

**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**JOSÉ ALFONSO AGUIRRE JIMÉNEZ
LUISA MARIA DÁVILA VARGAS
RICARDO ANDRÉS VARGAS SÁNCHEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2015**

**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**JOSÉ ALFONSO AGUIRRE JIMÉNEZ
LUISA MARIA DÁVILA VARGAS
RICARDO ANDRÉS VARGAS SÁNCHEZ**

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Electricista

Asesor

**JOSE ALEJANDRO POSADA MONTOYA Ph.D.
Docente Investigador
Director Grupo de Investigación e Innovación Ambiental (GIAM)**

Co-asesor

**Carlos Mario Serna
Ingeniero de Materiales UdeA.
Director Semillero de Investigación Ambiental SIA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2015**

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN.....	13
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. OBJETIVOS	16
3.1. OBJETIVO GENERAL	16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4. MARCO TEÓRICO.....	17
4.1. ENERGÍAS RENOVABLES	17
4.1.1. Energía solar	17
4.1.2. Biomasa	21
4.1.3. Energía Eólica.....	22
4.1.4. Geotérmica.....	24
4.1.5. Hidráulica	25
4.1.6. Hidrógeno.....	26
5. METODOLOGÍA.....	28
5.1. TIPO DE ESTUDIO.....	28
5.2. MÉTODO INDUCTIVO	29
5.3. POBLACIÓN BENEFICIADA	29
5.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	29
5.4.1. Información primaria.....	29
5.4.2. Información secundaria	29
6. INVENTARIO	30
7. ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA Y EL MUNDO.....	33

7.1. EQUIPOS Y PROYECTOS IMPLEMENTADOS EN LAS UNIVERSIDADES NACIONALES E INTERNACIONALES	35
7.1.1. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín.....	35
7.1.2. Universidad Pontificia Bolivariana - Medellín.....	35
7.1.3. Universidad de Antioquia	36
7.1.4. Universidad del Norte - Barranquilla.....	37
7.1.5. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito – Bogotá	37
7.1.6. Universidad de La Costa – Barranquilla	38
7.1.7. Universidad Autónoma de Yucatán – México.....	38
7.1.8. Instituto Tecnológico Autónomo – México	39
7.1.9. Universidad Politécnica de Catalunya – Barcelona	40
7.1.10. Universidad de la Patagonia Austral – Argentina	40
7.1.11. Universidad de Chile	40
7.1.12. Universidad San Francisco de Quito – Ecuador.....	41
7.1.13. Universidad Nacional Agraria La Molina – Perú	41
7.1.14. Escuela Superior Politécnica del Litoral – Ecuador	41
7.1.15. Universidad Nacional San Agustín – Perú	42
8. MARCO LEGAL	43
8.1. LEY 1715 DEL 13 DE MAYO DE 2014.....	43
8.2. NORMATIVIDAD SOBRE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y FOTVOLTAICA	43
8.3. PROTOCOLO DE KIOTO	44
9. PERFIL DE LAS PERSONAS A CARGO DEL LABORATORIO	45
9.1. PERFIL DE LOS AUXILIARES	45
9.2. PERFIL DEL PROFESIONAL	46
10. PROVEEDORES	47
10.1. EQUIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES.....	47
10.1.1. De Lorenzo S.p.A.	47
10.1.2. Heliocentris.....	47
10.2. EQUIPOS DE MEDICIÓN	47

10.2.1. Fluke	47
11. EQUIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES	48
11.1. ENERGÍA SOLAR, EÓLICA, HIDRÓGENO Y BIOMASA.....	48
11.2. VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	48
12. EQUIPOS DE MEDICIÓN	53
13. PRÁCTICAS DE LABORATORIO	54
13.1. GUÍA PRÁCTICA # 1.....	54
13.2. GUÍA PRÁCTICA # 2.....	56
13.3. GUÍA PRÁCTICA # 3.....	57
13.4. GUÍA PRÁCTICA # 4.....	58
13.5. GUÍA PRÁCTICA # 5.....	59
13.6. GUÍA PRÁCTICA # 6.....	60
13.7. GUÍA PRÁCTICA # 7.....	61
14. RECURSOS Y PRESUPUESTO	63
14.1. EQUIPOS DE ENERGÍA RENOVABLE	63
14.2. EQUIPOS DE MEDICIÓN, MUEBLES E INSUMOS	64
14.3. INFRAESTRUCTURA	64
14.4. ILUMINACIÓN	65
14.5. PRESUPUESTO	69
14.6. EQUIPOS Y SEÑALES DE SEGURIDAD	70
15. ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA ELABORACIÓN DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN EN LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUL BRAVO	71
15.1. IDENTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA	71
15.2. PROBLEMA.....	71
15.3. PROPUESTA	71
15.3.1. Importancia.....	71
15.4. OBJETIVOS	72
15.4.1. General	72
15.4.2. Específicos.....	72

15.5.	JUSTIFICACIÓN	72
15.6.	IMPACTOS ESPERADOS.....	73
15.7.	FASES DEL PROYECTO Y PRESUPUESTO	73
15.8.	SOSTENIBILIDAD	74
16.	CONCLUSIONES	75
17.	RECOMENDACIONES	76
	BIBLIOGRAFÍA.....	77
	ANEXOS.....	81

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Partes de la celda solar fotovoltaica	18
Figura 2. Corte transversal de un panel fotovoltaico.....	19
Figura 3. Sistema de corriente alterna	19
Figura 4. Capacidad mundial total de energía solar fotovoltaica.....	20
Figura 5. Países con mayor capacidad y adición de energía solar fotovoltaica.....	21
Figura 6. Capacidad mundial total de energía solar eólica	23
Figura 7. Países con mayor capacidad y adición de energía eólica	24
Figura 8. Funcionamiento de una celda de combustible	27
Figura 9. Autores más importantes en el tema de Energías Renovables	33
Figura 10. Grupos de Investigación más importantes en el tema de Energías Renovables	34
Figura 11. Distribución de las luminarias, vista en planta	66
Figura 12. Distribución de las luminarias, vista en 3D	67
Figura 13. Distribución del espacio requerido para el laboratorio, vista en 3D superior	67
Figura 14. Distribución del espacio requerido para el laboratorio, vista en 3D lateral	69

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Inventario de equipos de energías renovables de la I.U. Pascual Bravo	.30
Tabla 2. Equipos de laboratorio de la Universidad de la Costa.....	38
Tabla 3. Equipos de energía solar	49
Tabla 4. Equipos de energía eólica.....	50
Tabla 5. Equipos de energía de Hidrógeno.....	51
Tabla 6. Equipo de energía de biomasa	52
Tabla 7. Equipo para el entrenamiento de los sistemas de vehículos eléctricos ligeros	52
Tabla 8. Equipos de medición.....	53
Tabla 9. Tabla de resultados.....	55
Tabla 10. Valores de resistencia utilizados en la práctica.....	56
Tabla 11. Equipos seleccionados para el laboratorio.....	63
Tabla 12. Niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias	66
Tabla 13. Presupuesto	70
Tabla 14. Presupuesto por fases	73

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Cotizaciones equipos de energías renovables.....	81
ANEXO B. Catálogo de energías renovables	88
ANEXO C. Cotización de equipos de medición	102
ANEXO D. Cotización planta solar de 5 kW.....	104
ANEXO E. Cotización de los muebles e insumos	106

LISTA DE ABREVIATURAS

CC:	Corriente Continua
CA:	Corriente Alterna
EVA:	Etileno Vinil Acetato
FV:	Fotovoltaico
HP:	Caballos de fuerza
Icc:	Corriente de cortocircuito
IPCC:	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
LED:	Diodo Emisor de Luz
Luxes:	Unidad de iluminación
Mbps:	Megabytes por segundo
PEM:	Membrana de intercambio de protones
RETILAP:	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y de Alumbrado Público
RPM:	Revoluciones por minuto
SCADA:	Supervisión, Control y Adquisición de Datos
TMR:	Tasa Representativa del Mercado
UPME:	Unidad de Planeación Minero Energética
Vca:	Voltaje corriente alterna
Wp:	Vatios pico
ZNI:	Zona no Interconectada

RESUMEN

Este documento describe el estudio realizado para la implementación de un laboratorio de energías renovables en la Institución Universitaria Pascual Bravo, luego de ver la necesidad que tienen los estudiantes de contar con un espacio donde se formen y comprendan la importancia de este tema.

Inicialmente se realizó un inventario de equipos de energía renovables que ya existían en la Institución. Entre los cuales se encontraron paneles, calentadores y árboles solares; aerogeneradores; un vehículo solar eléctrico y una planta de generación solar de 22 kW conectada a la red.

Posteriormente, se realizó una búsqueda de las universidades nacionales que cuentan con laboratorios de energías renovables, entre las cuales se encuentran la Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad de La Costa, Universidad del Norte, entre otras.

En estas universidades se observaron equipos como refrigeradores solares, bancos hidráulicos automatizados para la simulación y evaluación de diferentes tipos de turbinas, paneles solares para el suministro de energía eléctrica a diferentes espacios de las universidades y otros que se podrán conocer al interior del documento.

A nivel internacional existen universidades como la Universidad Autónoma de Yucatán y el Instituto Tecnológico Autónomo ambos en México, la Universidad de Chile y la Universidad Politécnica de Catalunya en Barcelona, que cuentan con laboratorios de energías renovables.

Se encontraron otras universidades que además de contar con laboratorios de energías renovables prestan servicios de asesoría en gestión y desarrollo de proyectos con energías renovables, cursos para la producción de biodiesel (Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015), servicios de construcción y venta de equipos solares e implementación de bancos para certificar el rendimiento y calidad de los equipos solares como termas y secadores (Universidad Nacional San Agustín, 2015).

Haciendo una comparación con los resultados obtenidos se pudo observar que el país se encuentra en un nivel bajo frente a la formación en este tema, confirmando así la importancia en la realización de este proyecto.

Con base en todo lo anterior se realizó la selección de equipos para el laboratorio, teniendo en cuenta que estos permitieran facilidad de manejo e interacción para los estudiantes, como lo son módulos de energía solar que permitirán medir la eficiencia, voltaje y potencia de los paneles solares; un túnel de viento con el cual es posible medir la eficiencia de las turbinas y evaluar nuevas turbinas realizadas por los estudiantes; módulos de celdas de combustible y generadores de hidrógeno para su funcionamiento.

El presupuesto que se necesita para la implementación del laboratorio no es muy alto debido a que en la Institución se cuentan con algunos equipos de energías renovables los cuales pueden formar parte de este y complementar con los anteriormente mencionados.

INTRODUCCIÓN

El continuo deterioro del ecosistema mundial, el cambio climático, la disminución en la calidad del aire debido a las emisiones de CO₂, las cuales son de 1,6 toneladas métricas per cápita en Colombia (The World Bank, 2011) y el agotamiento de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas (León Esteban & Núñez Suares, 2010), se convierten en las principales razones para el uso de fuentes renovables de energía. Por este motivo es importante concientizar a las personas en la utilización de nuevas fuentes de energías sostenibles.

Actualmente se ha venido implementando fuertemente el uso de energías renovables en países como Estados Unidos, China, Reino Unido, Alemania, entre otros, y según la Unidad de Planeación Nacional Minero Energética estas energías cubren cerca del 13,20% del consumo mundial de electricidad (Cadena, 2013).

Colombia es un país que cuenta con un gran potencial en la generación de este tipo de energías por su posición geográfica, y es por eso que el Gobierno Nacional en los últimos años ha invertido en el desarrollo y aplicación de energías alternativas.

Por consiguiente se decidió llevar a cabo el diseño de un laboratorio de energías renovables para la Institución Universitaria Pascual Bravo, donde los principales beneficiados serán los estudiantes ya que ellos podrán contar con equipos didácticos que les permitirá facilitar el aprendizaje de una manera teórico-práctica y aumentar las competencias con las cuales enfrentará el ambiente laboral.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La realización de este proyecto surge de la necesidad de contar con un espacio donde los estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo, se formen en el ámbito de las energías renovables y logren adquirir conocimientos y fortalecerlos de manera práctica. Promoviendo así la investigación y el interés por innovar y crear nuevas ideas que ayuden al cuidado del medio ambiente.

Es por esto que se realizaron búsquedas sobre los laboratorios de energías renovables con los cuales se cuenta al interior de las universidades nacionales e internacionales y haciendo una comparación con los resultados obtenidos se pudo observar que el país se encuentra en un nivel bajo frente a la formación en este tema, confirmando así la importancia en la realización de este proyecto.

2. JUSTIFICACIÓN

Para la Institución Universitaria Pascual Bravo es necesario contar con un Laboratorio de Energías Renovables donde sea posible llevar a cabo una investigación aplicada de las diferentes fuentes de energías no convencionales y generar en los estudiantes pertenecientes a la Facultad de Ingeniería, conocimientos fundamentales de las nuevas tecnologías, con la realización de diferentes prácticas de manera que al finalizar los estudios puedan desarrollar sistemas auto-sostenibles que ayuden a la conservación del medio ambiente, siendo además un ejemplo de enseñanza y desarrollo para la ciudad de Medellín y mejorar a futuro el bienestar de la sociedad.

El Laboratorio permitirá además un espacio que beneficiará a todos los Grupos y Semilleros de Investigación pertenecientes a la Institución Universitaria Pascual Bravo quienes contarán con un espacio para el desarrollo de proyectos de investigación en el área de energías renovables.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Laboratorio de Energías Renovables para la Institución Universitaria Pascual Bravo con el fin de brindar a la comunidad Universitaria un espacio que permita apropiarse de la tecnología, fomentar la investigación y el desarrollo de nuevas fuentes de energías renovables.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar los avances investigativos y proyectos observados tanto en la Institución Universitaria Pascual Bravo como en las universidades del país e internacionales con respecto al tema de energías renovables.
- Seleccionar las prácticas que se realizaran en el laboratorio con base en el estado del arte, para así definir los equipos, de manera que sean viables económicamente para la Institución.
- Identificar el proceso necesario para llevar a cabo el montaje de un laboratorio en la Institución Universitaria Pascual Bravo y definir las condiciones técnicas para su implementación.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ENERGÍAS RENOVABLES

Son aquellas que pueden regenerarse de manera natural, siendo además energías limpias que contribuyen al cuidado del medio ambiente.

