (kWh)	CU (kWh)	Costo CS	CxC	CxU
Natalia Álvarez	4	Envigado	\$ 0,0	173	\$ 465,71	188	N/A	N/A	\$ 87,553
Luz Amparo Correa	4	Medellín	\$ 0,0	91	\$ 482,5	91	N/A	N/A	\$ 47,285
Luis Zapata	3	Medellín	\$ 0,0	100	\$ 471,84	97	\$ 6,865	N/A	\$ 39,001
Fredy Esteban Jaramillo	5	Medellín	\$ 0,0	135	\$ 461,85	124	N/A	\$ 11,453	\$ 68,723
Catherine Chaverra	3	Medellín	\$ 0,0	46	\$ 461,85	39	\$ 2,701	N/A	\$ 15,31
Leticia Muñoz	2	Medellín	\$ 0,0	105	\$ 471,84	109	\$ 24,264	N/A	\$ 28,817
Ricardo Vélez	5	Medellín	\$ 0,0	2,019	\$ 437,01	1,770	N/A	\$ 154,701	\$ 928,209
Enrique Flores	2	Medellín	\$ 0,0	202	\$ 477,520	190	\$ 28,880	N/N	\$ 61,938

ES: estrato socioeconómico; CF: cargo fijo; CP: consumo promedio de 6 meses
 CU: consumo último mes (Enero 2017); CS: consumo subsidiado
 CxC: costo por contribuciones; CxU: costo último mes (Enero 2017)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Tabla 10. Análisis consumo aguas y costos para diferentes usuarios. Fuente: elaboración propia.

Análisis de consumo de Aguas y costo individual para 6 usuarios de forma aleatoria en el valle de Aburra									
Usuario	ES	Municipio	CF	CP (m ³)	Costo (m ³)	CU (m ³)	Costo CS	CxC	CxU
Natalia Álvarez	4	Envigado	\$ 8,303	15	\$ 1,612	18	N/A	N/A	\$37,324
Luz Amparo Correa	4	Medellín	\$ 8,303	11	\$ 1,612	8	N/A	N/A	\$21,202
Luis Zapata	3	Medellín	\$ 8,303	14	\$ 1,719	15	4,262	N/A	\$29,909
Fredy Esteban Jaramillo	5	Medellín	\$ 8,303	13	\$ 1,719	18	N/A	\$ 19,630	\$58,889
Catherine Chaverra	3	Medellín	\$ 8,303	8	\$ 1,719	6	\$ 2,327	N/A	\$ 16,294
Leticia Muñoz	2	Medellín	\$ 8,303	10	\$ 1,719	9	\$ 9,513	N/A	\$ 15,857
Ricardo Vélez	5	Medellín	\$ 8,303	54	\$ 1,719	34	N/A	\$ 33,388	\$ 100,164
Enrique Flores	2	Medellín	\$ 8,303	15	\$ 1,719	19	\$ 14,327	N/A	\$ 26,678

ES: estrato socioeconómico; CF: cargo fijo; CP: consumo promedio de 6 meses

CU: consumo último mes (Enero 2017); CS: consumo subsidiado

CxC: costo por contribuciones; CxU: costo último mes (Enero 2017)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Tabla 11. Análisis consumo gas natural y costos para diferentes usuarios. Fuente: elaboración propia.

Análisis de consumo de Gas Natural y costo individual para 6 usuarios de forma aleatoria en el valle de Aburra									
Usuario	ES	Municipio	CF	CP (m ³)	Costo (m ³)	CU (m ³)	Costo CS	CxC	CxU
Natalia Álvarez	4	Envigado	\$ 2,937	*SI	\$ 1,612	*SI	N/A	N/A	\$ 0,0
Luz Amparo Correa	4	Medellín	\$ 2,937	12	\$ 1,262	10,9	N/A	N/A	\$ 16,810
Luis Zapata	3	Medellín	\$ 2,945	10	\$ 1,300	10,9	N/A	N/A	\$ 17,275
Fredy Esteban Jaramillo	5	Medellín	\$ 2,937	8	\$ 1,312	6,7	N/A	\$ 2,363	\$ 14,178
Catherine Chaverra	3	Medellín	\$ 2,937	7	\$ 1,313	5,9	N/A	N/A	\$ 10,705
Leticia Muñoz	2	Medellín	\$ 0.0	22	\$ 1,572	20	\$ 15,055	N/A	\$ 16,772
Ricardo Vélez	5	Medellín	No utiliza	No utiliza	No utiliza	No utiliza	N/A	N/A	\$ 0,0
Enrique Flores	2	Medellín	\$ 0,0	29	\$ 1,508	34,3	\$ 13,361	N/A	\$ 34,552

ES: estrato socioeconómico; CF: cargo fijo; CP: consumo promedio de 6 meses
 CU: consumo último mes (Enero 2017); CS: consumo subsidiado; *SI: Sin Instalación
 CxC: costo por contribuciones; CxU: costo último mes (Enero 2017)

4.3 Viabilidad económica del proyecto para obtener una vivienda ecoeficiente

Actualmente, se hizo una estimación aproximada para el sistema fotovoltaico, colector solar y sistema de recolección de aguas lluvias debido a la necesidad presentada por el propietario del hogar, el cual tiene en sus planes tener instalado gran parte del sistema al momento de ser entregada la casa.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Para sistema PV:

En la Tabla 12 se presentan los siguientes resultados, los cuales son un punto de referencia para el sistema: consumo de cargas seleccionadas a ser alimentadas en la vivienda por el sistema PV (1300W), horas de uso (947h), su total de 267.430 kW/h, costo electricidad para el usuario estrato 5, por EPM (\$ 461.85/ kW/h) y por último el costo de \$ 123.512.546 todo el ejercicio echo para un mes de servicio. La Tabla 13 describe la inversión inicial asociada al sistema PV el cual es de \$ 17.933.333, en tabla 11 generación 60.498.75 kW/h y precio de esta (\$ 296.42/ kW/h) por el sistema PV hasta 25 años, todo para estrato 5 y en la Tabla 15 la cantidad de años necesarios para recuperar la inversión (25años), la cual dio como resultado el mismo número de años del ciclo de vida del proyecto.

Tabla 12. Cuadro de cargas para sistema PV considerando consumo y costo mensual con tarifa de EPM. Fuente: elaboración propia.

Cuadro de Cargas iniciales para Sistema PV a operación en Vivienda estrato 5 y costo mensual con \$ 461,85 kWh promedio								
Dispositivo	Cant.	Fab.	Pot. (W)	Total en W	Horas de Uso al Mes	Total en kWh	Costo kWh-PM estrato 5	Costo Mensual
Televisor 60 "	3	LG	230	690	207	142.830	461,85	65.966.036
Computador	1	Lenovo	90	90	60	5.400	461,85	2.493.990
Nevecon	1	Haceb	170	170	360	61.200	461,85	28.265.220
luminarias	40	Silvania	5	200	200	40.000	461,85	18.474.000
Domótica Home	1	A.I Tech	150	150	120	18.000	461,85	8.313.300
Sumatoria Total de cargas - horas de uso y costos para Vivienda				1300	947	267.430	461,85	123.512.546

Can.: Cantidad; Fab.: Fabricante; Pot. (W): Potencia nominal en W.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Tabla 13. Costos por inversión inicial en sistema PV. Fuente: TRONEX S.A.S de Medellín.

Costo inversión inicial para sistema PV (pesos colombianos)				
Inversor controlador	KEHUA	1	5000000	5.000.000
Panel PV	MTEK	6	850000	5.100.000
Baterías Selladas	MTEK	2	1500000	3.000.000
Estructura para Paneles	Dsmaq	1	1500000	1.500.000
Material eléctrico vario	N/A	1	2000000	2.000.000
Mano de Obra - Montaje	Tronex	1	1.333.333	1.333.333
Valor total de equipos				17.933.333

Tabla 14. Generación y precios por sistema PV hasta 25 años para estrato 5 \$ 296.42/kWh.

Adaptado de (Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica EPIA, 2008).

Costo inversión sistema PV (COP)	\$ 17.933.333,00
Precio energía generada con sistema PV por 25 años (COP/kWh)	\$ 296,42
Horas de uso día	5
Horas de uso 1 año	1825
Horas de uso 25 años	45625
Generación un día (W/día)	6630
Generación mes (kWh/mes)	198,9
Generación año (kWh/año)	2386,8
Energía generada vida útil 25 años (kWh)	60.498,8
Precio energía generada día (COP)	\$ 1.965.30
Precio energía generada mes(COP)	\$ 59.777.78
Precio energía generada año(COP)	\$ 717.333.33

Tabla 15. Tiempo de recuperación de inversión por sistema PV. Adaptado de (Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica EPIA, 2008).

Costo inversión sistema PV (COP)	\$ 17.933.333,00
Precio energía estrato 5 (COP/kWh)	\$ 296.42
Meses año	12,00
Tiempo recuperación inversión (años)	25

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Para sistema Colector Solar:

Tabla 16. Tiempo de recuperación de inversión por colector solar. Adaptado de (Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica EPIA, 2008).

Costo colector solar (COP)	\$ 5.333.333,33
Consumo promedio gas vivienda estrato 5 (m³)	34,00
Costo mensual gas natural estrato 5 (COP)	\$ 45.132,00
Costo anual gas natural estrato 5 (COP)	\$ 541.584,00
Tiempo recuperación inversión (años)	9,85

Para sistema de recolección de aguas lluvias:

Tabla 17. Tiempo de recuperación de inversión por sistema para recolección de aguas lluvias. Adaptado de Palacio Castañeda, N. (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia (Tesis de Especialización). Universidad de Antioquia, Medellín.

Costo sistema recolección aguas lluvias (COP)	\$ 11.633.333,33
Precio aguas estrato 5 (COP/m³)	\$ 1.719,00
Consumo promedio vivienda estrato 5 (m³)	18,00
Costo mensual (COP)	\$ 58.889,00
Costo anual (COP)	\$ 706.668,00
Vida útil fabricante (años)	30,00
Tiempo recuperación inversión (años)	16,46

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

5 CONCLUSIONES

Es evidente que países como USA y Holanda cuentan con una legislación madura en cuestión de vivienda ecoeficiente con su programa ENERGY STAR®, donde se le da un valor agregado tanto a nivel energético como económico al inmueble. Nuestro país, a pesar de que existe una legislación que incentiva la promoción de fuentes no convencionales de energía a partir de incentivos tributarios, dados en la Ley 1715 de 2014, aún hace falta un marco regulatorio fuerte que muestre incentivos claros en cuanto a la obtención de un lugar ecoeficiente viable a nivel técnico como económico, que se pueda llevar a un estado de masificación.

Se analizó una vivienda de estrato 5 con un consumo promedio de 135 a 219kWh/mes teniendo un costo en un rango de \$68,723 - \$ 92,829. Por tanto, para nuestro caso de estudio dio 169,470kWh/mes según la Tabla 5 siendo un valor presente dentro del rango estudiado. Este sector residencial presento un valor similar al costo de un kWh para el sector industrial debido a cargos por contribuciones y subsidios que debe pagar.

El porcentaje de la demanda de energía eléctrica del hogar, que va ser suministrado por el sistema fotovoltaico, representa un 21% de la demanda (1300 W) de los 4905 W instalados. Es importante aclarar, que esta aseveración se podrá confirmar al momento de que hagan entrega del inmueble y se halla superado un mes de consumo, según estimaciones hechas en conjunto con el propietario del hogar, también es de notar que se conserva el ideal de línea ecológica y amigable con el medio ambiente, es una pequeña muestra de que se puede impactar de forma positiva el medio natural.

El proyecto en general es técnicamente admisible entre tanto desde el punto de vista económico no es tan justificable la implementación del sistema PV, ya que se necesitaría los mismos años de su vida útil para la recuperación de la inversión inicial echa en este, Sin embargo, para los sistemas de colector solar y recolección de aguas lluvias es viable su

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

implementación económicamente, porque el tiempo de recuperación en la inversión inicial es menor a la vida útil de los dispositivos. Vale aclarar, nuestro caso de estudio es un hogar en el cual su propietario tiene la capacidad económica para invertir y desarrollar el proyecto, por las razones mencionadas anteriormente.

5.1 RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Como recomendaciones sugeridas: Se necesita tener un mayor acceso a un mayor número de información por parte del OR, realizar un seguimiento detallado del consumo de la vivienda cuando se encuentre habitada, esto es con el fin de comparar lo estimado con lo real y hacer una evaluación financiera acorde a los ingresos de la persona sin afectar su confort habitacional.

El trabajo futuro se centra en analizar los posibles ahorros obtenidos por el propietario cuando el proyecto se encuentre en una fase de operación, donde sería más precisas las mediciones de los datos y teniendo en cuenta las variables que lo afectan como es el nivel de ocupación, irradiación en la zona y futura instalación de otras cargas que conllevarían a una expansión del sistema, también está la divulgación del proyecto finalizado a vecinos de la zona por parte del propietario, quienes pueden estar interesados en utilizar y promover este tipo de tecnologías en sus hogares y propiedades.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

6 BIBLIOGRAFÍA

- (DOE), U. S. D. of E. (2005). *Energy Tips – Pumping Systems*.
- (DOE), U. S. D. of E. Case Study - The Challenge : Improving Sewage Pump System Performance (2012).
- (EPM), E. P. de M. E. S. P. (2017). *Tarifas y Costo de Energía Eléctrica - Mercado Regulado*. Medellín, Colombia. Retrieved from <http://www.epm.com.co/site/Portals/2/documentos/tarifas/2017/Publicación Enero 13 de 2017 Opción.pdf>
- Abd-ur-Rehman, H. M., & Al-Sulaiman, F. A. (2016). Optimum selection of solar water heating (SWH) systems based on their comparative techno-economic feasibility study for the domestic sector of Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 336–349. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.047>
- Bérriz, L., & Álvarez, M. (2008). *Manual para el cálculo y diseño de calentadores solares*. (A. Montesinos & L. Tagle, Eds.). La Habana, Cuba: Editorial Cubasolar. Retrieved from <http://www.cubasolar.cu>
- Burbano, J. C., Restrepo, Á. H., & Sabogal, O. J. (2006). Diseño y Construcción de un Calentador Solar de Agua operando por Termosifón. *Scientia et Technica*, (31), 85–90. Retrieved from <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6389>
- Chong, W. T., Wang, X. H., Wong, K. H., Mojumder, J. C., Poh, S. C., Saw, L. H., & Lai, S. H. (2016). Performance assessment of a hybrid solar-wind-rain eco-roof system for buildings. *Energy and Buildings*, 127, 1028–1042. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.065>
- Dirección Comercial Aguas y Saneamiento. (2017). *TARIFAS PARA SERVICIOS DE ACUEDUCTO Y AGUAS RESIDUALES*. Envigado, Colombia. Retrieved from <http://www.epm.com.co/site/Portals/2/documentos/tarifas/2017/Tarifas-Aguas-enero-2017.pdf>
- Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM). (2017a). EPM Tarifas, solicitud, uso inteligente Servicio de Energía y Electricidad en los hogares. Retrieved February 10, 2017, from http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Hogaresypersonas/Agua.aspx
- Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM). (2017b). Tarifas, solicitud del servicio, uso inteligente y revisiones periódicas del Servicio de Gas en hogares. Retrieved February 10, 2017, from http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Hogaresypersonas/Gasnatural.aspx
- EPM. (2017a). Tips para el uso inteligente de servicios públicos en el hogar. Retrieved February 10,

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

2017, from

http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Hogaresypersonas/Agua/Tipsparaelusointeligente.aspx

EPM, E. P. de M. E. S. P. (2017b). EPM Tarifas, solicitud, uso inteligente Servicio de Energía y Electricidad en los hogares. Retrieved February 10, 2017, from http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Hogaresypersonas/Energía/Tarifas.aspx

European Association of Pump Manufacturers (Europump). (2014). *EXTENDED PRODUCT APPROACH FOR PUMPS*.

Heinonen, J., & Junnila, S. (2014). Residential energy consumption patterns and the overall housing energy requirements of urban and rural households in Finland. *Energy and Buildings*, 76, 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.02.079>

Hydraulics, R. (1996). World Pumps. *January*, p. 1. St. Peters, Newcastle.

Jamar, A., Majid, Z. A. A., Azmi, W. H., Norhafana, M., & Razak, A. A. (2016). A review of water heating system for solar energy applications. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 76, 178–187. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2016.05.028>

Janko, S. A., Arnold, M. R., & Johnson, N. G. (2016). Implications of high-penetration renewables for ratepayers and utilities in the residential solar photovoltaic (PV) market. *Applied Energy*, 180, 37–51. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.041>

Mohazabieh, S. Z., Ghajarkhosravi, M., & Fung, A. S. (2015). Energy Consumption and Environmental Impact Assessment of the Energy Efficient Houses in Toronto, Canada. *Procedia Engineering*, 118(416), 1024–1029. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.544>

Saidur, R. (2010). A review on electrical motors energy use and energy savings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(3), 877–898. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.10.018>

Shukla, A. K., Sudhakar, K., & Baredar, P. (2016). Design, simulation and economic analysis of standalone roof top solar PV system in India. *Solar Energy*, 136, 437–449. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.07.009>

Turner C, W., & Doty, S. (2007). *Energy Management Handbook*.

U.S. Department of Energy. (2012). Buildings Energy Data Book: 3.1 Commercial Sector Energy Consumption. *Building*, 11(May 2010), 2012.

U.S. Department of Energy (DOE), O. of E. E. & R. E. (2012). ESTIMATING APPLIANCE AND HOME ELECTRONIC ENERGY USE. Retrieved February 11, 2017, from <https://www.energy.gov/energysaver/estimating-appliance-and-home-electronic-energy-use>

Urban, F., Geall, S., & Wang, Y. (2016). Solar PV and solar water heaters in China: Different pathways to low carbon energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, 531–542. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.023>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Wiser, R., Millstein, D., Mai, T., Macknick, J., Carpenter, A., Cohen, S., ... Heath, G. (2016). The environmental and public health benefits of achieving high penetrations of solar energy in the United States. *Energy*, *113*, 472–486. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.07.068>

Yue, T., Long, R., Chen, H., Khan, M. I., & Qi, H. (2016). Research of Effect of Energy-conservation Results: Evidence from Urban Household Survey. *Energy Procedia*, *104*, 293–298. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.12.050>

7 APÉNDICES

En esta sección se da información adicional relacionada con el proyecto, asociada a imágenes de la fase de construcción de la vivienda, fichas técnicas de los diferentes dispositivos a ser instalados y cuentas de servicios públicos de diferentes usuarios.

7.1 APÉNDICE A. Construcción de la vivienda



Código	
Versión	
Fecha	



PM 3:20 OCT/ 3/2016

Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	

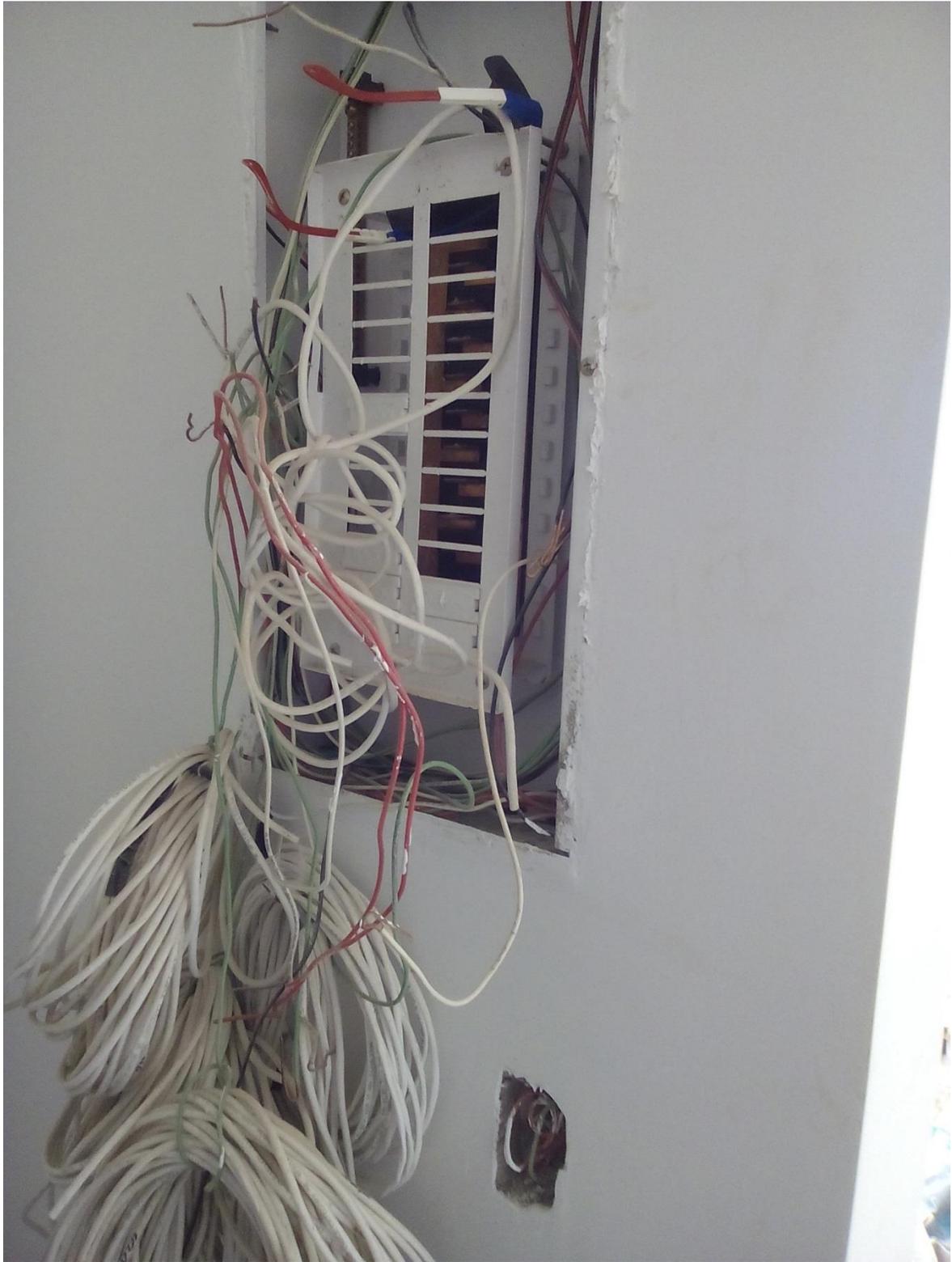


Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	





Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	





Código	
Versión	
Fecha	



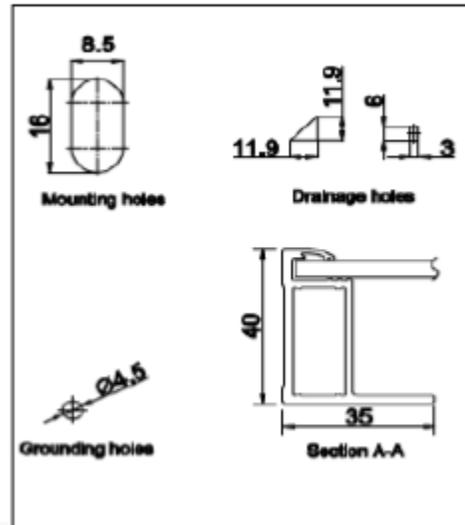
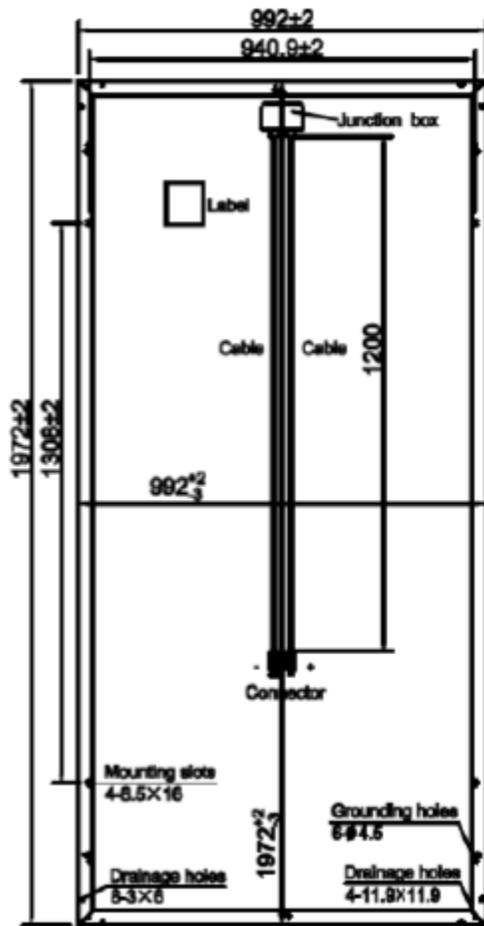
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

7.2 APÉNDICE B. Ficha técnica de paneles fotovoltaicos

Model	FNS-SP300WH
Dimensions	1972*992*40mm
Weight	23 ± 0.5kg
Frame	Aluminum-alloy
Front	3.2mm tempered glass with anti reflective coating
Encapsulant	EVA
Back Cover	Composite sheet
Cell technology	4 busbar polycrystalline
Cell size	156*156mm(6*6in)
Number of cells	72(6*12)
Junction box	Protection class IP 67
Output cables	Solar cable 4mm ²
Connector	H4 compatible
Nominal operateing cell temperature(NOCT)	45°C +/-3°C
Temperature coefficients of Pmax	-0.41%/°C
Temperature coefficients of Voc	-0.31%/°C
Temperature coefficients of Isc	+0.055%/°C
Maximum system voltage	1000V(IEC)
Series fuse rating	15A
Maximum reverse current	Series fuse rating multiplied by 1.35
Operating temperature	-40°C to 85°C
Hail safety impact velocity	25mm at 23m/s
Fire safety classification	Class C
Static load wind/snow	4000Pa/5400Pa
Storage temperature	-40°C to 85°C
Packing configuration	standard

Código	
Versión	
Fecha	

- ◆ The typical efficiency at 200W/m² in relation to 1000W/m², (25 °C, AM1.5) is at least 97% of STC efficiency.
- ◆ 10 years workmanship, 25 years linear performance warranty
- ◆ Positive power sorting, 0 to +5 Watt
- ◆ 4BB cell, improved module efficiency and power
- ◆ Better against salt mist and ammonia corrosion
- ◆ Improved low light irradiance performance and TCOE
- ◆ Compact design, efficient shipping and easy handling.



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Electrical Characteristics at standard test conditions(STC)

Power Class	290 W	295 W	300 W	305 W	310 W	315 W
Maximum Power (P_{max})	290 W	295 W	300 W	305 W	310 W	315 W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	44.4 V	44.6 V	44.8 V	45.0 V	45.1 V	45.3 V
Short Circuit Current (I_{sc})	8.49 A	8.60 A	8.70 A	8.81 A	8.91 A	9.02 A
Voltage at Maximum Power (V_{mpp})	36.2 V	36.4 V	36.6 V	36.8 V	37.1 V	37.3 V
Current at Maximum Power (I_{mpp})	8.02 A	8.11 A	8.20 A	8.29 A	8.36 A	8.45 A
Module Efficiency (%)	14.8 %	15.1 %	15.3 %	15.6 %	15.8 %	16.1 %

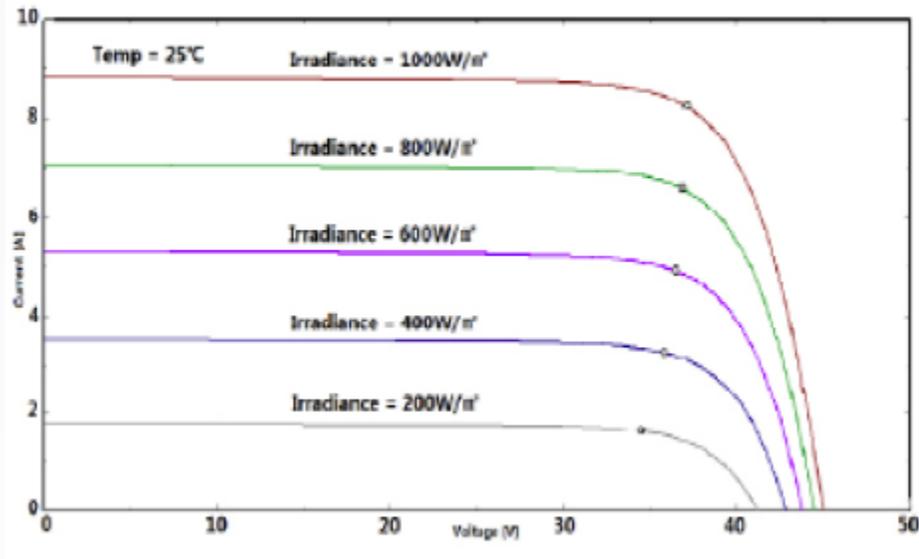
P_{max} , V_{oc} , I_{sc} , V_{mpp} and I_{mpp} tested at Standard Testing Conditions (STC) defined as irradiance of 1000W/m² at AM 1.5 solar spectrum and a temperature of 25±2°C. Module power class have positive power sorting: 0 to +5W. Measurement tolerance: +/- 3% (P_{max})

Electrical Characteristics at nominal operating cell temperature(NOCT)

Power Class	290 W	295 W	300 W	305 W	310 W	315 W
Maximum Power (P_{max})	213 W	217 W	221 W	224 W	228 W	234 W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	41.6 V	41.8 V	42.0 V	42.2 V	42.3 V	42.4 V
Short Circuit Current (I_{sc})	6.86 A	6.95 A	7.03 A	7.12 A	7.20 A	7.29 A
Voltage at Maximum Power (V_{mpp})	33.3 V	33.5 V	33.6 V	33.8 V	34.1 V	34.4 V
Current at Maximum Power (I_{mpp})	6.40 A	6.48 A	6.58 A	6.63 A	6.69 A	6.81 A
Module Efficiency (%)	13.6 %	13.9 %	14.1 %	14.3 %	14.6 %	15.0 %