Dentro de las energías renovables se pueden mencionar algunas como:

- Solar
- Biomasa
- Eólica
- Geotérmica
- Hidráulica
- Hidrógeno

4.1.1. Energía solar

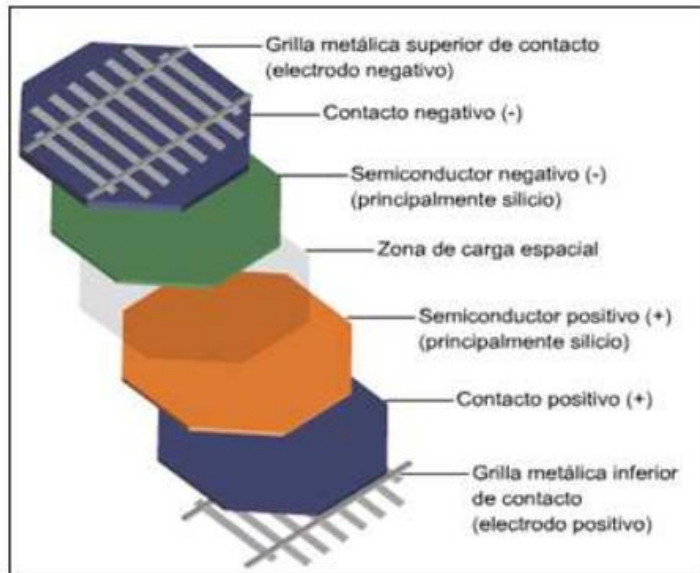
El Sol produce continuamente energía electromagnética, que llega directamente a la Tierra, desde hace unos 4.5 millones de años.

Esta energía presenta algunas desventajas como lo es la alternancia día-noche y el costo para su aplicación.

Cuando el sol es utilizado como única fuente de energía, se le conoce como sistemas pasivos y en el caso de usar otra fuente de energía, como la eléctrica son nombrados sistemas activos (De Juana, 2007).

El efecto fotovoltaico permite obtener energía eléctrica a partir del sol, utilizando la radiación solar proveniente de los fotones del sol cuando chocan con un material semiconductor, generando electricidad. Las celdas fotovoltaicas son dispositivos semiconductores, fabricadas principalmente con Silicio (Si), capaces de producir corriente y voltaje, (Figura 1).

Figura 1. Partes de la celda solar fotovoltaica (Ulianov et al, 2010).

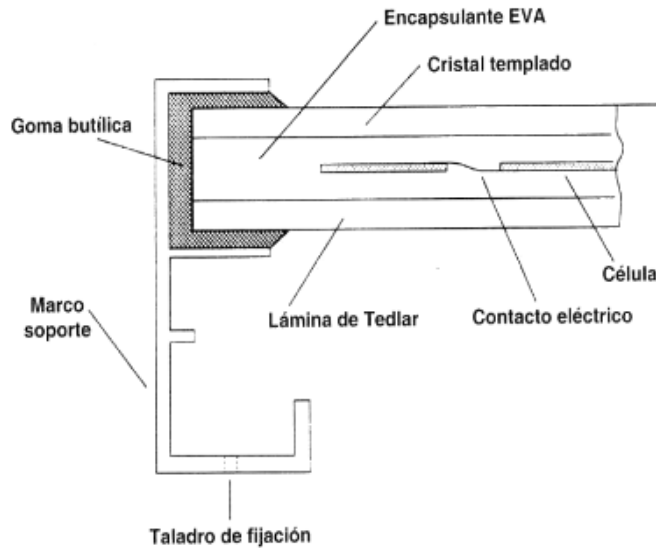


La unión de varias celdas solares fotovoltaicas conectadas entre si, forman un panel solar.

Los módulos o paneles son conectados en serie o en paralelo dependiendo de la demanda de energía. Como se muestra en la Figura 2, estos principalmente se componen de:

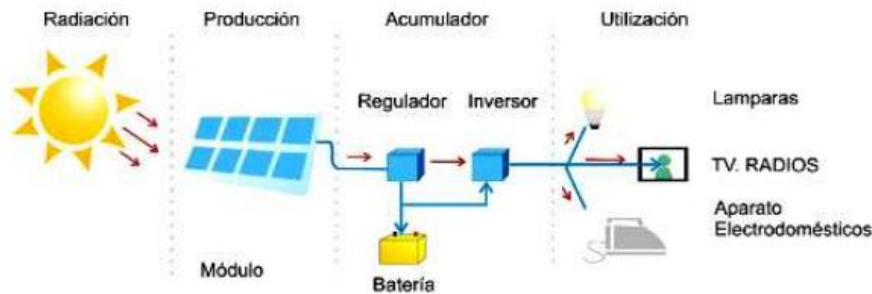
- **Encapsulante:** Material con una buena transmisión de la radiación. El Etileno Vinil Acetato (EVA) es un polímero termoplástico, utilizado en los paneles fotovoltaicos como encapsulante de células generadoras, que evita la entrada de aire o humedad.
- **Cristal templado:** Resistente a la transmisión luminosa y cambios climáticos.
- **Cubierta posterior:** Se compone de capas opacas que reflejan la luz.
- **Marco de Metal:** Fabricado normalmente de Aluminio, que lo hace liviano y rígido.
- **Caja de terminales ó bornera:** Permite la conexión del módulo.
- **Diodo de protección ó diodo de bloqueo:** Protege el módulo de corrientes en sentido contrario.

Figura 2. Corte transversal de un panel fotovoltaico (Ulianov et al, 2010).



Una forma de producir energía eléctrica mediante la conversión fotovoltaica es empleando paneles y almacenando la electricidad en baterías por medio de reguladores, y generar corriente directa o mediante un inversor ser convertida en corriente alterna, como se muestra en la Figura 3 (Ulianov et al, 2010).

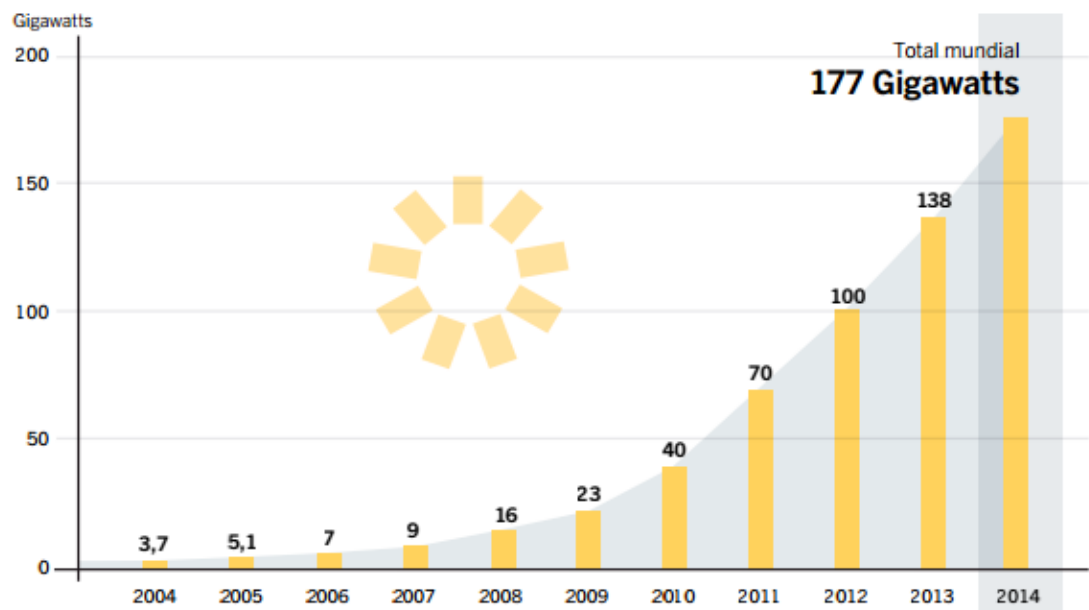
Figura 3. Sistema de corriente alterna (Ulianov et al, 2010).



Existen paneles de silicio monocristalino los cuales son fabricados a partir de rebanadas finas cortadas de un solo cristal de silicio, la potencia de estos paneles esta entre 80 y 200 Wp (vatios pico) por panel, con una eficiencia de 15% - 19% y los de silicio policristalino se fabrican a partir de un solo bloque de cristales, que no incluyen solamente silicio, su potencia esta entre 5 y 300 Wp por unidad y una eficiencia del 14% - 20% (Arenas, 2010).

En el 2014 la energía solar fotovoltaica marcó record de crecimiento con 40 GW instalados, para una capacidad global total de aproximadamente 177 GW, como se observa en la Figura 4 (Findings, 2015).

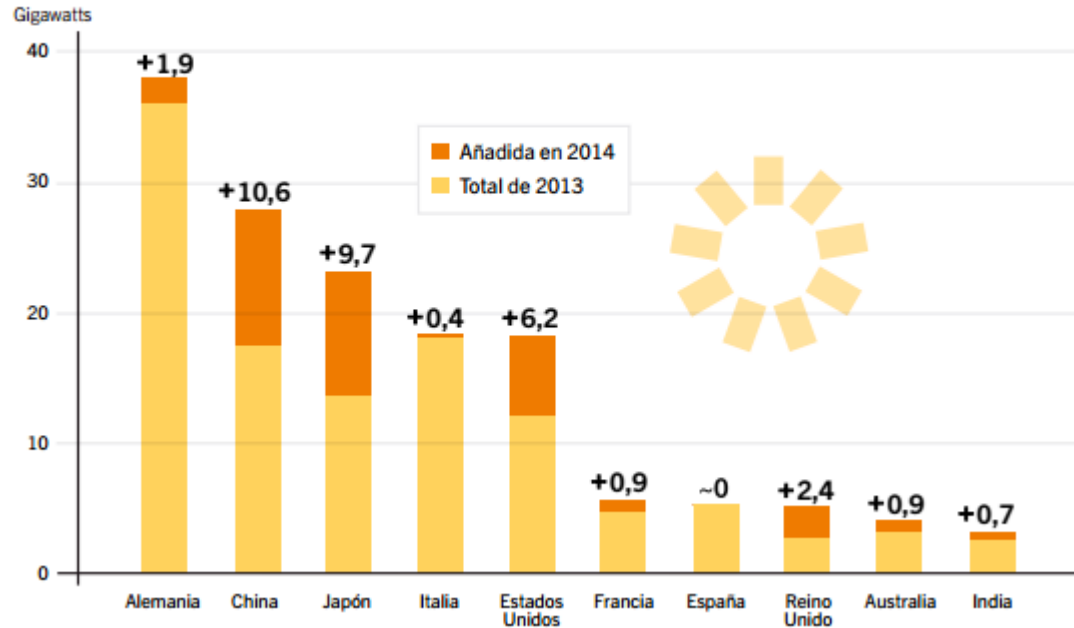
Figura 4. Capacidad mundial total de energía solar fotovoltaica (Findings, 2015).
Capacidad mundial total de energía solar FV, 2004–2014



China, Japón y Estados Unidos son los países que representaron mayor incremento en la capacidad de energía solar fotovoltaica añadida en el 2014. Alemania continúa liderando en términos de capacidad total, Figura 5 (Findings, 2015).

Figura 5. Países con mayor capacidad y adición de energía solar fotovoltaica (Findings, 2015).

Capacidad y adiciones capacidad de energía solar FV, 10 países líderes, 2014



4.1.2. Biomasa

Las plantas hacen uso de la energía solar y reducen la materia orgánica a partir del CO₂ y las sustancias minerales del suelo (Carrillo, 2004).

La biomasa esta dada por la descomposición del estiércol y de diferentes desechos naturales. Aunque el uso de esta en forma tradicional es un indicador de pobreza, las nuevas tecnologías de conversión de la biomasa en temperatura, la energía eléctrica y los combustibles pueden hacer de esta energía renovable una alternativa frente a los combustibles convencionales.

Una de las ventajas de la biomasa es que intrínsecamente se puede almacenar, ya que es energía solar sintetizada a través de la fotosíntesis. La biomasa es el conjunto de material biológico, no utilizable para la alimentación y que ha sufrido cambios en su composición.

Las formas de conversión de la biomasa en energía útil son varias y dependen del tipo de materia prima utilizada. Algunas formas son: la combustión, gasificación pirolisis, digestión anaeróbica, hidrólisis y fermentación. Al convertir la energía de

biomasa se producen emisiones de gases contaminantes que es necesario tener en cuenta a la hora de diseñar las plantas de producción.

En la actualidad 98% del mercado del transporte depende del petróleo, por lo que se están buscando nuevas fuentes de energías (Badii et al, 2015). La utilización de biocombustible líquido a partir de la transformación de biomasa para la utilización en motores de combustión interna, es desarrollada intensamente en Brasil, produciendo etanol a partir de la caña de azúcar. Actualmente España ocupa una posición líder en Europa en la producción de bioetanol con cereales (Badii et al, 2015). El reto es producir biocombustibles con materiales lignocelulósicos (principal componente de la pared celular de las plantas) que podría reducir el costo la producción y que ayudará a resolver el importante problema ambiental de los residuos agrícolas y forestales.