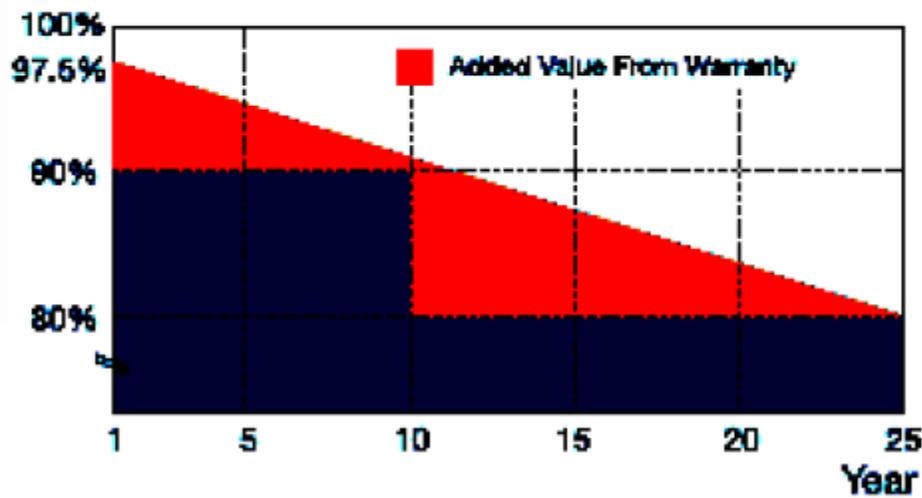
P_{max} , V_{oc} , I_{sc} , V_{mpp} and I_{mpp} tested at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) defined as irradiance of 800W/m²; 20°C; Wind speed 1m/s. Measurement tolerance: +/- 3% (P_{max})

Various Irradiance Levels



Warranty

- 10-year product warranty
- 25-year linear power output warranty



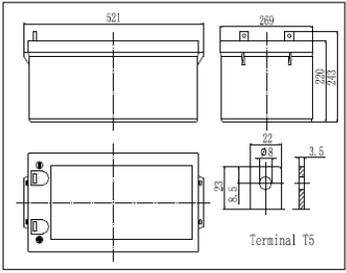
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

7.3 APÉNDICE C. Ficha técnica de baterías



MT123000 (12V300AH)

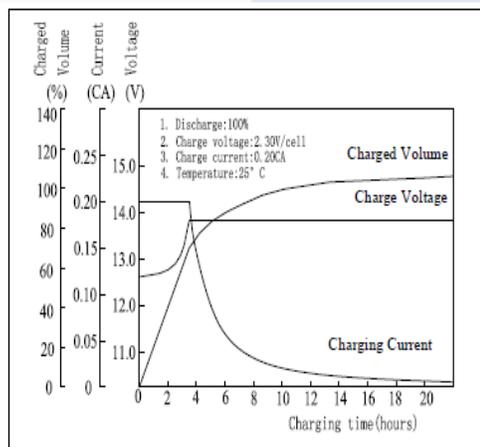
Valve Regulated Lead Acid Battery

<p>MT123000 12 volts 300Ah</p> 	<p>MT123000 having its design life of 10 years @ 20 degree Celsius for floating application and around 1200 cycles for 30% depth of discharge for cyclic application.</p> <p>As our product were all rechargeable , highly efficient, maintenance free & leakage proof usable in all positions and it meets the standards of JISC, BS, DIN, IEC etc.</p> <p>We're ISO9001certified &UL approved as well as CE</p> <p>Our containers were all ABS resin and grades were : UL94-HB, UL94V-0 & UL94V-2 (flame retardant types could be arranged).</p>
--	--

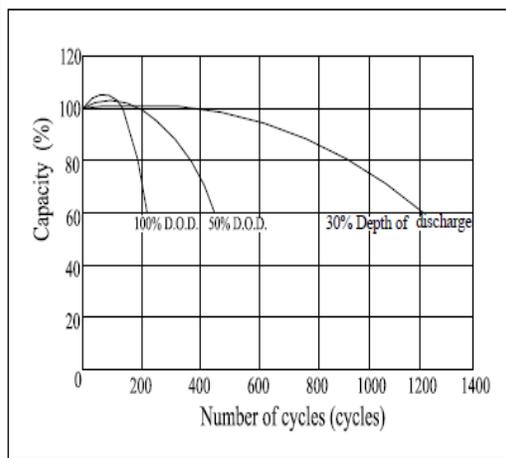
Specification

Nominal voltage	12 volts
Capacity	300 ampere hours @20°C, 10 hours rated (cut off voltage 1.80V/cell)
Dimension	L: 521 mm W: 269 mm H: 220 mm TH: 242 mm
Weight approx.	73 kg or 161 pounds
Internal resistance	Approx. 2.5 mΩ
Self-discharge rate	Approx. 3% per month @ 25 degree Celsius
Operation temperature range	Discharged: -15 to 50 degree Celsius (5 to 122 degree F)
	Charging: 5 to 35 degree Celsius (41 to 95 degree F)
	Storage: 0 degree to 40 degree Celsius (32 to 104 degree F)
Floating charge voltage	13.50 to 13.80 volts (-15mv / degree Celsius)
Cyclic charging voltage	14.50 to 14.90 volts (-20mv / degree Celsius)
Maximum charging current	90 ampere (A)
Boost/equalizing charge	Not required
Terminal type	Copper--T5/T11
Container material	General ABS resin

Charging Characteristics(25°C)



Cycle Life(25°C)



Constant Current Discharge Characteristics (A, 25°C)

F.V/TIME	5min	10min	15min	30min	60min	3h	5h	10h	20h
9.60V	934	632	500	319	196	77.0	55.1	30.6	16.1
10.20V	887	601	479	306	187	76.0	54.2	30.4	16.0
10.80V	834	565	455	292	179	74.4	53.2	30.0	15.8

Constant Power Discharge Characteristics (Watt, 25°C)

F.V/TIME	5min	10min	15min	30min	60min	3h	5h	10h	20h
9.60V	9814	6838	5495	3584	2240	906	650	365	194
10.20V	9323	6496	5274	3442	2150	893	641	361	192
10.80V	8764	6106	5011	3270	2044	875	628	361	190

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

7.4 APÉNDICE D. Ficha técnica del inversor solar de 6 KVA 24 VDC – 120 VAC





Energy Storage System (ESS) SPH(2000-6000)

The SPH family is a hybrid bidirectional solar inverter combined with an integrated lithium-ion battery system features minimized energy loss and the possibility of using solar generated energy around the clock. This high quality all-in-one energy storage system offers the best performance in the common household PV applications such as refrigerator, home theatre, computer, lighting, washing machine and any other home use appliances.



Features and advantages

- 2KW/3KW/3.6KW/5KW/6KW hybrid bidirectional inverter with energy storage function
- Self-consumption and Feed-in to the grid
- Independent of power grid and the daylight
- Programmable multiple operation modes: Grid tie, Off grid, and Grid tie with backup
- LCD display panel for comprehensive information
- Intelligent RS485 communication port
- Intelligent energy management
- User-adjustable charging current suits different types of batteries
- Intelligent battery management system
- Storage capacity can be extended modularly from 2 to 6kWh
- High-performance lithium-ion battery
- Full protection function
- Smooth the load fluctuation
- Emergency power supply
- Ensure the quality of power supply

Código	
Versión	
Fecha	



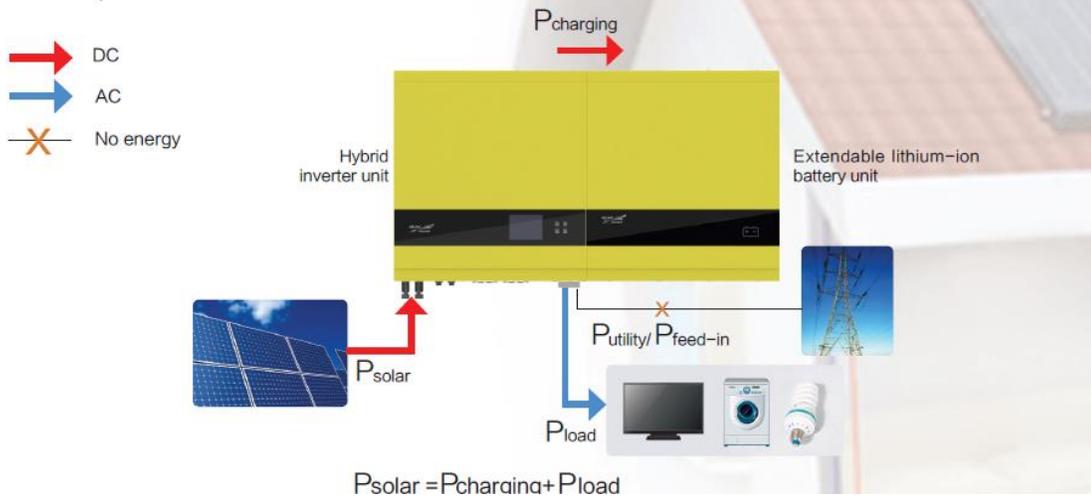
Save money and total solution

Home-use ESS:

1. Battery DC/AC efficiency: 93.6%
2. High quality Lithium-ion battery, 10 years plus lifetime.
3. Smoothing load fluctuation; Grid-tie; Independent.
4. High performance energy management system, auto-balance function.
5. Total solution, high reliability and payback.

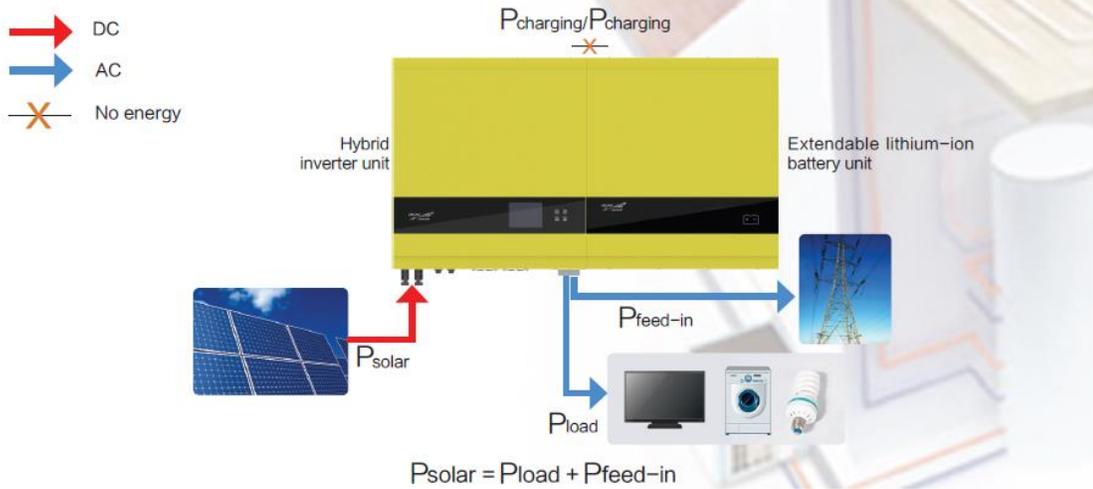
Morning mode:

the sunshine is sufficient in the morning, then household-generated energy is used for self-consumption first.



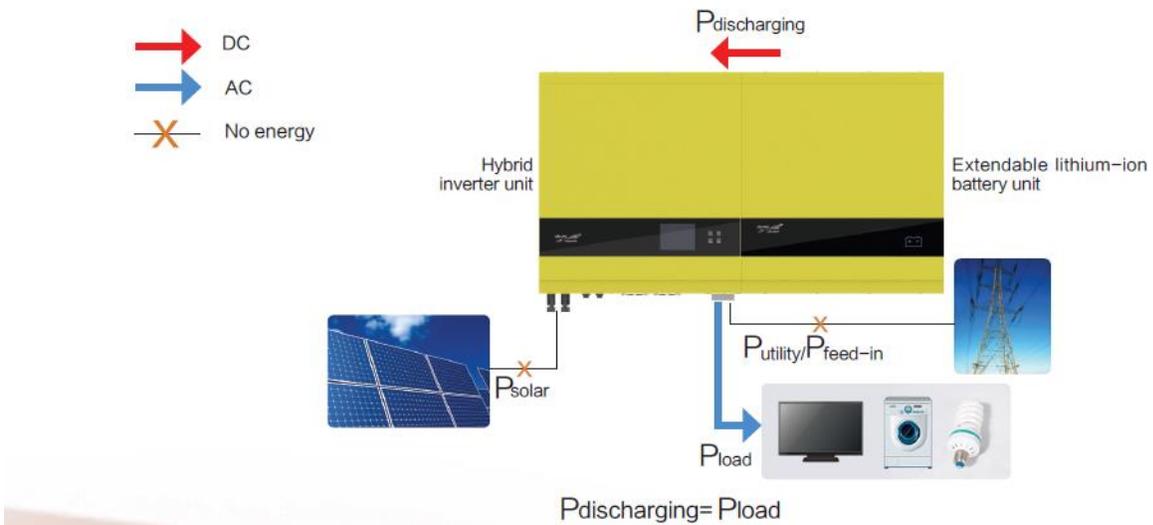
Noon mode:

the sunshine is strong at noon, there is excess household-generated energy for feed-in to grid after battery is fully charged.



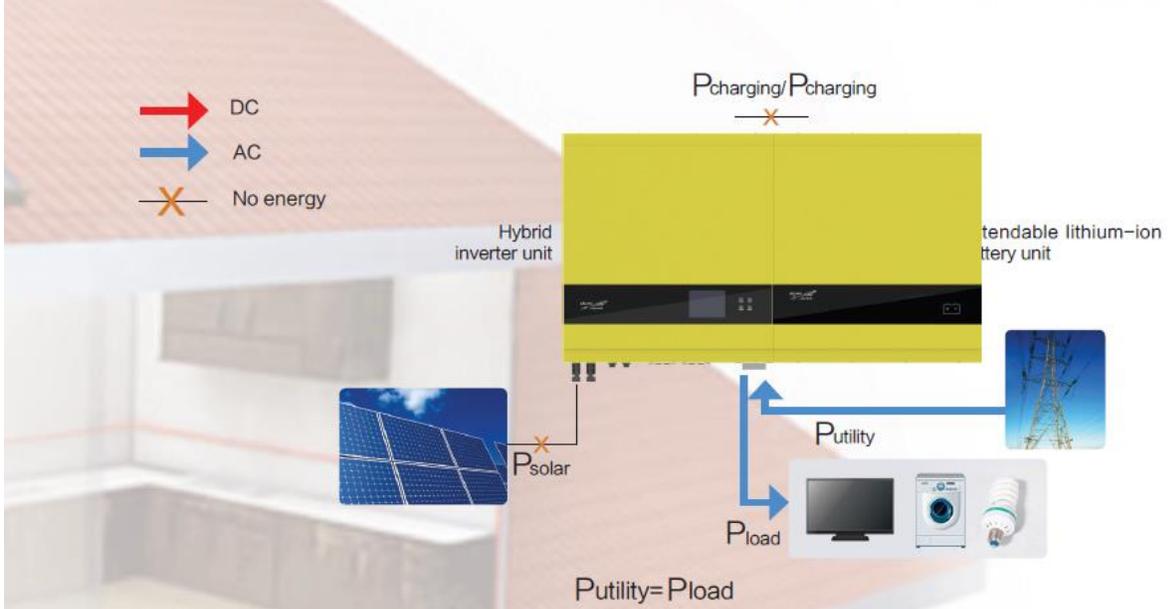
Evening mode:

the battery delivers the energy to the load after sunset.



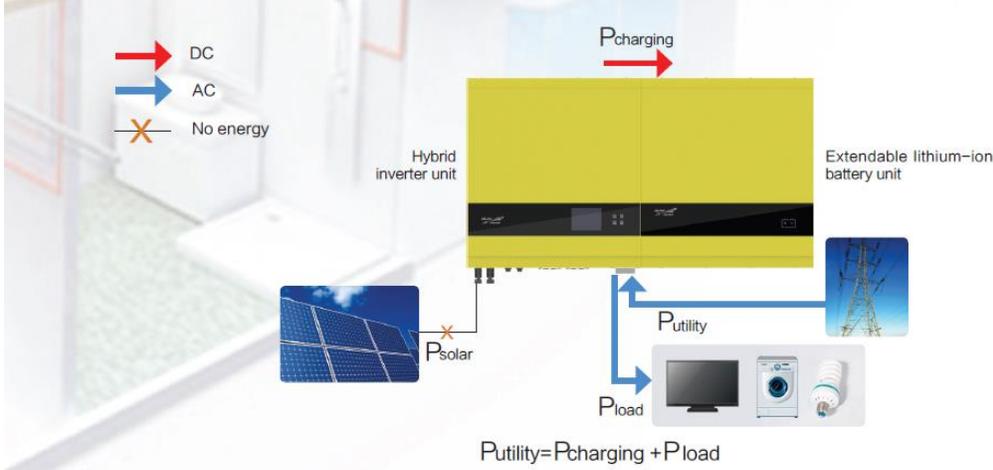
Night mode:

the battery capacity is insufficient, then the utility helps to supply power to the load.



Energy storage mode:

If the electricity price is lower in nighttime than daytime and the battery capacity is insufficient, then user can use the utility to recharge the battery in nighttime and supply power to loads in daytime.



MODEL	SPH2000-B	SPH3000-B	SPH3600-B	SPH5000-B	SPH6000-B
PV INPUT					
Maximum PV Input Power(W)	4000			6600	
Maximum PV Voltage(VDC)	450			550	
MPP Voltage Range (VDC)	200~420			200~500	
Start-up Voltage (VDC)	140				
MPPT number/MC4 connector	2/2				
String Maximum Input Current(VDC)	10A			20A	
BATTERY (LITHIUM-ION)&CHARGER					
Battery Capacity (Wh)	2000 (can extend to 2000 × 3=6000Wh)				
Maximum Charging Power (W)	2000	3000	3600	5000	6000
Maximum Discharging Power (W)	2200	3300	3960	5500	6600
Rated Battery Voltage(V)	204				
Battery Voltage Range(V)	160~233				
ON-GRID OUTPUT					
Rated Output Power	2000	3000	3600	5000	6000
Rated Grid Voltage(V)	220/230/240				
Grid Voltage Range(V)	180~264				
Maximum Output Current(A)	10	15	18	25	30
THDi (Full Load)	<3%				
Rated Grid Frequency(Hz)	50/60				
Grid Frequency Range(Hz)	47.5~52.5 / 57.5~62.5				
PF	1/± 0.8 (adjustable)				
Efficiency (Eur)	95.50%	96.00%	96.20%	96.40%	96.50%
OFF-GRID OUTPUT					
Rated Output Power(W)	2000	3000	3600	5000	6000
Rated Grid Voltage(V)	220/230/240				
Frequency(Hz)	50/60				
Over Load Capacity	105% continuity; 106~130% for 1min				
THDu	<3% (linear load)				
Efficiency (Max)	93.6%				
GENERAL SPECIFICATION					
Dimension, W × D × H(mm)	480 × 438 × 117			480 × 550 × 117	
Weight (KG)	32	44	44	48	52
Communication Interface	RS485(PC)/RS485(Meter)/Wifi				
Relative Humidity	0 ~ 90% ,No condensation				
Noise(dB)	<60				
Operating Temperature(℃)	-20 to 50 (>40 , power derating)				
IP Grade	IP20				
Altitude(m)	0 ~ 2000 (>2000, power derating)				

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

7.5 APÉNDICE E. Ficha técnica de la planta de tratamiento de aguas lluvias



FEATURES

- Patented stainless steel water connection
- High grade butyl diaphragm
- Virgin polypropylene liner
- Two part polyurethane, epoxy primed paint finish
- Leak free, o-ring sealed air valve cap
- NSF 58/61, CE/FED, ACS, WRAS, Evrazes approvals
- Comprehensive testing
- No maintenance

If you are looking for the proven performance of a GWS tank RoWave™ tanks are the quality solution for your RO system.

The virgin polypropylene shell, high grade butyl rubber diaphragm, and patented stainless steel water connection combine to make a pristine non-corrosive water chamber. By only using the finest materials available we ensure that our tank will not taint your pure water.

Constructed of deep drawn steel domes, RoWave™ provides an unparalleled reliability in the RO industry. Its air chamber sealed with a brass air valve and o-ring sealed air cap will provide many years of leak free and service free life. Its two part polyurethane, epoxy primed paint finish will withstand the harshest indoor and outdoor climates throughout the world.

Now RoWave™ tanks are also available in Plasteel version (available in 12, 16 and 19 liters), with a protective plastic shell around the steel tank to make them suitable for all conditions.

RoWave™ tanks are quality tested at several stages on the production line to insure the structural integrity of every tank.

SPECIFICATIONS RoWave™ Series Models

Model #'s		Nominal Volume		Shipping (box) Volume		Shipping (box) Weight		Dimensions					
Old Part Number	New Part Number	liter	gal.	m ³	ft ³	kg	lbs	A		B		C	
		cm	inches	cm	inches	cm	inches	cm	inches	cm	inches	cm	inches
Inline Models													
RWN-4LX	TP-4	4	1.1	0.0075	0.265	1.60	3.53	24.50	9.65	16.20	6.38		
RWN-8LX	RO-120	8	2.1	0.016	0.55	2.24	4.94	29.70	11.69	20.20	7.95		
RWN-12LX	RO-122	12	3.2	0.020	0.72	2.93	6.46	34.90	13.74	23.00	9.06		
RWN-18LX	RO-132	18	4.8	0.029	1.03	3.60	7.94	35.10	13.82	27.90	10.98		
RWN-21LX	RO-152	21	5.5	0.037	1.3	4.43	9.77	39.00	15.35	29.00	11.42		
Vertical Models													
RWN-35LV	TP-35	35	9.2	0.055	1.93	7.11	15.67	47.60	18.82	31.80	12.52	4.50	1.77
RWB-60LV	RO-1070	60	15.9	0.093	3.3	10.83	23.88	57.50	22.64	38.90	15.31	10.00	3.94
RWB-80LV	RO-2020	80	21.1	0.127	4.5	14.52	32.01	77.10	30.35	38.90	15.31	10.00	3.94
RWB-100LV	TP-100	100	26.4	0.161	5.7	19.06	42.02	80.40	31.65	43.00	16.93	12.90	5.08
Plasteel™													
RPN-12LX	TP-12P	12	3.2	0.023	0.8	3.59	7.91	38.20	15.04	24.10	9.49		
RPN-16LX	TP-16P	16	4.2	0.028	0.96	3.71	8.16	39.00	15.35	25.10	9.80		
RPN-18LX	TP-19P	19	5.0	0.037	1.3	4.20	9.26	40.00	15.75	27.50	10.83		

Maximum Working Pressure 7 bar / 100 psi; Tank pre-charge: 0.5 bar / 7 psi

Models of 4 liter - 35 liter 1/4" NPT connection with plastic ball valve

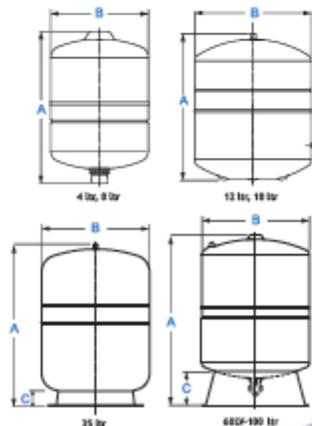
Models of 60 liter - 100 liter 1" BSP elbow connection with 1" NPT plastic extension

Maximum Working Temperature: 50 °C / 122 °F

* Minor dimensional variation may occur



- ① Patented stainless steel water connection
- ② High grade butyl diaphragm
- ③ Two-part polyurethane/epoxy primed paint finish
- ④ Virgin polypropylene liner



ISO:9001



ACS Approved



Aguas de Amazonas.
Amazon Water Inc.

•Fabricamos plantas de agua por ósmosis inversa para cualquier aplicación, con el respaldo de las mejores marcas de componentes a nivel mundial.

•Residencias, fincas y casa fincas hasta 100GPD

•Comercio: Hoteles, restaurantes hasta 10.000GPD.

•Industriales: Mayores a 10.000GPD.

•Diseño y construcción de desalinizadoras (agua de mar) desde 32.000 hasta 42.000 PPM

AGUAS DE AMAZONAS
ESPECIALISTAS EN OSMOSIS INVERSA

Aguas de Amazonas S.A.S.
Calle 35B-85C-72.
Medellín, Colombia
Sur América.
oespinos70@gmail.com
Tel: (4)2533597
Cel: (57)3127437776

07/02/2017 11:58



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	





Código	
Versión	
Fecha	



Código	
Versión	
Fecha	



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

7.6 APÉNDICE F. Ficha técnica del colector solar

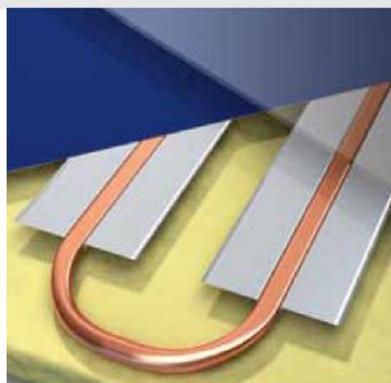
Colector solar térmico SUNBELT 2,1 S
- para instalaciones residenciales -



Colector SUNBELT 2,1 S
Fabricación alemana, diseño atractivo, rendimiento excepcional



Certificación según Solar Keymark



El colector de la mejor calidad y eficiencia del mercado

El colector SUNBELT 2,1 S destaca por su rendimiento excepcional, diseño atractivo y una larga vida útil gracias a la alta calidad de sus materiales.

Es un colector con marco y chapa trasera de aluminio para mayor estabilidad y protección contra la corrosión. Gracias a sus dimensiones compactas, el montaje resulta especialmente sencillo y rápido. Puede ser instalado sobre tejado o sobre cubierta plana.

El colector cuenta con una garantía de 10 años.

Ventajas

- Reducido peso de montaje: 35 kg
- Funcionamiento seguro gracias a la tubería en forma de meandro que permite la purga automática del sistema
- Vidrio solar de 4mm de alta resistencia, verificado conforme a la norma DIN 12975
- Producción solar muy alta gracias al absorbedor con recubrimiento altamente selectivo
- Larga vida útil gracias a su innovadora y duradera tecnología
- El absorbedor y los tubos de cobre están unidos a través de la innovadora tecnología de transferencia de calor (WLT) para conseguir una transmisión térmica especialmente efectiva

Email: info@sunbelt.cl Web: www.sunbelt.cl Fonos: (+56) 9 9785 2885 (+56) 9 8737 6654

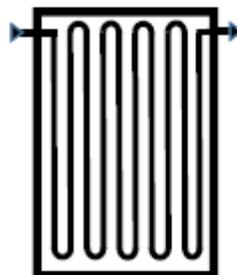
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	
		Versión	
		Fecha	

Colector solar térmico SUNBELT 2,1 S - para instalaciones residenciales -

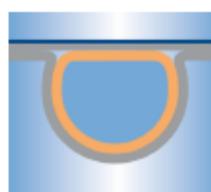


Datos técnicos del colector SUNBELT 2,1 S

Material del marco / color	Aluminio, color plata
Superficie bruta del colector	2,06 m ²
Superficie de apertura	1,89 m ²
Superficie del absorbedor	1,89 m ²
Dimensiones del colector	1954 x 1054 x 80mm
Peso	35 kg
Eficiencia eta0:	80,6%
k1	3,882 W/m ² K
k2	0,009 W/m ² K ²
Conexiones	2
Volumen líquido solar	1,3 litros
Tipo de conexiones / medidas	Fittings de compresión / 12mm
Conexiones para sensor de temperatura:	1
Presión máxima de trabajo	10 bar
Temperatura de estancamiento	176°C
Material del absorbedor / grosor	Aluminio / 0,5mm
Tipo de tubería	Meandro
Material de la tubería	Cobre
Capa absorbedora	Altamente selectiva
Interconexión entre tubería y absorbedor	Tecnología de transferencia de calor patentada (WLT)
Tipo de vidrio / grosor	Templado / 3,2mm
Índice de transmisión del vidrio	>= 89 %
Material chapa trasera	Aluminio
Material de aislación / grosor	Lana mineral / 35mm



Esquema hidráulico SUNBELT 2,1 S



Envoltura de 360° de la tubería, tecnología WLT

Email: info@sunbelt.cl Web: www.sunbelt.cl Fonos: (+56) 9 9785 2885 (+56) 9 8737 6654

7.7 APÉNDICEG. Cuentas de servicios públicos de diferentes usuarios

Consulta y paga tu factura en línea a través de www.epm.com.co y dispositivos móviles.

Estimado cliente, si tu factura presenta un saldo que no corresponde con tu información, puedes expresárselo a nuestro auditor externo Deloitte & Touche Ltda ubicado en la Calle 16 Sur # 43 A 49 - Piso 10, Medellín (Ant).

La presente factura presta mérito ejecutivo en virtud del artículo 130 de la Ley 142 de 1994 modificado por el artículo 18 de la Ley 689 de 2001.

De conformidad con el Decreto 2150 de 1995, la firma mecánica que aparece a continuación, tiene plena validez para todos los efectos legales.

epm
NT 890904 996-1

Jorge Londoño De la Cuesta
Representante legal
Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

Información

Para recibir tu reclamo la factura no tiene que estar cancelada, una vez recibido, pagarás los valores no reclamados.

Puedes presentar tus reclamaciones a través de www.epm.com.co en la sección Clientes y Usuarios, opción Trámites y Servicios - Peticiones, Quejas y Reclamos.

Las reclamaciones por valores facturados no se atienden telefónicamente, ni vía fax.

Línea de Atención 44 44 115 en Medellín o 01 8000 415 115 a nivel nacional, en este canal puedes verificar la identidad del personal autorizado que presta los servicios para EPM.