La principal utilización de la energía de biomasa se lleva a cabo en el sector doméstico, con el uso de la leña que es utilizada para cocinar alrededor de todo el mundo, es menos eficiente y más contaminante que otros combustibles existentes. El biodigestor es un dispositivo que procesa residuos orgánicos para obtener el biogás y otros productos útiles. Este aparato convierte el estiércol y aguas negras por medio de la acción de las bacterias que realizan la descomposición anaeróbica para la producción de gases como metano que se utiliza para cocinar. En el sector industrial, la biomasa es utilizada en la generación de calor para el secado de productos como el café y la producción de cal y ladrillos. En el sector comercial, se utiliza en restaurantes y pequeños negocios (Badii et al, 2015).

Una desventaja de esta fuente de energía es el costo que ocasiona la recolección y el transporte al momento de producir biomasa en lugares muy alejados, debido a que los campesinos con la producción de biocombustibles no producirán alimentos para el consumo de las personas, si no que lo utilizarán para la producción de biocombustibles haciendo que el precio de los alimentos aumente (Carrillo, 2004).

4.1.3. Energía Eólica

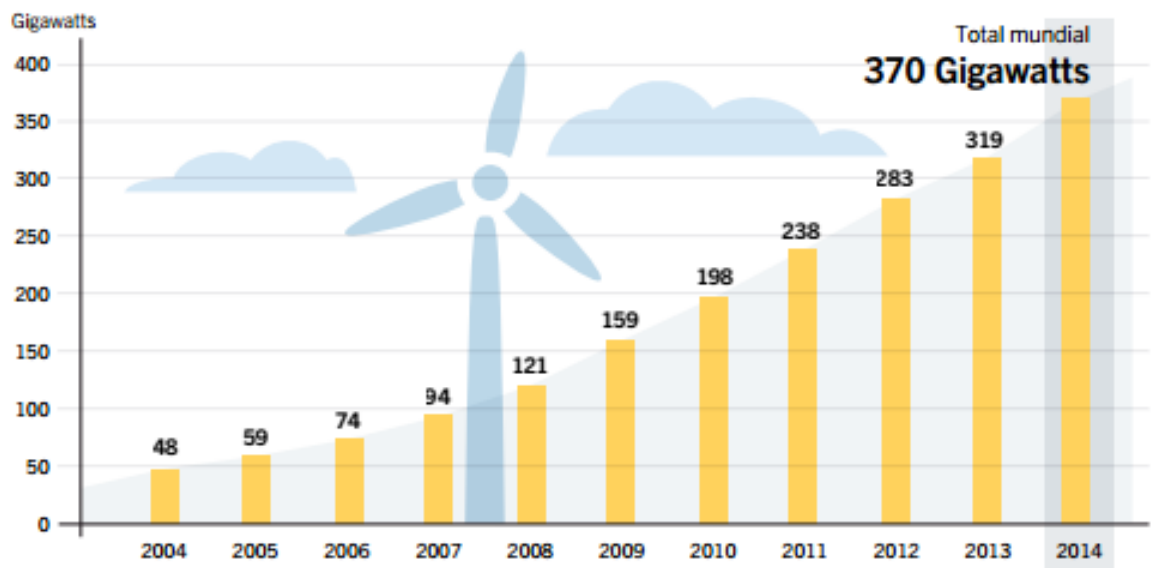
Esta fuente de energía ha sido utilizada por medio de molinetes de viento para diferentes actividades como lo es moler grano, bombear agua y producir energía eléctrica. En la producción de electricidad se ha desarrollado un equipo llamado

aerogenerador el cual es un dinamo de corriente continua, que convierte la energía eólica en energía eléctrica (De Juana, 2007).

En el 2014 el mercado mundial de energía eólica continuó con su avance, agregando un récord de 51 GW (la cantidad más alta entre todas las tecnologías renovables), lo que da un total de 370 GW al final del año (Figura 6). Así mismo, en alta mar se agregó un estimado de 1,7 GW de capacidad conectada a la red, lo que arroja un total mundial que excede 8,5 GW (Findings, 2015).

Figura 6. Capacidad mundial total de energía solar eólica (Findings, 2015).

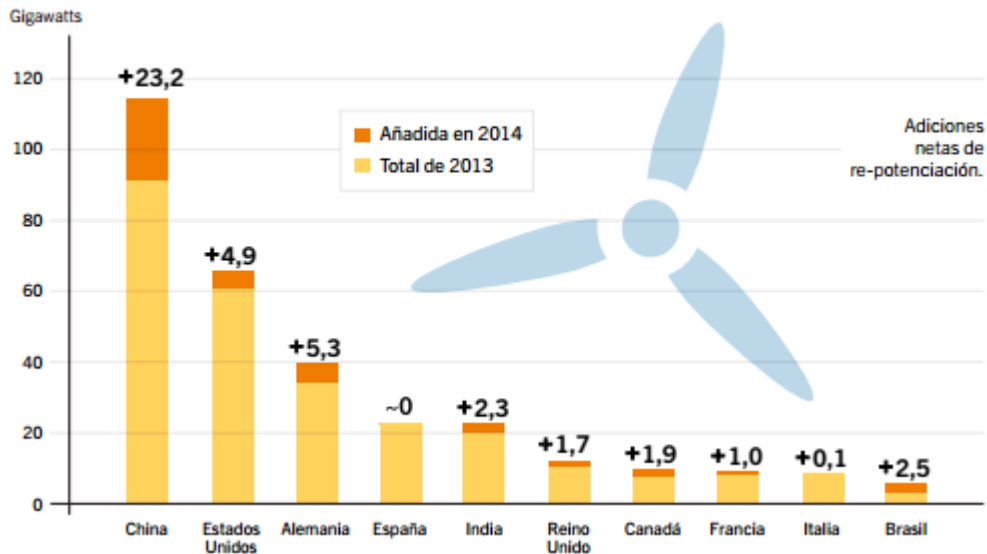
Capacidad mundial de energía eólica, 2004–2014



La energía eólica es la opción menos costosa para capacidades nuevas de generación de energía en muchos lugares como África, Asia y América Latina (Findings, 2015). Por séptimo año consecutivo, Asia se mantuvo como el mercado más grande, encabezado por China; quien además rebasó a Europa en capacidad total. Estados Unidos fue el país líder en generación de energía eólica; mientras que esta última abasteció más del 20% de la demanda en varios países, incluyendo Dinamarca, Portugal, Nicaragua y España (Figura 7), (Findings, 2015).

Figura 7. Países con mayor capacidad y adición de energía eólica (Findings, 2015).

Capacidad y adiciones de capacidad de energía eólica, 10 países líderes, 2014



4.1.4. Geotérmica

Es la energía proveniente del calor que existe al interior de la Tierra. Este calor es una energía duradera, diferente a la energía eólica y solar, es constante e independiente de las estaciones del año y las condiciones climatológicas.

La energía geotérmica se considera renovable dado a que el calor interno del planeta es ilimitado, es limpia y sustentable debido a que durante la extracción no se quema combustible.

El calor de la Tierra es asequible en todo el planeta y se puede aprovechar en todas partes. Sin embargo, hay lugares donde es imposible su extracción debido a problemas geológicos o por que es costosa su extracción y no es equivalente con la potencia energética que ofrece.

La energía geotérmica ya existía, antes que las personas le dieran un nombre. Existían las aguas termales, la gente las utilizaba para cocinar sus alimentos, darse baños con agua caliente y calentar viviendas, invernaderos y establos. Utilizaban los minerales que contienen las aguas termales con fines médicos.

Para obtener energía eléctrica las plantas geotérmicas canalizan el vapor de alta temperatura y presión para producir electricidad.

La desventaja de las plantas geotérmicas es que tienen pérdidas significantes en el transporte del fluido a altas temperaturas. Los costos de producción son variables en función de la tecnología de extracción. Al contrario de lo que sucede con otras energías, las energías geotérmica y biomasa pueden operar las 24 horas del día, por lo que pueden suministrar cargas base en condiciones similares a las fuentes convencionales (Badii et al., 2015).

4.1.5. Hidráulica

El agua ha sido aprovechada para diversos usos, como moler grano o triturar materiales con alto contenido en celulosa para la producción de papel.

Sólo desde los inicios de la Revolución industrial fue cuando se aprovecho la energía del agua para la producción de energía eléctrica. A partir de la gran demanda de energía que provoco Europa, esta fue suplida en gran parte por las hidroeléctricas debido a que la extracción del carbón no era suficiente para cubrir las necesidades industriales.

La producción de energía hidráulica esta en crecimiento en los países de América Latina, Asia y África. Siendo aprovechado solo el (7%) de su potencial hidroeléctrica. En otros continentes más desarrollados como Europa, el porcentaje aumenta en un (75%) (Badii et al, 2015). En la actualidad países como Canadá, Estados Unidos y China son los mayores productores del mundo.

Se considera a la energía hidráulica una fuente de energía renovable, pero es claro afirmar que las grandes centrales inundan un vasto terreno dejando a veces bajo el agua áreas de alto valor ecológico y cultural, desplaza poblaciones y sumerge áreas agrícolas para la producción de alimentos. Por este motivo solo se considera en el ámbito de energías renovables las pequeñas centrales con potencia inferior a 10 MW (Badii et al., 2015).

4.1.6. Hidrógeno

El hidrógeno es el elemento más abundante en el planeta Tierra, además se encuentra unido a elementos en el aire y en el agua con el oxígeno. Tiene propiedades para ser usado como combustible, posee un poder energético por unidad de masa casi tres veces superior a la gasolina y tiene capacidad de ser almacenado, transportado y distribuido, lo que permite ser consumido en cualquier parte para suplir cualquier segmento de la demanda.

En la actualidad el hidrógeno posee un gran potencial energético. Las grandes potencias mundiales como Estados Unidos, Japón, la Unión Europea y decena de otros países de todo el mundo han adoptado políticas energéticas, en ella han incluido el estudio del hidrógeno para la demanda mundial (Flores Alvarado, 2015).

La obtención del hidrógeno en estado puro se puede hacer por medio de la gasificación de biomasa, división de agua y bio-fotólisis, pero lo más factible es separar el hidrógeno del oxígeno en el agua por medio de electrolisis. Una de las principales desventajas es técnicamente el alto costo de energía para romper la molécula de agua.

El almacenamiento del hidrógeno presenta un reto en cuanto a las grandes cantidades con el objeto de desarrollar y garantizar su transporte, bajo costo, seguridad y utilización. Existen dos alternativas de almacenamiento las cuales son el gasificado que es comprimido a altas presiones y el líquido que es una combinación química o nano-estructuras de carbono. La técnica que más se utiliza es el gasificado, aunque no es óptima para su uso como energía en vehículos debido al elevado volumen de los cilindros.

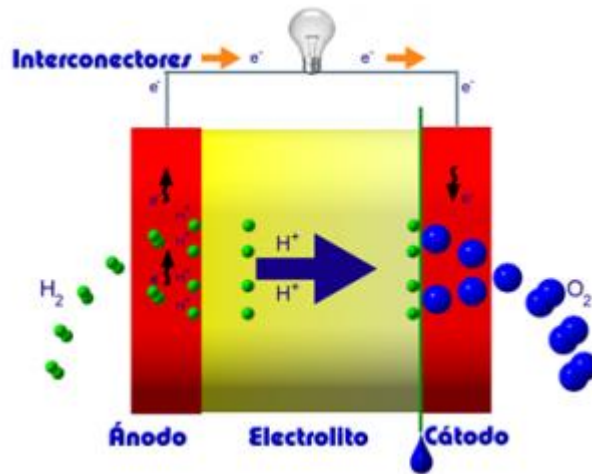
La red de distribución de combustibles muestra problemas con la implementación de la legislación ya que no ha sido uniforme a nivel mundial, aunque en casos especiales como en California (Estados Unidos) y en países de la Unión Europea, cuentan con normativas e implementación de técnicas hidrogeneras (estación de servicio que dispensa hidrógeno), priorizando el uso de automóviles híbridos con baja cobertura en red de distribución (Quintero González, 2013).

La pila o celda de combustible es un dispositivo electroquímico que permite la producción de electricidad a partir de la oxidación de un “combustible” (hidrógeno) y reducción simultánea de un oxidante. Cada pila consta de dos electrodos, un

ánodo y un cátodo, separados por un electrolito que actúa como aislante, pero que permite el transporte de iones entre los dos electrodos. El combustible se suministra al ánodo donde se oxida y libera electrones al circuito externo, mientras que el oxidante se reduce en el cátodo. El flujo de electrones desde el ánodo al cátodo, produce corriente eléctrica útil (Vázquez, 2011).

Este proceso se puede observar en la Figura 8.

Figura 8. Funcionamiento de una celda de combustible (Vázquez, 2011).



5. METODOLOGÍA

Para lograr el debido cumplimiento de los objetivos se llevaron a cabo una serie de actividades como lo son:

- Realizar el estado del arte de las tecnologías más importantes en energías renovables.
- Identificar las universidades a nivel nacional e internacional que cuentan con laboratorios de energías renovables o realizan proyectos relacionados con el tema.
- Realizar un inventario de los equipos y proyectos con los que cuenta la Institución Universitaria Pascual Bravo
- Identificar los requisitos, presupuesto y el procedimiento para el montaje de un laboratorio en la Institución Universitaria Pascual Bravo
- Seleccionar las prácticas que se pueden realizar
- Elaborar las guías de laboratorio
- Realizar la búsqueda de los posibles proveedores para el suministro de los equipos necesarios
- Cotizar el valor de los equipos
- Definir condiciones técnicas requeridas para el laboratorio, cómo requisitos de energía, internet, redes de agua, aire, etc.

5.1. TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo debido a que se realizó una identificación de universidades tanto a nivel nacional como internacional, que cuentan con laboratorios de energías renovables observando así los equipos y servicios que cada una ofrece, para tener

una base en la realización del proyecto, consultando además sobre los referentes teóricos de energías renovables .

5.2. MÉTODO INDUCTIVO

El desarrollo del proyecto parte de una información general que luego es llevada a un caso específico de acuerdo a las circunstancias.