Puntos de atención

Medellín
Edificio Inteligente
Cra. 58 No. 42-125
Horario: 7:30 a.m. - 5:00 p.m. de lunes a viernes

Castilla
Carrera 65 N. 100 - 109
Horario: Lunes a viernes de 07:30 a.m. a 04:30 p.m. Jornada continua

Entidad que nos vigila
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD Número único de registro 4-50010000-1 - www.superservicios.gov.co

Entidades que nos regulan
Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA - www.cra.gov.co / Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG - www.creg.gov.co

Puntos de pago

Pagos en línea
<http://facturaweb.epm.com.co>

Internet: www.bancolombia.com, www.gruposavia.com, www.24bank.com.co, www.davivienda.com, www.facturane.com, www.bancomercantil.com.co, www.grupohelm.com

Debitos Automáticos: Mis pagos al día (Citibank), Grupo Avak, BBVA, Bancolombia, Colpatría, Datafono, RBM Redeban Multipoint, Red de Cajeros ATM, Credianco Visa.

Almacenes de cadena: Almacenes Éxito, Consumo, Canilla, Surtimax.

Pago por ventanilla: **Entidades Bancarias**
Bancolombia a la mano - Corresponsal Bancario, BBVA, Bogotá, Citibank, Colpatría, Davivienda, GNB Sudameris, Helm Bank Occidente, Popular, Corpbanca, Banco Pichincha

Centros de Pago
Directy, Red Servientrega, Puntos autorizados Red vía Baloto, Revál, Ganá, PTM (Plataforma Tecnológica Multiservicio).

Cooperativas
Cotrafá, Confiar, Coofinop, Coogranada, Cooperativa Financiera de Antioquia - CFA, Coopool, San Roque, Coosankulú, Creafam, Crearcoop, Entrenios, Gómez Plata, León XIII de Maco, León XIII de Guatapé, Rlachony y Suya.

Cuéntame epm®

Conoce tus consumos

Empresas Públicas de Medellín E.S.P.
febrero de 2017

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 5 - Cl 20 C Sur Cr 25 B -32 - Antioquia - Medellín - Instalación: 042210305200320000 - Plan: Normal Residencial - N.aptos.que Surte: 1

Acueducto

Medidor 83_mpr_200915047639-7 - Consumo del 15 dic al 14 ene

Producto	95853359
Días de consumo	31
Lectura act	4.741
Lectura ant	4.708
Diferencia M3	34
Consumo M3	34

Componentes del costo

Cmt Liviano	1333
Cmt Total	449.48

Valores facturados

Consumo	m3	Costo	Valor
Consumo feb-17	34	X 1,719,770=	58,472.18
Cargo fijo feb-17			\$ 8,303.49
Contrib cargo fijo			\$ 4,151.75
Contrib consumo min			\$ 29,236.09
Ajuste			\$.00
Total Acueducto:			\$ 100,164

Promedio consumo últimos 6 meses

Unidades: Agua: 54 m3

ACONSERFE OCTNOVNOVIENEFE FEB

Felicítate! tu servicio se encuentra a la

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 5 - Cl 20 C Sur Cr 25 B -32 - Antioquia - Medellín - Instalación: 042210305200320000 - Plan: Normal Residencial - N.aptos.que Surte: 1

Energía

Medidor 21_zmd405ct_85780404-3 - Consumo del 15 dic al 14 ene

Producto	95853371
Días de consumo	31
Lectura act	9.424
Lectura ant	9.345
Diferencia KWH	59
Consumo KWH	1.770

Componentes del costo

Generación	165.37
Transmisión	30.80
Distribución	142.35
Comercializac	38.93
Pérdidas	31.36
Restricciones	28.37

Valores facturados

Energía act	kw/h	Costo	Valor
Energía act feb-17	1,770	X 437,010=	773,507.70
Contrib. energía % 20			\$ 154,701.54
Ajuste			\$ -.24
Total Energía:			\$ 928,209

Promedio consumo últimos 6 meses

Unidades: Energía: 2,019 kw/h

ACONSERFE OCTNOVNOVIENEFE FEB

Felicítate! tu servicio se encuentra a la

042210305200320000-3-000300040

Tu uso responsable de la energía eléctrica contribuye a la sostenibilidad del medio ambiente. Ahora y usa de forma eficiente los servicios públicos - Resolución CREG 123 de 2014.

Otras entidades diferentes a EPM

Emvarias	108248641	reclamos@emvarias.com.co	www.emvarias.com.co
Empresas Varias De Medellín E.s.p.	Nit: 890905059	Tel: 018000410400 - 4445636	Dir: cr 58 42-125 ed. inteligente

Usuario: Octavio Moreno - Residencial - Estrato 5 - Cl 20 C Sur Cr 25 B -32 - Medellín - Antioquia

Frecuencias: Semanal - No Aprovechables: 2 - Barrido: 2

Periodo consumo: Diciembre 2016

Valores facturados

Cargo Fijo	\$ 2,735.12
Contribucion	\$ 10,826.85
Cargo Variable	\$ 12,041.98
Ajuste	\$ -15
Total	\$ 36,623.00

Valor servicio facturado

Últimos 6 meses:	
Nov-16 \$ 36,119.73	Oct-16 \$ 36,249.67
Sep-16 \$ 36,165.44	Ago-16 \$ 36,063.43
Jul-16 \$ 36,059.90	Jun-16 \$ 36,321.13

Residuos del Periodo (Ton)

Dic-16	0.083
Nov-16	0.083
Oct-16	0.083
No Aprovechables	0.08
Barrido y limpieza	0.002
Limpieza urbana	0
Rechazados	0

Otros

Concepto	Valor
Alumbrado Público	\$ 5,700.00
Total energía mdo regulado	\$ 5,700.00
Total Otros	\$ 5,700.00
Total otras entidades diferentes a EPM	\$ 42,323.00

El hurto de infraestructura afecta la disponibilidad del servicio de energía

Reporta en el 44 44 115, si ves a alguien no autorizado manipulando cables de energía alterando los contadores, o haciendo conexiones ilegales.

El hurto incluye la responsabilidad de la pérdida y su costo. La denuncia puede ser anónima.

epm

Consulta y paga tu factura en línea a través de www.epm.com.co y dispositivos móviles.

Estimado cliente, si tu factura presenta un saldo que no corresponde con tu información, puedes expresárselo a nuestro auditor externo Deloitte & Touche Ltda ubicado en la Calle 16 Sur # 43 A 49 - Piso 10, Medellín (Ant).

La presente factura presta mérito ejecutivo en virtud del artículo 130 de la Ley 142 de 1994 modificado por el artículo 18 de la Ley 689 de 2001.

De conformidad con el Decreto 2150 de 1995, la firma mecánica que aparece a continuación, tiene plena validez para todos los efectos legales.

epm
 Jorge Londoño De la Cuesta
 Representante legal
 Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

Información

Para recibir tu reclamo la factura no tiene que estar cancelada, una vez recibido, pagarás los valores no reclamados.

Puedes presentar tus reclamaciones a través de www.epm.com.co en la sección Clientes y Usuarios, opción Trámites y Servicios - Peticiones, Quejas y Reclamos.

Las reclamaciones por valores facturados no se atienden telefónicamente, ni vía fax.

Línea de Atención 44 44 115 en Medellín o 01 8000 415 115 a nivel nacional, en este canal puedes verificar la identidad del personal autorizado que presta los servicios para EPM.

Puntos de atención
Medellín
 Edificio Inteligente
 Cra. 58 No. 42-125
 Horario: 7:30 a.m. - 5:00 p.m. de lunes a viernes
Castilla
 Carrera 65 N. 100 - 109
 Horario: Lunes a viernes de 07:30 a.m. a 04:30 p.m. Jornada continua

Entidad que nos vigila
 Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD Número único de registro 4-50010001 - www.superservicios.gov.co

Entidades que nos regulan
 Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA - www.cra.gov.co / Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG - www.creg.gov.co

Puntos de pago

Pagos en línea  <http://facturawebepm.com.co>

Internet
 Débito Automático
 Mis pagos al día (Citibank), BBVA, Grupo Aval, Bancolombia, Colpatria, Davivienda, Datáfono, RBM Redeban Multicolor, Red de Cajeros ATH, Credibanco Visa.

Almacenes de cadena
 Almacenes Éxito, Consumo, Carulla, Surtimax.

Pago por ventanilla
Entidades Bancarias
 Bancolombia a la mano - Corresponsal Bancario, BBVA, Bogotá, Citibank, Colpatria, Davivienda, GNB Sudameris, Helm Bank Occidente, Popular, Corpbanca, Banco Pichincha

Centros de Pago
 Efecty, Red Servitrega, Puntos autorizados Red vía Baloto, Reval, Cana, PTM (Plataforma Tecnológica Multiservicio).

Cooperativas
 Cotrafa, Conifar, Coofinex, Coogranada, Cooperativa Financiera de Antioquia - CFA, Coopsof, San Roque, Cooaniluis, Creafram, Creacoop, Entrenos, Gómez Plata, León XIII de Maceo, León XIII de Cuatapé, Riachón y Suya.

Cuéntame epm

Empresas Públicas de Medellín E.S.P.
 enero de 2017

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 5 - Cl 19 Cr 43 G -155 (Interior 1703 - Antioquia - Medellín - Instalación: 051419003701551703 - Plan: Residencial - N.aptos.que Surte: 1

Acueducto
 Medidor B3_1209_09015059445-7 - Consumo del 23 nov al 21 dic

Producto 113R42142	Días de consumo 29	Lectura act 1.203	Lectura ant 1.285	Diferencia M3 18	Consumo M3 18
--------------------	--------------------	-------------------	-------------------	------------------	---------------

Componentes del costo
 Cmt Unitario 13,22
 Cmt Total 237,96

Valores facturados	Costo	Valor
Consumo m3	18 x 1.719,770=	30.955,86
Cargo fijo		\$ 8.303,49
Contrib cargo fijo		\$ 4.151,75
Contrib consumo min		\$ 15.477,93
Ajuste		\$ -0,3
Total Acueducto:		\$ 58,889

Promedio consumo últimos 6 meses
 Agua: 13 m3



Felicítate! tu servicio se encuentra al día.

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 5 - Cl 19 Cr 43 G -155 (Interior 1703 - Antioquia - Medellín - Instalación: 051419003701551703 - Plan: Residencial - N.aptos.que Surte: 1

Alcantarillado
 Medidor 20_et224_8391594-3 - Consumo del 23 nov al 21 dic

Producto 113R41852	Días de consumo 29	Uso alcantarillado 13
--------------------	--------------------	-----------------------

Componentes del costo
 Cmt Unitario 29,60
 Cmt Total 532,80

Valores facturados	Costo	Valor
Consumo m3	18 x 1.702,360=	30.642,48
Cargo fijo		\$ 4.457,59
Contrib cargo fijo		\$ 2.228,80
Contrib consumo min		\$ 15.321,24
Ajuste		\$ -11
Total Alcantarillado:		\$ 52,650

Promedio consumo últimos 6 meses
 Alcantarillado: 13 m3



Felicítate! tu servicio se encuentra al día.

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 5 - Cl 19 Cr 43 G -155 (Interior 1703 - Antioquia - Medellín - Instalación: 051419003701551703 - Plan: Normal Residencial - N.aptos.que Surte: 1

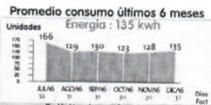
Energía
 Medidor 20_et224_8391594-3 - Consumo del 23 nov al 21 dic

Producto 113794315	Días de consumo 29	Lectura act 10,793	Lectura ant 10,669	Diferencia KWH 124	Consumo KWH 124
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-----------------

Componentes del costo
 Generación 167,81
 Transmisión 27,95
 Distribución 177,04
 Comercializac 38,85
 Peridas 31,03
 Restricciones 18,54

Valores facturados	Costo	Valor
Energía activa kwh	124 x 461,850=	57.269,40
Contribuci. energía % 20		\$ 11.453,88
Ajuste		\$ -2,8
Total Energía:		\$ 68,723

Promedio consumo últimos 6 meses
 Energía: 135 kwh



Felicítate! tu servicio se encuentra al día.

Tu uso responsable de la energía eléctrica contribuye a la sostenibilidad del medio ambiente. Ahorra y usa de forma eficiente los servicios públicos - Resolución CREG 123 de 2014.

A partir del 1 de enero de 2017 el consumo básico de agua para el Valle de Aburrá será de 16m³, por disposición de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA).
Empieza el año nuevo haciendo uso responsable del agua.

Cuidate de un accidente eléctrico
 No te atrevas a hacer mantenimiento ni reparaciones en caso, objeto a un profesional. Estemos ahí, llevando a la casa energía segura.



051419003701551703-8-000800016

Código	
Versión	
Fecha	

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 5 - Cl 19 Cr 43 G -155 (Interior 1703 - Antioquia - Medellín - Instalación: 051419003701551703 - Plan: Residencial Tarifa Plena)

Información consumo
Medidor g1_km-g1_6(g1_6) 6000-9 - Consumo del 23 nov al 21 dic. Poder calo: 37258.9465 kJ/m3

Producto 114202549	Días de consumo 29	Lectura act 1.062	Lectura ant 1.054	Diferencia M3 8	Factor consumo 0.845	Consumo M3 6.762	Equivalencia kWh 70
--------------------	--------------------	-------------------	-------------------	-----------------	----------------------	------------------	---------------------

Componentes del costo

Componentes Variables (\$/m3)	Valores facturados (m3)	Costo	Valor
Compra	726.25		8,877.97
Distribución	239.37		2,937.31
Transporte	347.30		1,775.59
Confidencial	.00		587.46
Comercializac	.00		-33
Componentes Fijas (\$/factura)	2,937.31		
Comercializac	2,937.31		
Total Gas			\$ 14,178

Promedio consumo últimos 6 meses
Gas: 8 m3

Felicitaciones! tu servicio se encuentra al día.

Cuenta

Contrato: 6010153
Factura enero de 2017 - Ciclo: 8
CL 19 CR 43 G -155 (INTERIOR 1703)
Medellín - Antioquia
Documento No: 094 9370453
Cliente: Fredy Jaramillo Vega
CC/NIT: 93363954

Referente de pago: 547171728-19
Vencimiento Día Mes Año **\$217,305**
Sin recargo 26/01/2017
Con recargo 31/01/2017 Valor total a pagar

Resumen estado de cuenta

	Valor	Consumo
Acueducto		
Mes Anterior	\$ 55,987.00	118 m3
Mes actual	\$ 58,889.00	118 m3
Alcantarillado		
Mes Anterior	\$ 52,650.00	118 m3
Mes actual	\$ 52,650.00	118 m3
Energía		
Mes Anterior	\$ 78,071.00	135 kwh
Mes actual	\$ 68,723.00	124 kwh
Gas		
Mes Anterior	\$ 15,051.00	7.6 m3
Mes actual	\$ 14,178.00	6.7 m3

Tú contribuyes al mejoramiento de la calidad de vida de tu familia cuando haces uso responsable de los servicios públicos.