5.3. POBLACIÓN BENEFICIADA

Los principales beneficiados con la implementación del Laboratorio de Energías Renovables son los estudiantes pertenecientes a la Facultad de Ingeniería de la Institución Universitaria Pascual Bravo, al igual que los Grupos y Semilleros de Investigación pertenecientes a la misma.

5.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

5.4.1. Información primaria

Se obtuvo por medio de diálogos con los docentes y laboratoristas que pertenecen tanto a la Institución Universitaria Pascual Bravo como demás universidades en la ciudad de Medellín quienes ayudaron a identificar los equipos y servicios que se ofrecen en relación al tema de energías renovables.


5.4.2. Información secundaria

Se basó en la búsqueda de información por medio de la web haciendo uso de base de datos como Scopus y ScienceDirect, además de los proyectos de grado de la Institución Universitaria Pascual Bravo, la pagina web de universidades nacionales e internacionales y de proveedores para la selección de los posibles equipos que harán parte del Laboratorio de Energías Renovables.

6. INVENTARIO

Se realizó un Inventario de los proyectos y equipos relacionados con el tema de energías renovables de la Institución Universitaria Pascual Bravo (Tabla 1).

Tabla 1. Inventario de equipos de energías renovables de la I.U. Pascual Bravo. Fuente propia.

NOMBRE	UBICACIÓN	IMAGEN	ESPECIFICACIONES
Generador Eólico ¹	Azotea del Bloque 5 de la Institución Universitaria Pascual Bravo		Diseño horizontal Velocidad máxima 398 RPM Potencia entre 100 W a 500 W Voltaje 17 V Corriente 10 A
Generador ² Air Brezee de 200 W	Bloque 3A de la Institución Universitaria Pascual Bravo		Diseño horizontal Potencia nominal: 160 W-28 m/h Velocidad máxima del viento 110 m/h Voltaje 12 V-48 V
Picohidro ³	Taller de Máquinas I, Bloque 4D 104		Motor de 1 HP Voltaje 220 V-440 V Corriente 3.5 A-1.75 A Velocidad nominal 1660 RPM Bomba Centrífuga 7.5 KW Moto bomba 0.75 KW

1.Álvarez, A.F., Sánchez, C.A., Hernández, J.F., & Correa, J.A. (2009). Montaje y puesta en marcha de un Generador Eólico. Institución Universitaria Pascual Bravo. Tecnología Electromecánica. Colombia.

2.Betancur, C.F, Lora, L.C., Villegas, A.F., & Villegas, C.E. (2012). Análisis de la eficiencia de un aerogenerador de 200W para los vientos del sector 7 Robledo de la ciudad de Medellín. Institución Universitaria Pascual Bravo. Tecnología Electromecánica. Colombia.

3.Morales, C.A., Garzón, J.H., Mosquera, M.F, & López, A.E. (2011). Implementación de una picohidro



Tabla 1. Inventario de equipos de energías renovables de la I.U. Pascual Bravo (Continuación). Fuente propia

NOMBRE	UBICACIÓN	IMAGEN	ESPECIFICACIONES
<p>Módulo de energías alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aerogenerador -Motor-Generador -Fuente -Carga -Panel Solar 	<p>Taller de Máquinas II, Bloque 3A 105</p>		<p>Panel solar de 90 W Voltaje 17.6 V Corriente 5.11 A Aerogenerador de 80 W Voltaje 24 V Corriente 4 A La fuente se encuentra fuera de servicio debido a que no proporciona voltaje variable</p>
<p>Panel solar fotovoltaico para cargar computadores portátiles⁴</p>	<p>Azotea del Bloque 3A de la Institución Universitaria Pascual Bravo</p>		<p>Potencia 50 W Voltaje 18 V Corriente 2.78 A</p>
<p>Sistema solar⁵ fotovoltaico con microinversor DC/AC M215</p>	<p>Taller de Máquinas I, Bloque 4D 104</p>		<p>Panel solar de 250 W Voltaje de 38.4 V Corriente de 8.79 A Microinversor de 22V-36V Corriente de 10 A</p>

4.Obando, J.A., Gallo, R.A., Pérez, R.E., & Zapata, E.A., (2011). Panel solar fotovoltaico para cargar computadores portátiles. Institución Universitaria Pascual Bravo. Tecnología Electromecánica. Colombia.

5.Dávila, J.A., García, D.E., & Pérez, P.J. (2014). Implementación de un sistema solar fotovoltaico con microinversor DC/AC M215. Institución Universitaria Pascual Bravo. Ingeniería Eléctrica. Colombia.

Tabla 1. Inventario de equipos de energías renovables de la I.U. Pascual Bravo (Continuación). Fuente propia

NOMBRE	UBICACIÓN	IMAGEN	ESPECIFICACIONES
Calentador solar	Taller de Máquinas y Herramientas III, Bloque 4H 101		En proceso de caracterización
Estación solar pública para recarga de dispositivos móviles ⁶	Bloque 3A		El inversor tiene una potencia de 300 W de onda sinusoidal pura Voltaje 12 V Router con velocidad de transmisión de 300 Mbps
Planta de paneles solares ⁷	Bloque 8 y 9		88 paneles solares de 250 W Potencia total de 22 kW
Árbol Solar	Plazoleta del Bloque 8 y 9		Dos baterías de 75 A c/u Regulador de carga 15 A Paneles solares de 50 W LED blancos de 12 V Puertos USB de 3 A Inversor de 200 W
Vehículo solar eléctrico rizoma 1.0	Taller de Máquinas y Herramientas IV Bloque 4L 101		Motor de 72 V a 84 V DC Potencia 6 Hp hasta 19 Hp Potencia del panel solar de 240 W

6.Tamayo, R.S., Vasco, D.A., & López, V.J. (2015). Estación solar pública para recarga de dispositivos móviles. Institución Universitaria Pascual Bravo. Ingeniería Eléctrica. Colombia.

7.Institución Universitaria Pascual Bravo. (2015).

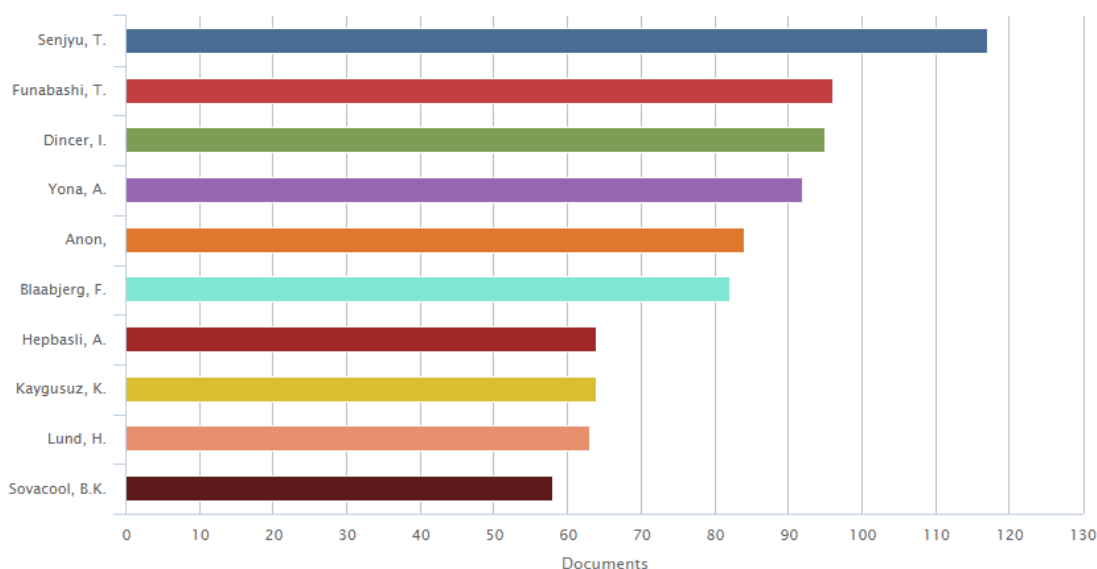
<http://www.pascualbravo.edu.co/index.php/novedades/noticias/1537-con-paneles-solares-la-i-u-pascual-bravo>

7. ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA Y EL MUNDO

Colombia tiene 48,93 millones de habitantes, y una producción de electricidad hasta el año 2011 de 61,0 GWh, de los cuales el 3,3% es producido a partir de fuentes renovables (energía geotérmica, solar fotovoltaica, solar térmica, eólica, mareomotriz, residuos industriales, residuos municipales, biocombustibles sólidos primarios, entre otros) (World Bank, 2014).

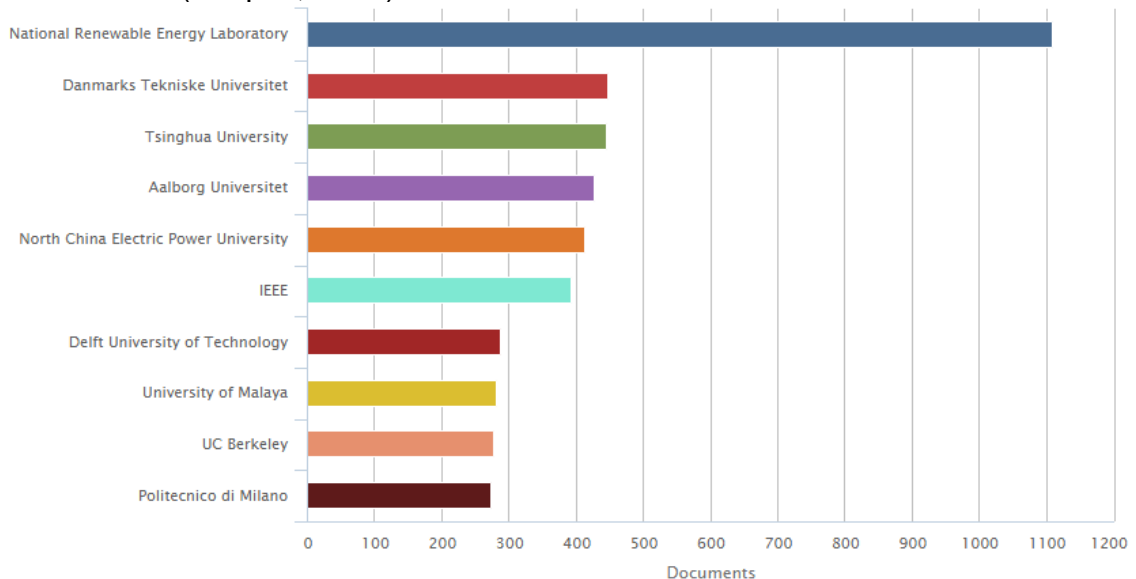
Luego de realizar una búsqueda a nivel global sobre el tema de energías renovables se obtuvo la Figura 9, donde se pueden observar los autores más relevantes sobre el tema según el número de documentos publicados (Scopus, 2015). Dentro de los cuales se encuentra: Tomonobu Senjyu, quien trabaja la generación de energías renovables (eólica, solar, biogás) en islas pequeñas (University of the Ryukyus, 2015); Ibrahim Dincer ha realizado investigaciones sobre pilas de hidrogeno y de combustible, energías renovables y almacenamiento de energía térmica (University of Ontario, 2015); Atsushi Yona realizó investigaciones fundamentales sobre energía renovable en equipos de generación de energía a gran escala introducido en el método de funcionamiento óptimo del sistema de energía eléctrica y trabajó también el almacenamiento de energía solar (University of the Ryukyus, 2015).

Figura 9. Autores más importantes en el tema de Energías Renovables (Scopus, 2015).



En la Figura 10, se observa una gráfica sobre los grupos de investigación más destacados a nivel mundial, liderada por el Laboratorio Nacional de Energías Renovables de Estados Unidos (Scopus, 2015), el cual cuenta con un total de 1108 documentos publicados sobre el tema. Sus investigaciones se centran en la caracterización de la biomasa, las tecnologías termoquímicas y bioquímicas de conversión de biomasa y el desarrollo de productos de base biológica. Lidera además la investigación en tecnología eólica y el desarrollo para mejorar la conversión de la energía geotérmica en calor y electricidad. Trabaja también en la producción de hidrógeno y pilas de combustible y en la investigación de paneles fotovoltaicos y energía solar térmica (National Renewable Energy Laboratory, 2015). La Universidad Técnica de Dinamarca se destaca por trabajar con la energía eólica marina, térmica, sistemas de bioenergía, pilas de combustible, turbinas, gasificadores y biocombustibles (Danmarks Tekniske Universitet, 2015) y la Universidad de Tsinghua ha basado sus investigaciones en la eliminación centralizada de residuos de biomasa y biogás (Shi & Li, 2012).

Figura 10. Grupos de Investigación más importantes en el tema de Energías Renovables (Scopus, 2015).



7.1. EQUIPOS Y PROYECTOS IMPLEMENTADOS EN LAS UNIVERSIDADES NACIONALES E INTERNACIONALES

7.1.1. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín

El Laboratorio de Ciencias de la Energía se encuentra en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Este laboratorio permite desarrollar prácticas de procesos energéticos, soluciones a problemas de la industria, procesos termodinámicos y termoquímicos de materiales carbonáceos (Universidad Nacional de Colombia, 2015).

Al momento de realizar una visita al Laboratorio de Ciencias de la Energía se logró observar varios equipos como lo son:

- Refrigerador solar para producción de hielo usando carbón
- Refrigerador usando un panel solar y una batería

Se observó además, un proyecto que busca poder llegar a zonas no interconectadas del país y así suministrar energía eléctrica a los menos favorecidos. Consiste en un sistema de paneles solares los cuales generan una potencia de 5 kW. Los paneles están conectados a un inversor y a los generadores de fase para luego almacenar la energía en un banco de baterías. Adicionalmente, hay una planta termoquímica la cual convierte la biomasa proveniente de la cascarilla de arroz y del estiércol en gas por medio de un gasificador. Luego ese gas es utilizado como combustible para un motor-generador de 30 kW y así llegar a generar por medio de este sistema una potencia total de 35 kW obtenidos de sumar la potencia generada, por el sistema de biomasa y de paneles solares.

7.1.2. Universidad Pontificia Bolivariana - Medellín

La Universidad Pontificia Bolivariana se encuentra implementando la primera Micro-Red Inteligente en Colombia, pretendiendo integrar nueve subsistemas básicos como lo son:

- Generación eólica
- Generación solar fotovoltaica

- Esquema híbrido de generación para zonas no interconectadas
- Alumbrado público eficiente
- Sistema para la gestión de la demanda
- Estación de carga modular para vehículos pequeños, bicicletas y motos
- Corredor verde UPB Laureles – Estación Metro Estadio
- Sistema para la gestión de la demanda
- Almacenamiento de energía sostenible

El desarrollo y ejecución del proyecto consta de tres fases: La primera es la implementación de la infraestructura de la Micro-Red, ésta se realizará en un periodo de dos años; en la segunda, se llevarán a cabo investigaciones, pruebas y evaluaciones del desempeño de cada componente de la Micro-Red, se desarrollarán prototipos y se integrarán otros existentes; en la tercera fase se diseñarán Micro-Redes escaladas y soluciones a la medida para clientes potenciales. Al gobierno le ofrecerán esquemas para atender Zonas No Interconectadas (ZNI), batallones militares, estaciones meteorológicas y de telecomunicaciones; a la empresa privada se llegará con soluciones para complejos hoteleros-turísticos, cogeneradoras y autogeneradores del sector minero energético (petroleras, gasíferas, mineras), zonas francas, entre otras. Otros asentamientos de carácter urbano tales como industrias, centros comerciales, unidades residenciales e instituciones educativas, se verán positivamente impactados por diseños basados en el concepto de Micro-Red Inteligente (Universidad Pontificia Bolivariana, 2015).

7.1.3. Universidad de Antioquia

En la visita realizada a la Universidad de Antioquia se pudo observar que el Laboratorio de Energías Alternativas cuenta con un banco hidráulico automatizado donde se hace la simulación y evaluación de turbinas como la Pelton y en proceso de incorporar la turbina Kaplan y Michel Banki. También se realizó a manera de proyecto, un banco de balance y vibraciones para aerogeneradores. Cuenta además con un sistema de medición de la radiación ultravioleta el cual aporta datos para proyectos químicos relacionados con fotocátalisis. Este funciona por medio de un sensor que recopila los datos del panel solar y vía internet se lleva a un computador.

Actualmente se encuentran trabajando en la fabricación de generadores de imanes permanentes para la generación de energía eléctrica.

7.1.4. Universidad del Norte - Barranquilla

El Laboratorio de Energía Renovable Solar Fotovoltaica tiene 48 paneles solares distribuidos en tres superficies captadoras de los rayos solares. Tiene una potencia de 9 kW que inyectará a la red de distribución eléctrica de la institución, a través de un tablero con barraje trifásico conectado posteriormente a un transformador que se conecta a una subestación de la universidad, para ello cuenta con las protecciones adecuadas y un sistema de tierra que garantice equipotencialidad.

Los inversores utilizados en el sistema son marca Ingeteam con protección anti-isla y actualmente son ellos los que manejan la sincronización y entrega de energía a la red. Hasta el momento el sistema no cuenta con ningún tipo de acumulador.

Los equipos de medición de variables ambientales, la tecnología de electrónica de potencia y la no utilización de baterías lo hacen un laboratorio moderno y único en la región Caribe, y sin comparación en Colombia. Este modelo de instalación puede ser replicada en diferentes zonas del país para lograr alimentar entre 12 y 15 viviendas rurales (Universidad del Norte, 2015).

7.1.5. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito – Bogotá

En este laboratorio se trabaja en temas relacionados con la generación y manejo de la energía en sus diferentes manifestaciones. Sus actividades se desarrollan en las siguientes líneas:

- Energías no convencionales.
Asesoría en dimensionamiento y diseño de sistemas energéticos para aplicaciones especiales. El dimensionamiento de sistemas híbridos utilizando diferentes tipos de energía en la búsqueda de una operación óptima y confiable. A partir del año 2010, el laboratorio estableció como línea de desarrollo las energías alternativas y su incursión en actividades de investigación relacionadas con esta temática. Por lo tanto se desarrolló la ampliación y

dotación de nuevas áreas de laboratorio para la experimentación en los siguientes bancos de prueba: Energías solar, eólica y térmica.

El banco de generación eólica diseñado y construido por el equipo de laboratoristas, está formado por un túnel de viento que permite tener condiciones controladas para la generación eólica, e interactúa con los bancos de energía solar y térmica disponibles en el laboratorio. Puede ser utilizado en electrónica de potencia, generación y gestión de sistemas energéticos híbridos entre otros (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2015).

7.1.6. Universidad de La Costa – Barranquilla

El laboratorio de energías renovables cuenta con tres espacios: un aula de clases con capacidad para veinte alumnos, una oficina y un espacio para los equipos de laboratorio los cuales se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Equipos de laboratorio de la Universidad de la Costa (Díaz, 2013).

Equipo	Cantidad	Descripción
Set educativo de energías renovables	21	Set provisto por la compañía Horizon fuel cell technologies
Módulos fotovoltaicos de 135 Watts	6	Módulos marca Kyocera modelo KD135SX-UPU
Entrenador modular de energía solar	1	DL Solar B de De Lorenzo
Baterías de 135 Amperios	6	TROJAN
Aerogenerador de 500Watts	1	

Con el set educativo de energías renovables realizan prácticas tales como encender lámparas LED y ventiladores usando paneles solares, preparación de hidrógeno a partir de energía solar, uso de un modulo electrolítico para encender lámparas LED, ventiladores, mover la rueda de un vehículo, entre otras (Díaz, 2013).

7.1.7. Universidad Autónoma de Yucatán – México

Este laboratorio realiza funciones como investigación aplicada en el área de energías renovables y divulgación en la generación de energías empleando formas limpias por medio de vías renovables.

Tienen una línea de investigación enfocada en el estudio de formas renovables solar y eólica para la generación de energía en el estado de Yucatán.

La infraestructura disponible es:

- Sistema híbrido de generación de energía eléctrica solar – eólica: Consta de un sistema de generación fotovoltaica de silicio monocristalino de 2,4 kW y un generador eólico Bergey de 1,5 kW.
- Sistema de banco de baterías para el almacenamiento de la energía generada.
- Sistema de lógica y control de distribución de la energía generada.
- Sistema de caracterización de la energía generada del sistema híbrido solar (compuesta por un sistema fotovoltaico de silicio monocristalino)- eólico.
- Estación fotovoltaica móvil (compuesta por un sistema fotovoltaico de silicio monocristalino) para aplicaciones rurales de 600 W.
- Sistema de bombeo fotovoltaico.
- Sistema de generación de vapor.
- Sistema de generación convencional de energía eléctrica a base de gasolina (Universidad Autónoma de Yucatán, 2015).

7.1.8. Instituto Tecnológico Autónomo – México

El laboratorio de energías renovables realiza diferentes labores en el tema de la energía, tanto en el ámbito académico como en el investigativo, aplicaciones reales y proyectos en donde los estudiantes forman parte integral del equipo.

Crearon con los estudiantes un sistema de generación renovable de energía, del tipo híbrido fotovoltaico, que transforma la energía solar y eólica en energía eléctrica y además capaz de almacenarla (Instituto Tecnológico Autónomo, 2015).

7.1.9. Universidad Politécnica de Catalunya – Barcelona

Este laboratorio consiste en una casa solar autosuficiente energéticamente, el cual actúa como un laboratorio vivo y permite experimentar y evaluar sistemas bioclimáticos, de energías renovables. Está dotado de una instalación solar fotovoltaica de 4 kW, una instalación solar térmica instalada en la fachada, un sistema de climatización de bajo consumo y un sistema de gestión domótica para todo el edificio, vinculado a sensores de temperatura, humedad relativa y concentración de CO₂ (Universidad Politécnica de Catalunya, 2015).

7.1.10. Universidad de la Patagonia Austral – Argentina

Este espacio agrupa principalmente a docentes y estudiantes de ingeniería electromecánica y está orientado a energías renovables. Incluye actividades de investigación, transferencia y extensión con el objetivo de potenciar el impacto regional de la existencia de la carrera en la zona.

Las líneas de trabajo se basan en sistemas híbridos basados en energía eólica y el aprovechamiento de la energía del océano (Universidad de la Patagonia Austral, 2015).

7.1.11. Universidad de Chile

Realizan investigaciones sobre el potencial asociado a las energías renovables y su inserción tanto en sistemas eléctricos como en microredes aisladas.

El laboratorio posee una microred de seis barras de parámetros concentrados asociada a un sistema de Supervisión, Control y Adquisición de datos (SCADA) en conjunto con diversas cargas de prueba (motores, condensadores, resistencias) e instrumentos de medición tales como analizadores de red.

Además, tiene un túnel de viento con un generador eólico, un sistema de seguimiento solar con 10 paneles de silicio monocristalino de 100 W ubicado en la azotea y conectado a un inversor grid tie de 4600 W (Universidad de Chile, 2015).

7.1.12. Universidad San Francisco de Quito – Ecuador

Su objetivo es investigar y desarrollar nuevas fuentes de energías alternativas secundarias, con el fin de obtener energías renovables de segunda generación y realizar consultorías y asesorías en el ámbito de gestión de desechos.

Para lo cual utilizan materia prima renovable y secundaria como:

- Desechos de procesos industriales, agrícolas o agroindustriales.
- Desechos sólidos urbanos
- Aguas residuales (Universidad San Francisco de Quito, 2015).

7.1.13. Universidad Nacional Agraria La Molina – Perú

El laboratorio de energías renovables ofrece cursos de proyección social en los que han desarrollado tres seminarios internacionales en biocombustibles, 11 cursos de producción de biodiesel y tres cursos de aplicación de la energía solar, así como diferentes talleres locales y regionales.

Desarrolla investigaciones sobre bioenergía, energía solar fotovoltaica y solar térmica. Presta servicios como:

- Análisis de calidad y producción de biodiesel
- Prueba y ensayos con sistemas energéticos
- Asesoría en gestión y desarrollo de proyectos con energías renovables (Universidad Nacional Agraria La Molienda, 2015).

7.1.14. Escuela Superior Politécnica del Litoral – Ecuador

El laboratorio de energías renovables tiene una instalación de energía solar y eólica que incluye una estación meteorológica y varios sensores, cuenta además con una pila de combustible, un generador de hidrógeno y otros equipos relacionados (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2015).

7.1.15. Universidad Nacional San Agustín – Perú

El laboratorio de energías renovables tiene como objetivos promover el estudio, investigación y desarrollo de las energías renovables, energía solar, eólica, minihidráulica, biomasa, geotérmica, mareomotriz, etc y sus aplicaciones en la región y el país, capacitar a los miembros de la universidad en las nuevas tecnologías de avance relacionadas con las energías renovables.

Brinda servicios de construcción y venta de equipos solares e implementación de bancos para certificar el rendimiento y calidad de los equipos solares como termas y secadores (Universidad Nacional San Agustín, 2015).

8. MARCO LEGAL

8.1. LEY 1715 DEL 13 DE MAYO DE 2014

Esta Ley regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional. Tiene como objetivo fomentar el desarrollo y aplicación de energías renovables, en el sistema energético nacional y así promover el cuidado del medio ambiente disminuyendo los gases de efecto invernadero y hacer un uso eficiente de la energía. Con el fin de invertir en el desarrollo y la investigación de nuevas fuentes de energía sostenible.

Esta Ley busca además crear un fondo para financiar programas relacionados con fuentes no convencionales de energía, excluir del IVA y del pago de aranceles por la compra de equipos destinados a fomentar el uso de las energías no convencionales (Congreso de la Republica de Colombia, 2014).

8.2. NORMATIVIDAD SOBRE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA

Presenta la normatividad vigente en Colombia para sistemas de energía solar, según las normas técnicas colombianas publicadas por el ICONTEC, dentro de las cuales se distinguen dos grupos como lo son el sistema de energía solar referente a colectores solares (dispositivos para convertir energía solar en energía térmica) y los sistemas fotovoltaicos (Serna & Álvarez, 2012).

Esta norma cuenta con un listado de categorías temáticas:

- Terminología
- Mediciones y ensayos
- Sistemas solares para calentamiento de agua
- Sistemas fotovoltaicos
- Eficiencia energética
- Especificaciones

8.3. PROTOCOLO DE KIOTO

El Protocolo de Kioto compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Establece metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, ya que estos son los principales responsables de los elevados niveles de emisión de gases de efecto invernadero que hay actualmente en la atmósfera y que son el resultado de quemar combustibles fósiles durante más de 150 años. (Protocolo de Kioto, 2014).

Ya concluyó el primer período de compromiso del Protocolo de Kioto en 2012 y se amplió hasta el 2015, tiempo en el que tiene que haber quedado decidido y ratificado un nuevo marco internacional que pueda aportar las severas reducciones de las emisiones que según ha indicado claramente el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) son necesarias (Protocolo de Kioto, 2014).

9. PERFIL DE LAS PERSONAS A CARGO DEL LABORATORIO

El laboratorio de energías renovables deberá contar con dos Auxiliares los cuales estarán a cargo en todo momento del espacio y los equipos que allí se encuentran, además de un Profesional quien estará a cargo de la realización de las prácticas.

9.1. PERFIL DE LOS AUXILIARES

Cargo: Auxiliar encargado del Laboratorio de Energías Renovables

Funciones:

- Mantenimiento y reparaciones técnicas de equipos de energías renovables.
- Préstamo de equipos e insumos de laboratorio a los estudiantes
- Revisión del estado de los equipos para la realización de las prácticas de laboratorio.
- Asistencia a las capacitaciones programadas por la Decanatura.
- Acompañamiento en las prácticas programadas en el laboratorio.
- Realizar mantenimientos preventivos.