Otras Entidades \$ 22,865.00

Otras entidades diferentes a EPM

Emvarias	114405671	reclamos@emvarias.com.co	www.emvarias.com.co
Empresas Varias De Medellín E.s.p.	Nit: 890905559	Tel: 018000410400 - 4445636	Dir: cr 58 42-125 ed. inteligente
Usuario: Residencial - Estrato 5 - Cl 19 Cr 43 G -155 (Interior 1703 - Medellín - Antioquia			
Frecuencias Semanal: No Aprovechables: 2 - Barrido: 2		Mensual: Corte: 1 - Poda: 1	
Pago periodo anterior: \$ 17,695.00		Periodo consumo: Noviembre 2016	
Valores facturados		Cantidad de Residuos (Ton)	
Cargo fijo	\$ 7,848.64	No Aprovechables	0.012
Contribución	\$ 8,070.29	Ultimos 6 meses	0.011
Cargo Variable	\$ 1,645.84	Valor servicio facturado	0.009
Ajuste	\$ 25	Residuos del Periodo (Ton)	0.003
Total	\$ 17,565.00	Oct-16 \$ 17,694.69	Barrido y limpieza 0.003
		Agon-16 \$ 17,509.54	Limpieza urbana 0
		Jun-16 \$ 17,205.43	Rechazados 0
Otros			
Alumbrado Publico		Valor	\$ 3,300.00
Total energia mdo regulado			\$ 3,300.00
Total Otros			\$ 5,300.00
Total otras entidades diferentes a EPM			\$ 22,865.00

Disfruta el gas natural con total seguridad. Cada cinco años debes realizar la revisión técnica de la red interna de gas natural de tu casa o negocio, para comprobar que todo esté funcionando con normalidad. Este procedimiento debes hacerlo con un Organismo de Inspección Acreditado - ODI. Consulta en www.epm.com.co lo que debes tener presente para la revisión y conoce con cuáles empresas podrás contratar este servicio. (Resolución CREG-059)

Cuando el sol se va, el alumbrado público ilumina grandes momentos. En EPM somos responsables por la operación del alumbrado público en tu Municipio. Tú eres nuestro mejor aliado para su buen funcionamiento, por eso te invitamos a reportar los daños en la línea 44 44 115 o a través de la APP EPM. Reportar el daño no te genera ningún cobro adicional.

Sigue consejos para que vivas sin riesgos

Nuestros consejos salvavidas:

- Orienta a tus pequeños sobre los cuidados que deben de tener con la infraestructura eléctrica
- Indicales que nunca deben intentar retirar cometas, globos o cualquier objeto de los cables o redes de energía

¡Una descarga eléctrica podría electrocutarlos!

cadena s.a. NIT: 990300240

Incrementó Disminuyó Igual

Contrato: 6010153
\$ 217,305
Valor total a pagar
Grandes contribuyentes
reintegradores de IUS
Autorretenedores
Res. 547 del 25/01/2002
Fecha de facturación 12/01/2017

Léelo con tu smartphone y paga tu factura

Si el pago es realizado en cheque, éste debe ser girado a favor de Empresas Públicas de Medellín - E.S.P.

epm

Código	
Versión	
Fecha	

Consulta y paga tu factura en línea a través de www.epm.com.co y dispositivos móviles.

Estimado cliente, si tu factura presenta un saldo que no corresponde con tu información, puedes expresárselo a nuestro auditor externo Deloitte & Touche Ltda ubicado en la Calle 16 Sur # 23 A 49 - Piso 10, Medellín (Ant).

La presente factura presta mérito ejecutivo en virtud del artículo 130 de la Ley 142 de 1994 modificado por el artículo 18 de la Ley 689 de 2001.

De conformidad con el Decreto 2150 de 1995, la firma mecánica que aparece a continuación, tiene plena validez para todos los efectos legales.



Arque Lomiloro De la Cuesta
Representante legal
Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

Información

Para recibir tu reclamo la factura no tiene que estar cancelada, una vez recibido, pagarás los valores no reclamados.

Puedes presentar tus reclamaciones a través de www.epm.com.co en la sección Clientes y Usuarios, opción Trámites y Servicios - Peticiones, Quejas y Reclamos.

Las reclamaciones por valores facturados no se atienden telefónicamente, ni vía fax.

Línea de Atención 44 44 115 en Medellín o 01 8000 415 115 a nivel nacional, en este canal puedes verificar la identidad del personal autorizado que presta los servicios para EPM.

Puntos de atención

Medellín
Edificio Inteligente
Cra. 55 No. 42-125
Horario: 7:30 a.m. - 5:00 p.m. de lunes a viernes
Castilla
Carrera 65 N. 100 - 109
Horario: Lunes a viernes de 07:30 a.m. a 04:30 p.m. Jornada continua

Entidad que nos vigila
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD Número Único de registro: 4-5001000-1 - www.superservicios.gov.co

Entidades que nos regulan
Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA - www.cra.gov.co / Comisión de Regulación de Energía y Gas

Cuéntame epm

Empresas Públicas de Medellín E.S.P.
enero de 2017

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 3 - Cr 22 C Cl 37 -100 (Interior 216 - Antioquia - Medellín - Instalación: 05322307001000216 - Plan: Residencial - N.aptos.que Surte: 1

Acueducto

Medidor Water Tech Sirius_2015-7 - Consumo del 17 nov al 15 dic

Producto	95168644
Días de consumo	29
Lectura act	127
Lectura ant	121
Diferencia M3	6
Consumo M3	6

Componentes del costo	
Cmt Unitario	13,22
Cmt Total	79,32

Valores facturados	
Consumo	m3 6 x 1.719,770 = 10.318,62
Cargo fijo	\$ 8.303,49
Subsidio	\$ -2.327,77
Ajuste	\$ 54
Total Acueducto:	\$ 16,294

Promedio consumo últimos 6 meses
Unidades Agua: 8 m3



Felicitaciones! tu servicio se encuentra al día.

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 3 - Cr 22 C Cl 37 -100 (Interior 216 - Antioquia - Medellín - Instalación: 05322307001000216 - Plan: Residencial - N.aptos.que Surte: 1

Alcantarillado

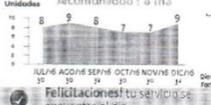
Consumo del 17 nov al 15 dic

Producto	95168643
Días de consumo	29
Uso alcantarillado	6

Componentes del costo	
Cmt Unitario	20,60
Cmt Total	177,60

Valores facturados	
Consumo	m3 6 x 1.702,350 = 10.214,16
Cargo fijo	\$ 4.457,59
Subsidio	\$ -1.833,97
Ajuste	\$ 22
Total Alcantarillado:	\$ 12,836

Promedio consumo últimos 6 meses
Unidades Alcantarillado: 3 m3



Felicitaciones! tu servicio se encuentra al día.

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 3 - Cr 22 C Cl 37 -100 (Interior 216 - Antioquia - Medellín - Instalación: 05322307001000216 - Plan: Normal Residencial - N.aptos.que Surte: 1

Energía

Medidor 20_ejeg14_05450918-3 - Consumo del 17 nov al 15 dic

Producto	95168655
Días de consumo	29
Lectura act	52,546
Lectura ant	52,307
Diferencia KWH	239
Constante	1
Consumo KWH	239

Componentes del costo	
Generación	167,81
Transmisión	27,95
Distribución	177,62
Comercializac	38,83
Pérdidas	31,03
Restricciones	18,54

Valores facturados	
Energía activa	kwh 39 x 461,850 = 18.012,15
Subsidio	\$ -2.701,82
Ajuste	\$ 33
Total Energía:	\$ 15,310

Promedio consumo últimos 6 meses
Unidades Energía: 46 kwh



Felicitaciones! tu servicio se encuentra al día.

Tu uso responsable de la energía eléctrica contribuye a la sostenibilidad del medio ambiente. Ahorra y usa de forma eficiente los servicios públicos. Resolución CREG 123 de 2014.

A partir del 1 de enero de 2017 el consumo básico de agua para el Valle de Aburrá será de 16m³, por disposición de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA).
Empieza el año nuevo haciendo uso responsable del agua.

Cuidate de un accidente eléctrico
No te atrevas a tocar los cables eléctricos en caso de avería o un problema. Están muy peligrosos y la seguridad es lo primero.



05322307001000216-4-000400008

Código	
Versión	
Fecha	

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 3 - Cr 22 C Cl 37-100 (Interior 216 - Antioquia - Medellín - Instalación: 05322307001000216 - Plan: Residencial Tarifa Plena

Gas

Medidor 79_g-6(g-6) 2009620-9 - Consumo del 17 nov al 15 dic Poder calo: 37258,9465 kJ/m3

Producto 113662460
Días de consumo 29
Lectura act 688
Lectura ant 688
Diferencia 0
Factor consumo 0.845
Consumo 5.917
Equivalencia 01

Componentes del costo

Componentes Variables: (\$/m3)	Valor
Compra	726.25
Distribución	239.37
Transporte	347.30
Confidencialidad	.00
Comercializac	.00
Total Gas	\$ 24,983.66

Información técnica

Ind. presión 100.00 %
Ind. respuesta 100.00 %
Ind. conservación 100.00 %
Interrupción Max. 00

Cuenta

Contrato: 972611
Factura enero de 2017 - Ciclo: 4
CR 22 C CL 37-100 (INTERIOR 216)
Medellin - Antioquia
Documento No: 094 8309811

Referente de pago: 545990581-53
Vencimiento Día Mes Año
Sin recargo 20/01/2017 **\$86,842**
Con recargo 25/01/2017 Valor total a pagar

Resumen estado de cuenta

	Valor	Consumo
Acusado		
Mes Anterior	\$ 19,968.00	9 m3
Mes actual	\$ 16,294.00	6 m3
Alcance		
Mes Anterior	\$ 17,311.00	9 m3
Mes actual	\$ 12,838.00	6 m3
Energía		
Mes Anterior	\$ 19,282.06	47 kwh
Mes actual	\$ 15,310.00	39 kwh
Gas		
Mes Anterior	\$ 26,827.27	7.6 m3
Mes actual	\$ 24,983.66	5.9 m3

Tú contribuyes al mejoramiento de la calidad de vida de tu familia cuando haces uso responsable de los servicios públicos.

Otras Entidades \$ 17,416.34

Este mes has sido beneficiado por un subsidio de \$6,863.56 que ya han sido descontados de tu factura.

Incremento Disminuye Igual

Otras entidades diferentes a EPM

Enviarías	107933508	reclamos@emvarias.com.co	www.emvarias.com.co
Empresas Varias De Medellín E.s.p.	Nit: 8909050559	Tel: 018000410200 - 4445696	Dir: cr 58 42-125 ed. inteligente

Usuario: Valencia Toro Cu - Residencial - Estrato 3 - Cr 22 C Cl 37-100 (Interior 216 - Medellín - Antioquia)
Mensual: Corte 1 - Poda: 1
Frecuencias Semanal: No Aprovechables: 2 - Barrido: 2
Pago periodo anterior: \$ 14,057.00

Valores facturados

Concepto	Valor
Cargo Fijo	\$ 7,483.00
Subsidio	\$ -2,459.26
Cargo Variable	\$ 8,978.74
Ajuste	\$ -38
Total	\$ 13,992.00

Periodo consumo: Noviembre 2016

Concepto	Valor
Ultimos 6 meses	\$ 14,057.00
Residuos del Periodo (Ton)	\$ 14,013.48
No Aprovechables	\$ 13,964.99
Rechazados	\$ 14,121.08

Disfruta el gas natural con total seguridad. Cada cinco años debes realizar la revisión técnica de la red interna de gas natural de tu casa o negocio, para comprobar que todo esté funcionando con normalidad. Este procedimiento debes hacerlo con un Organismo de Inspección Acreditado - ODI. Consulta en www.epm.com.co lo que debes tener presente para la revisión y conoce con cuáles empresas podrás contratar este servicio. (Resolución CREG 050)

Cuando el sol se va, el alumbrado público ilumina grandes momentos. En EPM somos responsables por la operación del alumbrado público en tu Municipio. Tú eres nuestro mejor aliado para su buen funcionamiento, por eso te invitamos a reportar los daños en la línea 44.44.115 o a través de la APP EPM. Reportar el daño no te genera ningún cobro adicional.

Detalle Financiamientos

Servicio	Descripción	Día/Mes/Año	Cuotas Pend.	Saldo	Valor Cuota
Gas	Fin. Centro De Medición	19/11/2009	34	\$ 24,012.40	\$ 20,153
Gas	Fin. Medidor - Hv	19/11/2009	34	\$ 47,355.47	\$ 1,577.26
Gas	Fin. Conexión - Hv	19/11/2009	34	\$ 202,696.93	\$ 2,250.87
Gas	Fin. Red Interna Particu	19/11/2009	34	\$ 276,811.90	\$ 9,239.23

Sigue consejos para que vivas sin riesgos

Nuestros consejos salvavidas:

- Orienta a tus pequeños sobre los cuidados que deben tener con la infraestructura eléctrica.
- Indicales que nunca deben intentar retirar cordeles, globos o cualquier objeto de los cables o redes de energía.

¡Una descarga eléctrica podría electrocutarlos!

Código	
Versión	
Fecha	

Consulta y paga tu factura en línea a través de www.epm.com.co y dispositivos móviles.

Estimado cliente, si tu factura presenta un saldo que no corresponde con tu información, puedes expresárselo a nuestro auditor externo Deloitte & Touche Ltda ubicado en la Calle 16 Sur #43 A 49 - Piso 10, Medellín (Ant).

La presente factura presta mérito ejecutivo en virtud del artículo 130 de la Ley 142 de 1994 modificado por el artículo 18 de la Ley 689 de 2001.

De conformidad con el Decreto 2150 de 1995, la firma mecánica que aparece a continuación, tiene plena validez para todos los efectos legales.

epm
161 69004 996-1

Jorge Londoño De la Cuesta
Representante legal
Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

Información

Para recibir tu reclamo la factura no tiene que estar cancelada, una vez recibido, pagarás los valores no reclamados.

Puedes presentar tus reclamaciones a través de www.epm.com.co en la sección Clientes y Usuarios, opción Trámites y Servicios - Peticiones, Quejas y Reclamos.

Las reclamaciones por valores facturados no se atienden telefónicamente, ni vía fax.

Línea de Atención 44 44 115 en Medellín o 01 8000 415 115 a nivel nacional, en este canal puedes verificar la identidad del personal autorizado que presta los servicios para EPM.

Puntos de atención

Medellín
Edificio Inteligente
Cra. 58 No. 42-125
Horario: 7:30 a.m. - 5:00 p.m. de lunes a viernes
Castilla
Carrera 65 N. 100 - 109
Horario: Lunes a viernes de 07:30 a.m. a 04:30 p.m. Jornada continua

Entidad que nos vigila
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD Número Único de registro 4-500100001 - www.superservicios.gov.co

Entidades que nos regulan
Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA - www.cra.gov.co / Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG - www.creg.gov.co

Puntos de pago

Pago en línea
<http://facturaweb.epm.com.co>

Internet
www.bancolombia.com
www.grupoaval.com.co
www.ctibank.com.co
www.davienda.com
www.facturamed.com
www.bbva.com.co
www.bancopichincha.com.co
www.grupoheini.com
Almacenes de cadena
Almacenes Éxito, Consumo, Carulla, Surtimax.