Profesión: Tecnólogo Electricista o Electromecánico

Nivel de estudio: Tecnología

Personal requerido: 2

Se le debe brindar una capacitación a los laboratoristas sobre el debido manejo de los equipos pertenecientes al laboratorio.

9.2. PERFIL DEL PROFESIONAL

Cargo: Profesional encargado del Laboratorio de Energías Renovables

Funciones:

- Acompañar y guiar a los laboratoristas en el mantenimiento de los equipos.
- Llevar a cabo la asesoría y el seguimiento durante la realización de las prácticas de laboratorio.

Profesión: Ingeniero Electricista, Electromecánico o en Energía

Nivel de estudio: Profesional

Personal requerido: 1

10. PROVEEDORES

10.1. EQUIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES

10.1.1. De Lorenzo S.p.A.

Es una empresa italiana, la cual desarrolla equipos individuales o laboratorios completos en áreas como maquinas eléctricas, electrónica de potencia, telecomunicaciones, neumática, hidráulica, automatización, energías renovables, eficiencia energética, entre otras.

Explicando los principios de operación de cada equipo a través de sistemas didácticos (De Lorenzo, 2015).

10.1.2. Heliocentris

Es un proveedor líder en tecnología de sistemas de gestión de energía y soluciones de energía híbrida, productos y soluciones para la educación, la formación y la aplicación con fines de investigación en el campo de las pilas de combustible, energía solar, eólica e hidrógeno (Heliocentris, 2015).

10.2. EQUIPOS DE MEDICIÓN

10.2.1. Fluke

Líder mundial en la fabricación distribución y mantenimiento de equipos de medida electrónicos, eléctricos, de temperatura y software (FLUKE, 2015a).

11. EQUIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES

Las cotizaciones de los siguientes equipos están en el Anexo A. Estas cotizaciones están en dólares y fueron convertidas a pesos teniendo en cuenta la tasa representativa del mercado (TRM) del día 29 de octubre de 2015 la cual fue de \$2.926,75 pesos colombianos por dólar estadounidense (Banco de la República, 2015).

En el Anexo B se encuentra el catálogo de los equipos de Energías Renovables que se muestran a continuación con información mas detallada.

La selección de estos equipos se llevo a cabo gracias a que son didácticos y modulares lo cual permite que los estudiantes adquieran un rápido aprendizaje y no se requiera de mucho espacio para su implementación.

11.1. ENERGÍA SOLAR, EÓLICA, HIDRÓGENO Y BIOMASA

En las Tablas 3, 4, 5 y 6 se observan los equipos de energía solar, eólica, hidrógeno y biomasa, respectivamente. Así como algunas de sus características.

11.2. VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

La Tabla 7 muestra el equipo de vehículos eléctricos ligeros y algunas de sus características.

Tabla 3. Equipos de energía solar (De Lorenzo, 2015a).


NOMBRE DEL EQUIPO	IMAGEN	ESPECIFICACIONES	PRÁCTICAS
<p>Entrenador de energía solar fotovoltaica (DL SOLAR-A)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>10.654,95 USD/ 31'184.374,91 COP</p>	 <p>DL SOLAR-A lado a</p> <p>DL SOLAR-A lado b</p>	<p>Dimensiones de la base 400 x 610 mm Potencia del panel solar 50 W Voltaje 12 V Batería de 17 Ah Lamparas de carga 12 V, 230 V, 50 W</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de la radiación solar • Medición de los parámetros de voltaje y potencia del panel fotovoltaico. • Programación del regulador de carga. • Análisis de la instalación del entrenador. • Alimentación de corriente directa. • Alimentación de corriente alterna.
<p>Juego de componentes de instalación para energía solar fotovoltaica (DL SOLAR-KIT)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>6.466,70 USD/ 18'926.414,23 COP</p>		<p>Potencia del panel solar 85 W Voltaje 12 V Inversor 12 V, 30 A, 300 W Lamparas de carga 12 V dicroica 20 W LED 3 W</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de la radiación solar • Medición de los parámetros de voltaje y potencia del panel fotovoltaico. • Programación del regulador de carga. • Análisis de la instalación del entrenador. • Alimentación de corriente directa. • Alimentación de corriente alterna.
<p>Entrenador modular de energía solar fotovoltaica para la conexión a red (DL SOLAR-D1)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>14.510,80 USD/ 42'469.483,9 COP</p>		<p>Potencia del panel solar 90 W Voltaje 12 V Lamparas de carga 12 V dicroica 35 W LED 3 W Reostato de potencia 80 W, 6 A Convertidor grid de CC a CA Voltaje de red 12 V 300 W Medidor de energía eléctrica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de la radiación solar • Medición de los parámetros de voltaje y potencia del panel fotovoltaico. • Programación del regulador de carga. • Análisis de la instalación del entrenador. • Alimentación de corriente directa. • Alimentación de corriente alterna. • Conexiones a la red.

Tabla 4. Equipos de energía eólica (De Lorenzo, 2015a).






NOMBRE DEL EQUIPO	IMAGEN	ESPECIFICACIONES	PRÁCTICAS
<p>Entrenador modular de energía (DL WIND-A)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>16.683,48 USD/ 48'828.375,09 COP</p>		<p>Potencia del aerogenerador 16 W 12 V Lamparas de carga de 12 V Bateria 24 Ah 12 V Módulo de conversión CC-CA Anemómetro</p>	
<p>Entrenador modular de energía eólica para la conexión a red (DL WIND- A1G)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>21.726,92 USD/ 63'589.263,11 COP</p>		<p>Potencia del aerogenerador 400 W 12 V Lamparas de red Módulo de conversión CC-CA Anemómetro Resistencia de frenado 250 W 3 Ohm Módulo para medir la energía Motor de paso y fuente de alimentación</p>	
<p>Entrenador modular de energías eólicas con motor para su utilización en sala (DL WIND-A1S)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>21.920,31 USD/ 64'155.267,29 COP</p>		<p>Potencia del aerogenerador 160 W 12 V Lamparas de cargas de 12 V Baterías de 24 Ah 12 V Módulo de conversión CC-CA Kit motor de paso</p>	
<p>Entrenador de energía eólico con túnel de viento (DL WIND-B)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>22.382,65 USD/ 65'508.420,89 COP</p>		<p>Dimensiones 1780 x 610 x 1360 mm Potencia del aerogenerador 40 W 12 V Ventilador industrial monofásico con regulador de velocidad Fuente de alimentación 0-230 V 4 A Carga resistiva variable Turbina de viento desmontable</p>	
<p>Plantas eólicas (DL WPP)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>64.050,57 USD/ 187'460.005,7 COP</p>		<p>Método de arranque de una planta eólica Relación entre un sistema de control de paso y el viento Estudio del funcionamiento de una turbina eólica moderna Potencia reactiva y activa Control de frecuencia y voltaje</p>	

Tabla 5. Equipos de energía de Hidrógeno (De Lorenzo, 2015a).




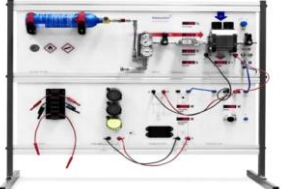

NOMBRE DEL EQUIPO	IMAGEN	ESPECIFICACIONES	PRÁCTICAS
<p>Entrenador para experiencia con celdas de combustible de Hidrógeno (DL HYDROGEN-A)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>16.861,77 USD/ 49'350.185,35 COP</p>		<p>Dimensiones 1000 x 620 x 200 mm Potencia electrolizador 15 W Potencia por celda 200 mW Módulo solar 4 V 3,3 A Gas almacenado 80 cm³ Lampara de carga 4,4 W Fuente de alimentación 6 Vcc 3 A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la curva característica del electrolizador • Aprender sobre la ley de Faraday • Determinar las curvas características y la eficiencia de la celda de combustible • Determinar el voltaje de descomposición del agua
<p>Sistema para el estudio de las celdas de combustible (DL HYDROGEN-B)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>34.763,05 USD/ 101'742.756,6 COP</p>		<p>Celda de combustible 100 W Consumo de Hidrógeno 1,4 l/m Convertidor CC-CA Salida 12V 8 A Lamparas de carga 12 V 50 W Lampara LED 12 V 3 W Reostato variable de tipo logaritmico 1,5 Ohm - 17 Ohm, 100 W Corriente máxima 8 A</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de una pila de celdas • Producir y almacenar hidrógeno • Mediciones automáticas controladas por el voltaje • Determinar la curva característica del electrolizador • Aprender sobre la ley de Faraday • Determinar las curvas características y la eficiencia de la celda de combustible
<p>Generador de Hidrógeno (DL HYGEN)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>24.238,06 USD/ 70'938.742,11 COP</p>		<p>Dimensiones 23 x 48 x 35 cm Tasa de producción 100 CC/min Peso 17 KG Presión Hidrógeno 0-10,6 Bar</p>	<p>Accesorio necesario para el Sistema para el estudio de las celdas de combustible (DL HYDROGEN-B)</p>
<p>Entrenador de celdas de combustible (541908)</p> <p>Heliocentris</p> <p>29.902,34 USD / 87'516.700 COP</p>		<p>Pila de combustible con Membrana de intercambio de protones de 50 W Módulo convertidor de tensión continua Módulo de semáforo Carga electrónica Módulo de almacenamiento de Hidrógeno</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la curva característica del electrolizador • Aprender sobre la ley de Faraday • Determinar las curvas características y la eficiencia de la celda de combustible • Determinar el voltaje de descomposición del agua
<p>Generador de Hidrógeno (HG30)</p> <p>Heliocentris</p> <p>28.825,28 USD / 84'364.400 COP</p>		<p>Generador con una capacidad de producción de 30 a 60 NI/h (litros normales hora)</p>	<p>Accesorio necesario para el Entrenador de celdas de combustible (541908)</p>

Tabla 6. Equipo de energía de biomasa (De Lorenzo, 2015a).


NOMBRE DEL EQUIPO	IMAGEN	ESPECIFICACIONES	PRÁCTICAS
<p>Planta de biodiesel (DL BIO-30)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>177.280,31 USD/ 518'855.147,3 COP</p>		<p>Dimensiones 2 x 0,9 x 1,8 m Capacida de la planta 30 litor/ote Tanque para la recolección de materia prima con una capacidad de 30 litros Sistema de calefacción eléctrico Termómetro</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de glicerina y biodiesel • Estudio de temperatura • Recuperación de alcohol

Tabla 7. Equipo para el entrenamiento de los sistemas de vehículos eléctricos ligeros (De Lorenzo, 2015a).

NOMBRE DEL EQUIPO	IMAGEN	ESPECIFICACIONES	PRÁCTICAS
<p>Vehículos eléctricos ligeros (DL AM21)</p> <p>De Lorenzo</p> <p>12.498,26 USD/ 36'579.282,46 COP</p>		<p>Frenado y desaceleración regenerativo Recarga de batería El convertidor CC/CC El sensor de par</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de los circuitos y componentes • Estudio de tres simuladores (bicicleta, scooter, automóvil) • Estudio de fallas a través de computadora • Eficiencia sobres diferentes inclinaciones • Estudio de recarga de batería domestico y publico • Mal funcionamiento de cada vehiculo

12. EQUIPOS DE MEDICIÓN

Los equipos de medición seleccionados, marca FLUKE se encuentran en la Tabla 8, y la cotización de los mismos se puede observar en el Anexo C.

Tabla 8. Equipos de medición (FLUKE, 2015b).

NOMBRE	PRECIO	IMAGEN
Multímetro Fluke 117 con detector de tensión sin contacto	679.000 COP + IVA	
Módulo inalámbrico de temperatura tipo K Fluke t3000 FC	679.800 COP + IVA	
Pinza amperimétrica de verdadero valor eficaz Fluke 325	1'019.650 COP +IVA	

13. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

13.1. GUÍA PRÁCTICA # 1

Energía: Solar

Nombre: Medición de variables Eléctricas

Finalidad: Analizar los parámetros fundamentales de un modulo fotovoltaico

Objetivos

- Verificar si un modulo fotovoltaico funciona correctamente.
- Medir el valor de la intensidad de cortocircuito del modulo solar.
- Medir el valor de la tensión de circuito abierto del modulo solar.
- Verificar condiciones de radiación estándar.

Materiales

- Módulo fotovoltaico de 90 W
- Cables de conexión

Instrumentos de medición

- Multímetro digital
- Pirómetro (Solarímetro)
- Pinza de corriente

Procedimiento

- Orientar el módulo hacia el sol.
- Mediante un aparato adecuado para la medición de la radiación solar, situado en la misma orientación e inclinación que el módulo fotovoltaico (FV), posiciona el módulo para obtener el nivel de radiación solar máximo. Durante las medidas

posteriores es conveniente no modificar la orientación del módulo ni sombreadarlo con la presencia de personas entre la fuente luminosa y el módulo.

- Conecta el amperímetro a la salida del módulo FV (atención a la escala y sentido de la corriente), realiza la medición de la corriente de cortocircuito (I_{cc}) anotando el resultado en la Tabla 9.
- Responda:
¿Si corresponde la I_{cc} medida con la indicada en el módulo o en las hojas de características suministradas por el fabricante? Justificar la respuesta.
- Conecta el voltímetro a la salida del módulo FV (atención a la escala y polaridad de la tensión), realiza la medición de la tensión del circuito abierto (V_{ca}) anotando el resultado en la Tabla 9.
- Responda:
¿Si corresponde la V_{ca} medida con la indicada en el módulo o en la hoja de características suministradas por el fabricante? Justificar la respuesta.
- Realiza la medición de la radiación solar, anota el resultado en la Tabla 9. Es conveniente realizar la medición de la radiación solar al mismo tiempo que la medición de la corriente de cortocircuito y tensión en circuito abierto.

Tabla 9. Tabla de resultados (Rojas, 2013).

MÓDULO A UTILIZAR	PARÁMETROS A MEDIR	MEDIDAS	FABRICANTES
Módulo fotovoltaico	$I_{cc}(A)$		
	$V_{ca}(V)$		
	Radiación solar (W/m^2)		

Informe.

Cada estudiante presenta los resultados, datos, graficas, análisis y problemas presentados durante la práctica (Rojas, 2013).

13.2. GUÍA PRÁCTICA # 2

Energía: Solar

Nombre: Curvas características de un panel fotovoltaico

Objetivo

Adquirir datos de voltaje y corriente de un panel fotovoltaico de 90 W, para obtener las curvas características de intensidad-voltaje (I-V) y curva de potencia-voltaje (P-V).

Materiales

- Módulo de pruebas fotovoltaico.
- Un voltímetro
- Un amperímetro
- Resistencia variable o varias resistencias de potencia
- Cables de conexión

Procedimiento

- Verificar que los equipos estén en buen estado
- Conectar el panel solar con sus respectivos equipos de medición
- Poner el panel en dirección y ángulos del sol
- Medir la radiación solar por medio del pirómetro
- Poner la resistencia en 0 y comenzar a aumentar con respecto a la Tabla 10.

Tabla 10. Valores de resistencia utilizados en la práctica (Mullo Tarco & Herrera Moreno, 2015).

N°	RESIST	N°	RESIST	N°	RESIST	N°	RESIST	N°	RESIST
1	0,00	7	3,5	13	25	19	55	25	86
2	1	8	4	14	30	20	60	26	90
3	1,5	9	5	15	35	21	65		
4	2	10	10	16	40	22	70		
5	2,5	11	15	17	35	23	75		
6	3	12	20	18	50	24	80		

- Tomar datos de corriente, voltaje y potencia
- Hacer graficas (I-V), (P-V)
- Realizar análisis de resultados
- Conclusiones

13.3. GUÍA PRÁCTICA # 3

Energía: Solar

Nombre: Curvas características de dos paneles fotovoltaicos de 90 W, en conexión serie y paralelo.

Objetivo

Adquirir datos de voltaje y corriente de dos paneles fotovoltaicos de 90 W, utilizando conexión en serie y paralelo, para obtener las curvas características (I-V e P-V).

Materiales

- 2 Paneles de prueba fotovoltaica
- Un voltímetro
- Un amperímetro
- Resistencia variable o varias resistencias de potencia
- Cables de conexión

Procedimiento

- Verificar que los equipos estén en buen estado.
- Conectar los paneles solares en serie con sus respectivos equipos de medición.
- Poner los paneles en dirección y ángulos del sol.
- Medir radiación solar por medio del pirómetro.
- Poner la resistencia en 0 y comenzar a aumentar con respecto a la Tabla 10.
- Tomar datos de corriente, voltaje y potencia
- Hacer graficas (I-V), (P-V)
- Realizar lo mismo conectando los paneles en paralelo

- Realizar análisis de resultados
- Conclusiones (Mullo Tarco & Herrera Moreno, 2015).

13.4. GUÍA PRÁCTICA # 4

Energía: Eólica

Nombre: Curva característica del aerogenerador

Objetivo

Adquirir datos de voltaje y corriente de un aerogenerador y la velocidad del viento con un anemómetro, para obtener la curva característica Potencia vs. Velocidad del viento y compara con la curva dada por el fabricante.

Materiales

- Módulo de aerogenerador
- Un voltímetro
- Un amperímetro
- Resistencia variable o varias resistencias de potencia
- Cables de conexión

Procedimiento

- Verificar que los equipos estén en buen estado
- Conectar los aerogeneradores con sus respectivos equipos de medición
- Medir la velocidad del viento por medio de un anemómetro
- Tomar datos de corriente, voltaje y potencia
- Hacer graficas (P-Vel. Viento)
- Realizar análisis de resultados
- Conclusiones (Mullo Tarco & Herrera Moreno, 2015)

13.5. GUÍA PRÁCTICA # 5

Energía: Hidrógeno

Nombre: Funcionamiento de las celdas de combustible

Objetivos

- Comprender el funcionamiento de las celdas de combustible.
- Comprobar de manera practica el potencial generado por la pila de combustible.

Materiales

- Pila de combustible de 12 V.
- Tanque de Hidrógeno
- Tanque de Oxigeno
- 2 Reguladores de Flujo
- Flujómetro de Hidrógeno
- Flujómetro de Oxigeno
- Voltímetro

Procedimiento

- Conecte las tuberías de entrada de oxígeno
- Conecte la tubería de entrada de hidrógeno
- Conecte la tubería de descarga
- Instale el flujómetro en ambos tanques
- Conecte el voltímetro a los bornes de la pila de combustible.
- Regule el flujo de Oxigeno a $1 \cdot 10^{-9}$ kg/s (haga las conversiones necesarias de acuerdo al flujometro utilizado)
- Comience a regular el flujo de Hidrógeno y tome valores de acuerdo al voltaje de salida de: 1 V, 2 V, 3 V, 5V, 7V, 10 V, 12 V.
- Responda:
¿Al llegar a los 12 V, Qué pasa si seguimos aumentando el flujo de Hidrógeno?
- Regule el flujo de Hidrógeno a $1.26 \cdot 10^{-10}$ kg/s (haga las conversiones necesarias de acuerdo al flujómetro utilizado)

- Comience a regular el flujo de Oxígeno y tome valores de acuerdo al voltaje de salida de: 1 V, 2 V, 3 V, 5V, 7V, 10V, 12V.
- Responda:
¿Al llegar a los 12 V, Qué pasa si seguimos aumentando el flujo de Oxígeno?
- Grafique la curva flujo de Hidrógeno vs Voltaje.
- Grafique la curva flujo de Oxígeno vs Voltaje.
- Concluya acerca de los resultados de la curva.

13.6. GUÍA PRÁCTICA # 6

Energía: Hidrógeno

Nombre: Conociendo una celda de combustible

Objetivos

- Determinar los componentes de la pila de combustible.
- Determinar la configuración de una celda de combustible.

Materiales

- Pila de combustible de 12 V

Procedimiento

- Algunos componentes de la celda de combustible son frágiles. Manejarlos delicadamente.
- Mantener alejado de la pila cualquier material extraño, productos derivados del petróleo, grasa o aceite. Estos podrían dañar la pila de combustible.
- Despresurizar las líneas de aire comprimido antes de desconectarlas. De no hacerlo, la punta de la manguera puede moverse descontroladamente y golpear a alguien.

- Siempre conservar un dibujo de la pila de combustible antes de trabajar en ella. Mantener las partes en orden durante el desensamble para facilitar el reensamblado.
- Use etiquetas o marcas para distinguir las mangueras.
- Marque cada componente a medida que lo vaya removiendo.
- Identifique cada parte de la celda de combustible y ensámblela con la ayuda del profesor.

13.7. GUÍA PRÁCTICA # 7

Energía: Hidrógeno

Nombre: Eficiencia en las pilas de combustible

Objetivo

Determinar la eficiencia de la pila de combustible

Materiales

- Pila de combustible de 12 V.
- Tanque de Hidrógeno
- Tanque de Oxígeno
- 2 Reguladores de flujo
- Flujómetro de Hidrógeno
- Flujómetro de Oxígeno
- Voltímetro

Procedimiento

- Conecte las tuberías de entrada de Oxígeno
- Conecte la tubería de entrada de Hidrógeno
- Conecte la tubería de descarga.

- Instale el flujómetro en ambos tanques.
- Conecte el voltímetro a los bornes de la pila de combustible.
- Regule el flujo de Oxígeno a $1 \cdot 10^{-9}$ Kg/s (haga las conversiones necesarias de acuerdo al flujómetro utilizado)
- Regule el flujo de Hidrógeno a $1.26 \cdot 10^{-10}$ kg/s (haga las conversiones necesarias de acuerdo al flujómetro utilizado)
- Mida el Voltaje generado en estas condiciones.
- Si se sabe que la pila está compuesta por 22 celdas, ¿Cuál es el voltaje promedio de cada celda?

Preguntas

- Determine el Voltaje teórico de una celda de combustible de Hidrógeno tipo PEM.
- ¿Cuál es la eficiencia de la Celda de Combustible?
- ¿Cuál es la eficiencia de la Pila de combustible? (Doñán Velasco & Sermeño Mena, 2008)

14. RECURSOS Y PRESUPUESTO

14.1. EQUIPOS DE ENERGÍA RENOVABLE

En la Tabla 11 se pueden observar los equipos de energía renovable para el laboratorio con el propósito de dar solución al problema planteado al interior de este proyecto. Los equipos se seleccionaron teniendo en cuenta la facilidad de manejar e interactuar cada uno de los módulos por parte de los estudiantes, el tipo de practicas que se podría realizar, también buscando que no dependieran de un recurso natural para su funcionamiento, que no estuvieran en del inventario y que fueran viables económicamente para la Institución.

Se decidió implementar dos módulos por cada energía, debido a que así podrán trabajar mayor número de estudiantes al mismo tiempo al interior del laboratorio, en grupos de tres personas por estación de trabajo.

Tabla 11. Equipos seleccionados para el laboratorio. Fuente propia.




IMAGEN	NOMBRE	MARCA	COSTO
	Entrenador de energía solar fotovoltaica para la conexión a red (DL SOLAR-D1)	DE LORENZO	14.510,80 USD 42'469.483,9 COP
	Entrenador de energía eólica con túnel de viento (DL WIND-B)	DE LORENZO	22.382,65 USD 65'508.420,89 COP
	Entrenador de sistemas para celdas de combustible (DL HYDROGEN-B)	DE LORENZO	34.763,05 USD 101'742.756,6 COP

Tabla 11. Equipos seleccionados para el laboratorio (Continuación). Fuente propia

IMAGEN	NOMBRE	MARCA	COSTO
	Generador de Hidrógeno (DL HYGEN)	DE LORENZO	24.238,06 USD 70'938.742,11 COP
	Vehículos eléctricos ligeros (DL AM21)	DE LORENZO	12.498,26 USD 36'579.282,46 COP

14.2. EQUIPOS DE MEDICIÓN, MUEBLES E INSUMOS

El laboratorio contará con los equipos de medición ya mencionados en la Tabla 8, con cuatro computadores portátiles para la instalación del software que traen cada uno de los equipos de energías renovables seleccionados, seis mesas donde irán ubicados los módulos de cada equipo, 24 sillas para la comodidad de los estudiantes, un gabinete para guardar los equipos de medición y cuatro computadores portátiles.

14.3. INFRAESTRUCTURA

Para el montaje del laboratorio se requiere un área de mínimo 94 m², donde podrán trabajar un máximo de 24 estudiantes al tiempo y una azotea o espacio en la parte superior externa de este para ubicar una planta de generación solar de 5 kW, la cual suministrará energía al laboratorio haciendo de este un lugar sostenible. La cotización de esta planta aparece en el Anexo D.

La planta contará con 20 paneles solares de 250 W que dan una potencia instalada de 5000 W y sabiendo que solo se tiene una irradiación de 6 horas al día dará una energía de 900 kW/mes (ver Ecuaciones 1 y 2). La cual permite

suplir los 140 kWh/mes (ver Ecuación 3 y 4), los cuales consume el laboratorio, almacenándola por medio de 20 baterías Ion-litio de 12 V, 150 Ah conectadas en serie, a un costo de \$750.000 cada una (Energías Alternas, 2015).

Los datos anteriores se obtienen de los siguientes cálculos:

El número de horas de irradiación al mes = 6 horas de irradiación x 30 días = 180 horas de irradiación/mes (1 mes) (Ecuación 1)

20 paneles x 250 W x 180 horas de irradiación/mes = 900 kW/mes (Ecuación 2)

20 lámparas LED x 18 W = 360 W (Ecuación 3)

Potencia total de los equipos = 404 W

Potencia total consumida = 764 W

El consumo de energía total al mes es de:

764 W x 6 horas x 30 días = 137,520 W/mes (Ecuación 4)

14.4. ILUMINACIÓN

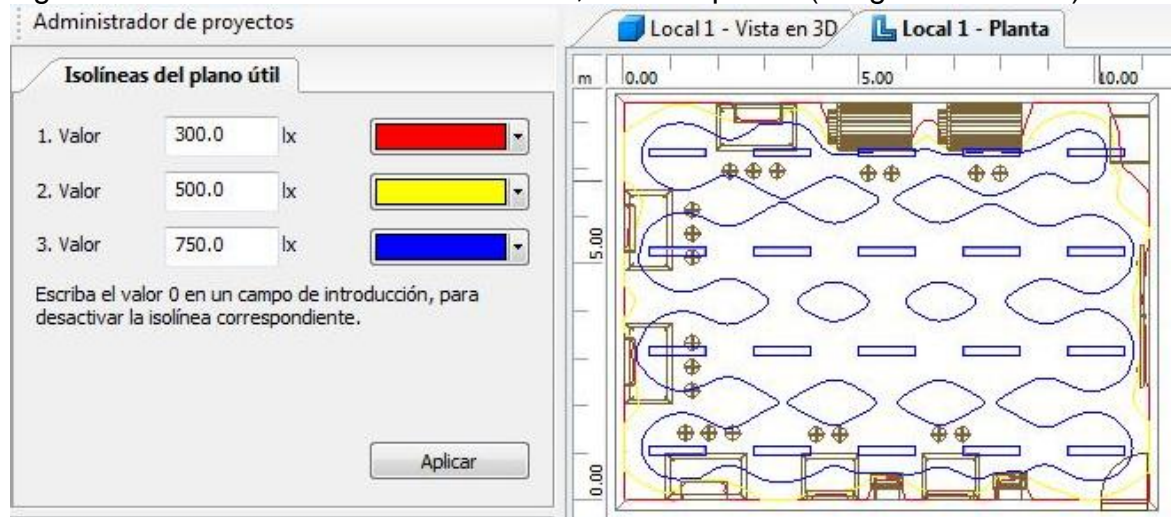
De acuerdo al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado público – RETILAP, Numeral 420.1.2, y a la Tabla 12, los valores de los niveles de iluminancia para un recinto: Colegios y Centros Educativos (Laboratorios), son **mínimo 300 luxes, medio 500 luxes y máximo 750 luxes.**

Tabla 12. Niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias (Ministerio de Minas y Energía, 2010).