Pago por ventanilla

Entidades Bancarias
Bancolombia a la mano - Corresponsal Bancario, BBVA, Bogotá, Citibank, Colpatría, Davivienda, CNB, Sudameris, Heini Bank, Occidente, Popular, Corpbanca, Banco Pichincha

Centros de Pago
Efecty, Red Servientega, Puntos autorizados Red vía Baloto, Reval, Gana, PTM (Plataforma Tecnológica Multiservicio).

Cooperativas
Cotrafía, Corifar, Coofinop, CooGranada, Cooperativa Financiera de Antioquia - CFA, Coopsof, San Roque, Coosanku, Creafam, Creacoop, Entrenos, Gómez Plata, León XIII de Maceo, León XIII de Guatapé, Riachon y Suya.

Cuéntame epm

Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

diciembre de 2016

Conoce tus consumos

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 4 - Cl 34 Cr 86 A -41 (interior 215) - Antioquia - Medellín - Instalación: 053814006100410215 - Plan: Residencial - N.aptos.que Surte: 1

Acueducto
Medidor 83_1209_06015015565-7 - Consumo del 20 oct al 18 nov

Producto	109100042	Días de consumo	30	Lectura act	1.333	Lectura ant	1.323	Diferencia Mg	10	Consumo Mg	0
----------	-----------	-----------------	----	-------------	-------	-------------	-------	---------------	----	------------	---

Componentes del costo

Cmt Unitario	13,22	Valores facturados	
Cmt Total	105,76	Consumo	m3 8 x 1,612,270 = 12,898,16
		Cargo fijo	\$ 8,303,49
		Ajuste	\$ 35
		Total Acueducto:	\$ 21,202

Promedio consumo últimos 6 meses
Agua: 11 m3

Felicítate! Tu servicio se encuentra al día.

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 4 - Cl 34 Cr 86 A -41 (interior 215) - Antioquia - Medellín - Instalación: 053814006100410215 - Plan: Residencial - N.aptos.que Surte: 1

Alcantarillado
Consumo del 20 oct al 18 nov

Producto	109090542	Días de consumo	30	Uso	alcantarillado
----------	-----------	-----------------	----	-----	----------------

Componentes del costo

Cmt Unitario	29,60	Valores facturados	
Cmt Total	236,80	Consumo	m3 8 x 1,702,360 = 13,618,88
		Cargo fijo	\$ 4,457,59
		Ajuste	\$ -4,7
		Total Alcantarillado:	\$ 18,076

Promedio consumo últimos 6 meses
Alcantarillado: 11 m3

Felicítate! Tu servicio se encuentra al día.

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 4 - Cl 34 Cr 86 A -41 (interior 215) - Antioquia - Medellín - Instalación: 053814006100410215 - Plan: Normal Residencial - N.aptos.que Surte: 1

Energía
Medidor 28_cax_05625788-3 - Consumo del 20 oct al 18 nov

Producto	91957654	Días de consumo	30	Lectura act	62,182	Lectura ant	62,084	Diferencia KWH	98	Consumo KWH	1
----------	----------	-----------------	----	-------------	--------	-------------	--------	----------------	----	-------------	---

Componentes del costo

Generación	162,52	Valores facturados	
Transmisión	25,72	Energía activa	kwh 98 x 482,500 = 47,285,00
Distribución	171,87		
Comercializac	39,16	Total Energía:	\$ 47,285,00
Pérdidas	30,77		
Restricciones	21,25		
CU-opción	482,50		
Tar			

Promedio consumo últimos 6 meses
Energía: 91 kwh

Felicítate! Tu servicio se encuentra al día.

Información técnica
Operador: epm Dir. Operarerra 58 Nro 42 125 - Tel. Oper: 050444915 o 050443115 - Grupo 01 - Circuito 023355 - Cmp: 26.67 Kwh - Via: 053814006100410215 - Cro: 1221-47 - Dtt: 03 Horas

Tu uso responsable de la energía eléctrica contribuye a la sostenibilidad del medio ambiente. Ahorra y usa de forma eficiente los servicios públicos - Resolución CREG 123 de 2014.

Disfruta el gas natural con total seguridad.
Cada cinco años debes realizar la revisión técnica de la red interna de gas natural de tu casa o negocio, para comprobar que todo está funcionando correctamente. Este procedimiento debes hacerlo con un Operario de Inspección Acreditado - OIA.

Cuidate de un accidente eléctrico
No te arriesgues. Haciendo tu mismo las reparaciones eléctricas, expón a un profesional. Postmórbid, Responde a tu vida energía segura.

Código	
Versión	
Fecha	

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 4 - Cl 34 Cr 86 A - 41 (Interior 215) - Antioquia - Medellín -
 Instalación: 038140061000410215 - Plan: Residencial Tarifa Plena

Información consumo
 Medidor: 78_816(816)_2010624-9 - Consumo del 20 oct al 18 nov Poder caló: 37258.9455 kJ/m³

Gas
 Producto: 114364023
 Días de consumo: 30
 Lectura act: 1064
 Lectura ant: 1032
 Diferencia: 32
 Factor consumo: 0.843
 Consumo: 10.988
 Equivalencia: 114

Componentes del costo
 Componentes Variables (\$/m³):
 Compra: 680.30
 Distribución: 234.06
 Transporte: 348.27
 Confiabilidad: .00
 Comercializac: .00
 Componentes Fijas (\$/factura):
 Comercializac: 2,937.67

Valores facturados

Consumo	Costo	Valor
10.988	x 1,261.630=	13,873.78
Cargo fijo		36
Ajuste		2,937.67
Cobros		36,290.19
Total Gas:		\$ 53,102

Promedio consumo últimos 6 meses
 Unidades Gas: 12. m³



Información técnica
 Duración: Interio: 200 Horas -
 Ind presión: 100.00 % -
 Ind respuesta: 100.00 % -
 Ind oxidación: 100.00 % -
 Interrupción: Max. 00

Cuenta

Contrato: 1145721
 Factura diciembre de 2016 - Ciclo: 6
 CL 34 CR 86 A - 41 (INTERIOR 215)
 Medellín - Antioquia
 Documento No: 094 3509794

Referente de pago: 541074837-13
 Verificación: Día Mes Año
 Sin recargo: 26/12/2016 **\$158,636**
 Con recargo: 29/12/2016 Valor total a pagar

Resumen estado de cuenta

Acueducto	Valor	Consumo
Mes Anterior	\$ 19,589.00	7 m ³
Mes actual	\$ 21,202.00	8 m ³
Alcantarillado		
Mes Anterior	\$ 16,374.00	7 m ³
Mes actual	\$ 18,076.00	8 m ³
Energía		
Mes Anterior	\$ 46,854.00	94 kwh
Mes actual	\$ 47,285.00	98 kwh
Gas		
Mes Anterior	\$ 50,489.00	9.2 m ³
Mes actual	\$ 53,102.00	10.9 m ³

Tú contribuyes al mejoramiento de la calidad de vida de tu familia cuando haces uso responsable de los servicios públicos.

Otras Entidades \$ 18,971.00

Otras entidades diferentes a EPM

Emvarias
 108154961 reclamos@emvarias.com.co www.emvarias.com.co
 Empresas Varias De Medellín Nit: 8909050559 Tel: 018000410400 - 4445536 Dir: cr 58 42-125 ed. inteligente

Seguro Vital
 91957658 www.coassiss.com.co
 MetLife Colombia Seguros De Vida S.a Nit: 8600023985 Lcom.co
 Tel: 4443898 Dir: cr 65 - cl 8 b - 91 (Int 172)

Valores facturados
 Seguro Servicios Públicos \$ 5,206.00
 Total \$ 5,206.00

Periodo consumo: Octubre 2016
Cantidad de Residuos (Ton)
 No Aprovechables: Oct-16 0.012, Sep-16 0.012, Ago-16 0.012
Valor servicio facturado
 Últimos 6 meses: Sep-16 \$ 9,619.57, Ago-16 \$ 9,564.43, Jul-16 \$ 9,691.95, Jun-16 \$ 9,399.95, May-16 \$ 9,131.12, Abr-16 \$ 9,077.00
Residuos del Periodo (Ton)
 No Aprovechables: 0.009
 Barrido y limpieza: 0.003
 Limpieza urbana: 0
 Rechazados: 0

Alumbrado Público

Concepto	Valor
Total energía mdo regulado	\$ 4,100.00
Total Otros	\$ 4,100.00
Total otras entidades diferentes a EPM	\$ 18,971.00

Cuando el sol se va, el alumbrado público ilumina grandes momentos. En EPM somos responsables por la operación del alumbrado público en tu Municipio. Tú eres nuestro mejor aliado para su buen funcionamiento, por eso te invitamos a reportar los daños en la línea 44 44 115 o a través de la APP EPM. Reportar el daño no te genera ningún cobro adicional.

Detalle Finanzaciones

Servicio	Descripción	Día/Mes/Año	Cuotas Pend.	Saldo	Valor Cuota
Gas	Financiación Canje Inter	09/04/2010	4	\$ 26,424.35	\$ 4,121.01
Gas	Financiación Red Intern	09/04/2010	4	\$ 168,667.06	\$ 28,219.12
Gas	Financ. Contas Medición	09/04/2010	4	\$ 6,714.85	\$ 1,132.46
Gas	Fin Medidor Gas	09/04/2010	4	\$ 15,101.23	\$ 2,526.60

¿Sabías que durante un período de 100 años, una molécula de agua pasa 98 años en el océano, 20 meses en forma de hielo, 2 semanas en lagos y ríos y menos de una semana en la atmósfera? La pregunta es ¿qué hacemos para que dure más de un día en nuestra casa?



Incremento | Disminuye | Igual

Contrato: 1145721
\$ 158,636
 Valor total a pagar
 Grandes contribuyentes
 Retenedores de IVA
 Autorretenedores
 Res. 547 del 25/01/2002
 Fecha de facturación 12/12/2016

Lee con tu Smartphone y paga tu factura



41517077398100818020101010748371339001158636(96)20161229

Si el pago es realizado en el punto físico debe ser a través de la Oficina de Servicios Públicos de Medellín S.A.



Consulta y paga tu factura en línea a través de www.epm.com.co y dispositivos **movil@**.

Estimado cliente, si tu factura presenta un saldo que no corresponde con tu información, puedes expresárselo a nuestro auditor externo Deloitte & Touche Ltda ubicado en la Calle 16 Sur # 43 A 49 - Piso 10, Medellín (Ant).

La presente factura presta mérito ejecutivo en virtud del artículo 130 de la Ley 142 de 1994 modificado por el artículo 18 de la Ley 689 de 2001.

De conformidad con el Decreto 2150 de 1995, la firma mecánica que aparece a continuación, tiene plena validez para todos los efectos legales.



Jorge Lombardo De la Cuesta
Representante legal
Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

Información

Para recibir tu reclamo la factura no tiene que estar cancelada, una vez recibido, pagarás los valores no reclamados.

Puedes presentar tus reclamaciones a través de www.epm.com.co en la sección Clientes y Usuarios, opción Trámites y Servicios - Peticiones, Quejas y Reclamos.

Las reclamaciones por valores facturados no se atienden telefónicamente, ni vía fax.

Línea de Atención 44 44 115 en Medellín o al 8000 415 115 a nivel nacional, en este canal puedes verificar la identidad del personal autorizado que presta los servicios para EPM.

Puntos de atención

Medellín
Edificio Inteligente
Cra. 58 No. 42-125
Horario: 7:30 a.m. - 5:00 p.m. de lunes a viernes
Envigado
Carretera 43 N° 38 A Sur- 31
Horario: Lunes a viernes de 07:30 a.m. a 04:30 p.m. Jornada continua

Entidad que nos vigila
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD Número único de registro 450000000-1 - www.superservicios.gov.co

Entidades que nos regulan
Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA - www.cra.gov.co / Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG - www.creg.gov.co

Cuéntame epm

Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

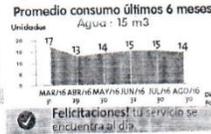
septiembre de 2016

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 4 - Tran 27 A Sur Cr 42 -46 (interior - Antioquia - Envigado - Instalación: 022497102000460709 - Plan: Residencial - N.aptos.que Surte: 1



Componentes del costo

Valores facturados		
Consumo	Costo	Valor
Consumo 18 m3	x 1,612.270	29,020.86
Cargo fijo	\$	8,303.49
Ajuste	\$	-35
Total Acueducto:	\$	37,324

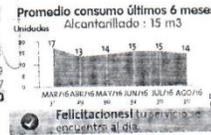


Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 4 - Tran 27 A Sur Cr 42 -46 (Interior - Antioquia - Envigado - Instalación: 022497102000460709 - Plan: Residencial - N.aptos.que Surte: 1



Componentes del costo

Valores facturados		
Consumo	Costo	Valor
Consumo 18 m3	x 1,702.360	30,642.48
Cargo fijo	\$	4,457.59
Ajuste	\$	-07
Total Alcantarillado:	\$	35,100

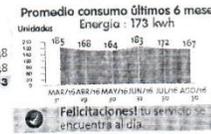


Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 4 - Tran 27 A Sur Cr 42 -46 (Interior - Antioquia - Envigado - Instalación: 022497102000460709 - Plan: Normal Residencial - N.aptos.que Surte: 1



Componentes del costo

Valores facturados		
Energía activa	Costo	Valor
Energía activa 188 kwh	x 465.710	87,553.48
Ajuste	\$	-48
Total Energía:	\$	87,553



Información técnica
Operador epm - Dir.
Oficina: Carretera 58 Nro 42-125 - Tel.
Ofic: (054) 444-4115 - 018000415115
Grupo 01 - Circuito: 030672 -
Cmp: 10733 kwh - 02
022497102000460709 - Cre
m8753 - 011.00 horas



Cuidate de un accidente eléctrico
No te atrevas a hacer tú mismo las reparaciones en casa, o sólo a un profesional. Estamos allí, llevando la luz a cada energía segura.



022497102000460709-4-00040121

Usuario: Clotilde Gutiérrez - Residencial - Estrato 4 - Tránsito 17 A Sur - Cr 42-46 (Interior - Envigado - Antioquia) Paga período anterior: \$ 12,857.00 Valores facturados Consumo Paga \$ 12,946.00 Total \$ 12,946.00		Periodo cauzado, Julio 2016 Cantidad de Residuos (Ton) No Aprovechables Valor servicio facturado Últimos 6 meses: Jun-16 \$ 12,839.02 Abr-16 \$ 11,972.21 Feb-16 \$ 12,408.00	Residuos del Periodo (Ton) No Aprovechables 0.031 Barido y limpieza 0.005 Limpieza urbana 0 Rechazados 0
---	--	--	--

Total otras entidades diferentes a EPM \$ 12,946.00

Tu uso responsable de la energía eléctrica contribuye a la sostenibilidad del medio ambiente. Ahorra y usa de forma eficiente los servicios públicos - Resolución CREG 123 de 2014.



A la hora de comprar, piensa en el planeta

Consumo responsable, das palabras que cuando las ponemos en práctica nos ayudan a economizar, ser eficientes en los gastos y especialmente a asumir nuestra vida con una carga más liviana y una mirada de futuro, que nos lleva a reflexionar si cada vez que compramos algo es porque realmente lo necesitamos.

Por eso cuando tengas la intención de comprar, te invitamos a aplicar el modelo de las "tres R": **reducir** el consumo de bienes y recursos naturales, **reutilizar** o darle un nuevo uso a algo que ya tienes, y **reciclar**, aprovechando materiales para crear productos diferentes o nuevos.

Sigue consejos para que vivas sin riesgos

Nuestros consejos salvavidas:

- Orienta a tus pequeños sobre los cuidados que deben de tener con la infraestructura eléctrica
- Indícales que nunca deben intentar retirar cometas, globos o cualquier objeto de los cables o redes de energía

¡Una descarga eléctrica podría electrocutarlos!

Materia prima y procesos de producción y distribución responsables con el planeta



Cuenta

Contrato: 150224

Factura septiembre de 2016 - Ciclo 4
 TRAN 27 A SUR CR 42-46 (INTERIOR 709)
 Envigado - Antioquia
 Documento No: 092 5999146

Referente de pago: 522323094-46

Vencimiento Día Mes Año
 Sin recargo 19/09/2016 **\$172,923**
 Con recargo 22/09/2016 Valor total a pagar

Resumen estado de cuenta

	Valor	Consumo
Mes Anterior	\$ 27,483.00	14 m³
Mes actual	\$ 37,324.00	18 m³
Alcantarillado		
Mes Anterior	\$ 31,802.00	14 m³
Mes actual	\$ 35,100.00	18 m³
Energía		
Mes Anterior	\$ 76,555.00	167 kwh
Mes actual	\$ 87,553.00	188 kwh

Tú tienes derecho a que EPM te preste los servicios públicos en forma permanente y con calidad. Tu deber es pagar oportunamente.

Otras Entidades \$ 12,946.00

Incrementó Disminuyó Igual

Código	
Versión	
Fecha	

Cuéntame epm

Conoce tus consumos

Acueducto | Información Consumo | Consumo del 01 dic al 29 dic

Producto: 104277972 | Día de consumo: 27 | Lectura act: 1.089 | Lectura ant: 1.488 | Diferencia M3: 399 | Consumo M3: 9 | Areas comunes: 0

Componentes del costo	Unidades	Costo	Valor
Consumo	m3	1.719,770	5.477,93
Consumo rs			1.421,68
Cargo fijo rs			8.303,49
Subsidio			-16.057
Aguste			-9.312,57
Total Acueducto:			15.857

Alcantarillado | Información Consumo | Consumo del 01 dic al 29 dic

Producto: 104257345 | Día de consumo: 27 | Uso alcantarillado: 1 | Areas comunes: 0 | No en habit: 32 | Uso alcantarillado: 0

Componentes del costo	Unidades	Costo	Valor
Consumo	m3	1.370,850	5.321,24
Consumo rs			1.407,38
Cargo fijo rs			4.457,59
Subsidio			-39,21
Aguste			-7.911,34
Total Alcantarillado:			13.364

Energía | Información Consumo | Consumo del 01 dic al 29 dic

Producto: 104212725 | Día de consumo: 27 | Energía activa: 23.344 | Energía a suabon: 23.333 | Diferencia kWh: 11 | Constante: 0 | Consumo kWh: 0 | Areas comunes: 0

Componentes del costo	Unidades	Costo	Valor
Energía activa	kwh	1.471,840	51.430,58
Energía a suabon			1.501,44
Subsidio			-24.284,48
Aguste			-1,33
Total Energía:			28.647

Entidad que nos vigila: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) Número Único de registro: 4300000004 - www.superservicios.gov.co

Entidades que nos regulan: Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) - www.cra.gov.co / Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) - www.creg.gov.co

Puntos de pago: Pago en línea: http://facturaweb.epm.com.co | Internet: www.bancolombia.com, www.grupoval.com.co, www.cibank.com.co, www.facturaweb.com, www.fisica.com.co, www.bancopichincha.com, www.grupofin.com

Almacenes de agua: Almacenes de Agua Consumo, Carulla Surtenas

Pago por adelantado: Bancolombia a la mano - Concesional - Banco - BBVA, Bogotá, CIBank, Copacola, Davivienda, Cajal, Tsubami, Idem Bank, Occidente, Popular, Corpbanca, Banco Pichincha

Centros de Pago: Red Servientrega - Puntos autorizados - Red vía Móvil - Red Canal PTA (Plataforma Tecnología Multiservicio)

Cooperativas: Acafi, Confiar, Confinep, Cogranada, Cooperativa Bancaria de Antioquia - CBA, Coopaf, San Roque, Idembank, Cofafin, Creadoap, Inerbank, Grupo Fija, Banco de Muzo, León de Greife, Radon y Saja

Tu uso responsable de la energía eléctrica contribuye a la sostenibilidad del medio ambiente. Ahorra y usa de forma eficiente los servicios públicos - Resolución CREG 123 de 2014.

A partir del 1 de enero de 2017 el consumo básico de agua para el Valle de Aburrá será de 16m³, por disposición de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). Empieza el año nuevo haciendo uso responsable del agua.

Cuidate de un accidente eléctrico. No te arriesgues. Evita el contacto con cables, cables sueltos, cables en mal estado. Evita el uso de aparatos eléctricos defectuosos. Evita el uso de cables de extensión.

220109 57444 1/4

Código	
Versión	
Fecha	

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 2 - Cr 49 A Cl 106 -34 - Antioquia - Medellín - Instalación: 060429106000340000 - Plan: Residencial Tarifa Plena

Información consumo

Medidor 78_0161616_2006604-9 - Consumo del 03 mar al 03 abr Poder calo: 3728,9465 kJ/m3

Producto	Días de consumo	Lectura act	Lectura ant	Diferencia M3	Factor consum	Consumo M3	Equivalencia kWh
109580470							

Componentes del costo

Componentes	Valores facturados	Costo	Valor
Variabes (\$/m3)			
Compra	664,57 Consumo abr-17	20 x 1,508,090=	30,161,80
Distribución	239,67 Consumo abr-17	14,304 x 1,236,010=	17,679,80
Transporte	339,77		
Confidencial	00 Subsidio		-13,361,68
Comercializac	00 Interés mora 0.4856 emv		71,62
Compañías fijas (Factura)	Ajuste		37
Comercializac 299834	Total Costo:		34,552

Promedio consumo últimos 6 meses



Información técnica
Duración Interm. 00
Horas - Ind presión
100 00 % -
Ind respuesta 100 00 %
- Ind odoración
100 00 % - Interspción
Max. 00

Empresas Varias De Medellín E.s.p.
Nit: 8909050559 Tel: 018000410400 - 4445636 Dir: cr 58 42-105 ed. inteligente
Usuario: Flores Luis Enrique - Residencial - Estrato 2 - Cr 49 A Cl 106 -34 - Medellín - Antioquia
Frecuencias: Semanal - No Aprovechables: 2 - Barido: 2 Mensual: Corte: 1 - Poda: 1

Valores facturados	Periodo consumo: Febrero 2017	Residuos del Periodo (Ton)
Cargo Fijo \$ 8,101.72	Feb-17 Ene-17 Dic-16	No Aprovechables 0.059 0.059 0.059
Subsidio \$ -6,774.70	Valor servicio facturado	No Aprov-Ordinarios 0.057
Interés Mora 0.4856 Emv \$ 12.87	Últimos 6 meses	Barido y Limpieza 0.002
Cargo Variable \$ 8,835.03	Ene-17 \$ 10,056.55 Dic-16 \$ 9,810.63	Limpieza urbana 0
Ajuste \$ 0.08	Nov-16 \$ 9,647.36 Oct-16 \$ 9,680.50	Rechazados 0
Total \$ 10,173.00	Sep-16 \$ 9,662.19 Ago-16 \$ 9,629.10	

Metlife Colombia Seguros De Vida S.a Nit: 8600023985
servicioalcliente@coassist.com.co www.coassist.com.co
Tel: 4443838 Dir: cr 65 - cl 8 b - 91 (int 172)
Pago periodo anterior: \$ 27,350.00
Usuario: Residencial - Estrato 2 - Cr 49 A Cl 106 -34 - Medellín - Antioquia

Redassist Cia De Asistencia Mundial S.a Nit: 8300579032 Tel: 3140008 Dir: cr 7 n 756-78 piso 21 bog
servicioalcliente@redassist.com.co www.redassist.com.co
Pago periodo anterior: \$ 11,624.00
Usuario: Residencial - Estrato 2 - Cr 49 A Cl 106 -34 - Medellín - Antioquia

Concepto	Valor
Alumbrado Público	\$ 1,900.00
Interés Mora 0.4856 Emv	\$ 2.46
Total energía mdo regulado	\$ 1,902.46
Total Otros	\$ 1,902.46
Total otros entidades diferentes a EPM	\$ 31,737.46

Factura abril de 2017 - Ciclo: 15
CR 49 A Cl 106 -34
Medellin - Antioquia
Documento No: 096 7294059

Vencimiento Día Mes Año
Sin recargo 09/05/2017 **\$179,054**
Con recargo 12/05/2017 Valor total a pagar

Resumen estado de cuenta

	Valor	Consumo
Mes Anterior	\$ 21,525.00	16 m3
Mes actual	\$ 26,678.00	19 m3
Mes Anterior	\$ 19,046.00	16 m3
Mes actual	\$ 24,148.00	19 m3
Mes Anterior	\$ 72,638.92	217 kWh
Mes actual	\$ 61,938.54	190 kWh
Mes Anterior	\$ 30,902.00	30.8 m3
Mes actual	\$ 34,552.00	34.3 m3

Tú contribuyes al mejoramiento de la calidad de vida de tu familia cuando haces uso responsable de los servicios públicos.

\$ 31,737.46

Este mes has sido beneficiado por un subsidio de \$62,248.55 que ya han sido descontados de tu factura.

Incremento Disminuyó Igual

Contrato: 314860
\$ 179,054
Valor total a pagar
Gracias contribuyentes

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO

Código	
Versión	
Fecha	

República de Colombia
Representante legal
Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

Información

Para recibir tu reclamo la factura no tiene que estar cancelada, una vez recibido, pagarás los valores no reclamados.

Puedes presentar tus reclamaciones a través de www.epm.com.co en la sección Clientes y Usuarios, opción Trámites y Servicios-Peticiones, Quejas y Reclamos.

Las reclamaciones por valores facturados no se atienden telefónicamente, ni vía fax.

Línea de Atención 44 44 115 en Medellín o 01 8000 415 115 a nivel nacional, en este canal puedes verificar la identidad del personal autorizado que presta los servicios para EPM.

Puntos de atención

Medellín
Edificio Inteligente
Cra. 58 No. 42-125 Horario: 7:30 a.m. - 4:30 p.m.
De lunes a viernes jornada continua
Consulte la oficina más cerca a usted en la línea 4444115 o en la página web www.epm.com.co

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios: SSPD Número Único de registro: 4500100001 - www.superservicios.gov.co

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
ORA - www.cra.gov.co / Comisión de Regulación de Energía y Gas
CREG - www.creg.gov.co

Puntos de pago

<http://facturas.epm.com.co>
www.bancolombia.com M/s pagos al día (CÓDIBAN)
www.gruposaval.com.co Grupo Aval, BBVA
www.citibank.com.co Citibank
www.favw.com.co Bancolombia Colpatria
www.facturam.net Factura
www.bvca.com.co RBM Redeban Multiglor
www.bancopichincha.com.co Red de Cajeros ATM
www.grupofin.com Credibanco Visa

Alianzas Exito, Conasur, Canille, Surtimas
Entidades Bancarias
Bancolombia al amano - Corresponsal Bancario, BBVA, Bogotá
Cibank, Colpatria, Davivienda, ONB, Sudameris, Helm Bank,
Occidente, Popular, Compañía Banco Pichincha
Cajeros de Pago
Efecty, Red Severnaga, Puntos autorizados Red vía Baldo, Revál,
Cana PIM (Plataforma Tecnológica Milibancos)
Cooperativas
Colofa, Confiar, Confiner, Cooganada, Cooperativa Financiera de
Antioquia - CPA, Coopool, San Roque, Cocosanlus, Crefinam, Creaocop,
Entrevios, Gómez Plata, León XII de Marco, León XII de Guatapé,
Rathony Suga.

Consumo abr-17	10	4,179,114=	4,179,114
Consumo abr-17	3	1,179,770=	5,159,31
Cargo fijo abr-17			8,303,49
Subsidio			-14,327,93
Interés mora %0.4856 emv			27,17
Ajuste			-36
Total Acumulado:			26,678

Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 2 - Cr 49 A Ch 106 -34 - Antioquia - Medellín - Instalación: 060429106000340000 - Plan: Residencial - N.aptos.que Surte: 1

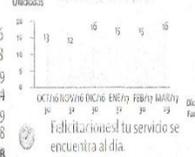
Información Consumo

Consumo del 03 mar al 03 abr

Producto	Días de consumo	Uso	alcantarillado
91551805			

Componentes del costo		Valores facturados	
Crit	Costo	m3	Costo
Unitario	39,60	Consumo abr-17	16
Crit Total	562,40	Consumo abr-17	3
		Cargo fijo abr-17	
		Subsidio	
		Interés mora %0.4856 emv	
		Ajuste	
		Total Acumulado:	

Promedio consumo últimos 6 meses



Información Básica: Categoría: Residencial - Estrato 2 - Cr 49 A Ch 106 -34 - Antioquia - Medellín - Instalación: 060429106000340000 - Plan: Normal Residencial - N.aptos.que Surte: 1

Información consumo

Medidor 18_282f2_023685811-3 - Consumo del 03 mar al 03 abr

Producto	Días de consumo	Lectura act	Lectura ant	Diferencia (KWH)	Constante	Consumo (KWH)
91551812						

Componentes del costo		Valores facturados	
Generación	Costo	kwh	Costo
Transmisión	17,15	Energía act abr-17	130
Distribución	31,92	Energía act abr-17	60
Comercializac	174,68	Subsidio	
Pérdidas	40,19	Interés mora %0.4856 emv	
Restricciones	32,90	Ajuste	
	26,55	Total Energía:	

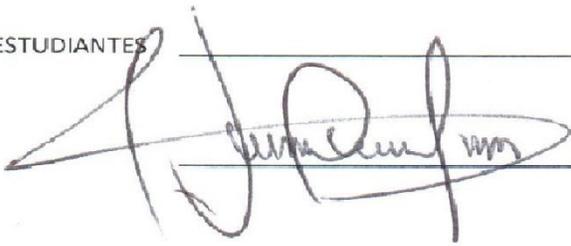
Promedio consumo últimos 6 meses



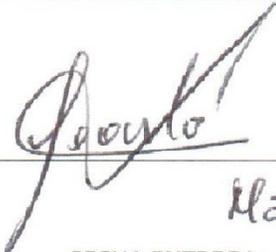
El presente informe es el resultado de un diagnóstico del servicio de acueducto...

Juntos contribuimos a la sostenibilidad del medio ambiente.

Una de forma responsable y eficiente la energía eléctrica.

FIRMA ESTUDIANTES _____


Se entrega por 2ª vez para revisión de correcciones realizadas

FIRMA ASESOR _____


Mayo 23 6:11 p.m

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ CON MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____