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Colegios y centros educativos.				
Salones de clase				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
Salas de conferencias				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

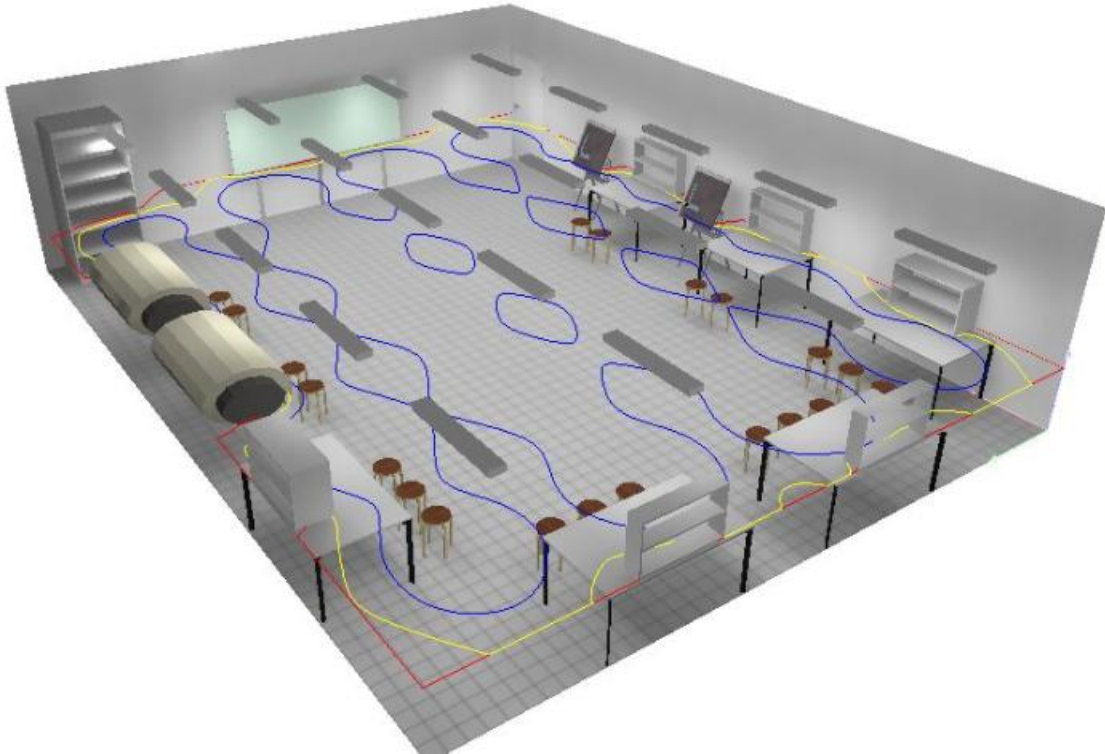
Basados en los datos de la Tabla 12, se realiza en el programa Dialux la disposición de la Figura 11.

Figura 11. Distribución de las luminarias, vista en planta (Programa DIALux).



En las Figuras 12, 13 y 14 se observa tanto la distribución de las luminarias como del espacio requerido para el laboratorio en una vista 3D.

Figura 12. Distribución de las luminarias, vista en 3D (Programa DIALux).



Las Figuras 13 y 14 permiten observar la distribución del espacio requerido para el laboratorio donde cada estación contará con un área de $1,70 \text{ m}^2$.

Figura 13. Distribución del espacio requerido para el laboratorio, vista en 3D superior (Programa DIALux).

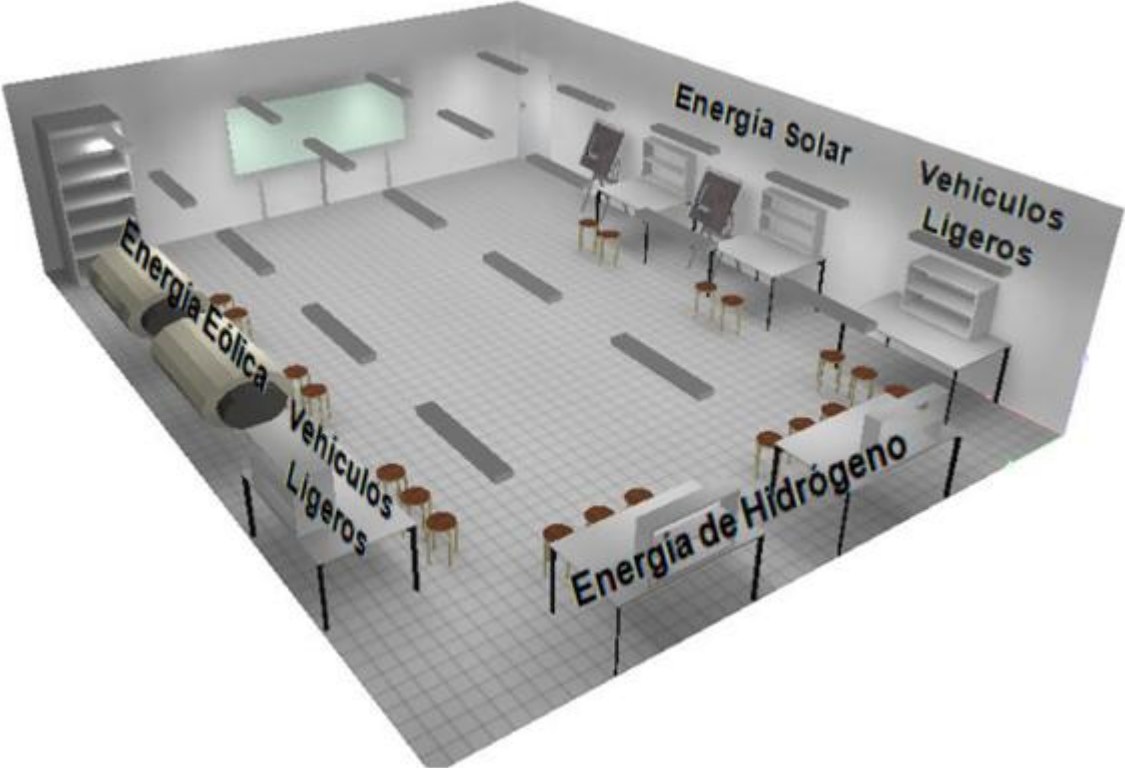


Figura 14. Distribución del espacio requerido para el laboratorio, vista en 3D lateral (Programa DIALux).



14.5. PRESUPUESTO

En la Tabla 13 se muestra el presupuesto necesario para cada uno de los equipos, muebles e insumos requeridos en el laboratorio y en el Anexo E las respectivas cotizaciones.

Tabla 13. Presupuesto. Fuente propia.

RECURSOS	PROVEEDOR	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Entrenador de energía solar fotovoltaica para la conexión a red (DL SOLAR-D1)	DE LORENZO	2	\$ 42.469.483,90	\$ 84.938.967,80
Entrenador de energía eólica con túnel de viento (DL WIND-B)	DE LORENZO	2	\$ 65.508.420,89	\$ 131.016.841,78
Entrenador de sistemas para celdas de combustible (DL HYDROGEN-B)	DE LORENZO	2	\$ 101.742.756,60	\$ 203.485.513,20
Generador de Hidrógeno (DL HYGEM)	DE LORENZO	1	\$ 70.938.742,11	\$ 70.938.742,11
Vehículos eléctricos ligeros (DL AM21)	DE LORENZO	2	\$ 36.579.282,46	\$ 73.158.564,92
Multímetro Fluke 117 con detector de tensión sin contacto	FLUKE	4	\$ 679.000,00	\$ 2.716.000,00
Módulo inalámbrico de temperatura tipo K Fluke t3000 FC	FLUKE	2	\$ 679.800,00	\$ 1.359.600,00
Pinza amperimétrica de verdadero valor eficaz Fluke 325	FLUKE	4	\$ 1.019.650,00	\$ 4.078.600,00
Butaco fijo BL17	METALES Y MADERAS	24	\$ 120.000,00	\$ 2.880.000,00
Armario metálico AM01	METALES Y MADERAS	1	\$ 750.000,00	\$ 750.000,00
Tablero en acrílico TM09	METALES Y MADERAS	1	\$ 481.000,00	\$ 481.000,00
Mesa de trabajo ML16	METALES Y MADERAS	6	\$ 320.000,00	\$ 1.920.000,00
Computador portátil DELL 5458	WIND COMPUTO	4	\$ 1.430.000,00	\$ 5.720.000,00
Planta de generación solar de 5 kW	ENERGÍAS ALTERNAS	1	\$ 30.741.141,00	\$ 30.741.141,00
Baterías Ion-litio 150 Ah 12 V	ENERGÍAS ALTERNAS	20	\$ 750.000,00	\$ 15.000.000,00
NETO TOTAL				\$ 629.184.970,81
VALOR DEL IVA 16%				\$ 99.754.395,33
VALOR TOTAL				\$ 728.939.366,14

14.6. EQUIPOS Y SEÑALES DE SEGURIDAD

Basados en la Resolución 2400 de 1979 artículo 221, el laboratorio debe contar con un extintor Solkaflam ubicado en el lugar de mayor riesgo o peligro y en sitios que se encuentren libres de todo obstáculo que permitan actuar rápidamente y sin dificultad. Según el artículo 207 se debe contar con señalizaciones de salida de emergencia y riesgo eléctrico.

15. ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA ELABORACIÓN DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN EN LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUL BRAVO

15.1. IDENTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

Laboratorio de Energía Renovable para la Institución Universitaria Pascual Bravo

15.2. PROBLEMA

La realización de este proyecto surge de la necesidad de contar con un espacio donde los estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo, se formen en el ámbito de las energías renovables y logren adquirir conocimientos y fortalecerlos de manera práctica. Promoviendo así la investigación y el interés por innovar y crear nuevas ideas que ayuden al cuidado del medio ambiente.

15.3. PROPUESTA

Diseño de un laboratorio de energías renovables para la Institución Universitaria Pascual Bravo.

15.3.1. Importancia

El laboratorio será un recurso didáctico que permitirá tanto a los profesores como a los estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo afianzar sus conocimientos mediante el montaje de sistemas fotovoltaicos, eólicos, de hidrógeno, entre otros. Haciendo de este lugar un aporte tecnológico para un desarrollo sostenible.

15.4. OBJETIVOS

15.4.1. General

Implementar un Laboratorio de Energías Renovables para la Institución Universitaria Pascual Bravo con el fin de brindar a la comunidad Universitaria un espacio que permita apropiarse de la tecnología, fomentar la investigación y el desarrollo de nuevas fuentes de energías renovables.

15.4.2. Específicos

- Definir los equipos necesarios para el Laboratorio de Energías Renovables.
- Especificar el presupuesto para la implementación del Laboratorio de Energías renovables.
- Determinar las condiciones técnicas para el Laboratorio

15.5. JUSTIFICACIÓN

Para la Institución Universitaria Pascual Bravo es necesario contar con un Laboratorio de Energías Renovables donde sea posible llevar a cabo una investigación aplicada de las diferentes fuentes de energías no convencionales y generar en los estudiantes de Tecnología e Ingeniería Eléctrica conocimientos fundamentales de las nuevas tecnologías, con la realización de diferentes prácticas de manera que al finalizar los estudios puedan desarrollar sistemas auto-sostenibles que ayuden a la conservación del medio ambiente, siendo además un ejemplo de enseñanza y desarrollo para la ciudad de Medellín y mejorar a futuro el bienestar de la sociedad.

El Laboratorio permitirá además un espacio que beneficiará a los Grupos y Semilleros de Investigación pertenecientes a la Institución Universitaria Pascual Bravo quienes contarán con un espacio para el desarrollo de proyectos de investigación en el área de energías renovables.

15.6. IMPACTOS ESPERADOS

Principalmente a mediano plazo se espera contar con un espacio capacitado para brindar a los estudiantes una formación práctica en el uso de energías renovables por medio de equipos que les permitan interactuar y conocer más a fondo sobre estas fuentes de energía. A largo plazo se busca poder brindar capacitaciones o asesorías externas, ya sea a empresas, instituciones educativas y/o universidades sobre el uso de energías renovables y las diferentes aplicaciones que estas tienen.

Dándole así un estatus superior a la Institución Universitaria Pascual Bravo al ser pionero a nivel departamental en la implementación de un laboratorio de energías renovables.

15.7. FASES DEL PROYECTO Y PRESUPUESTO

Para el montaje del laboratorio se requiere un espacio de mínimo 94 m² y una azotea o espacio en la parte superior externa del laboratorio para ubicar una planta de generación solar de 5 kW.

El proyecto se plantea por fases para así facilitar la aprobación del presupuesto y hacer que este no sea tan elevado (Tabla 14).

Tabla 14. Presupuesto por fases. Fuente propia.

FASES	EQUIPOS, MUEBLES E INSUMOS	CANTIDAD	VALOR
PRIMERA FASE	Entrenador de energía eólica con túnel de viento (DL WIND-B)	2	\$ 475.879.672,62
	Entrenador de sistemas para celdas de combustible (DL HYDROGEN-B)	2	
	Generador de Hidrógeno (DL HYGEM)	1	
	Mesa de trabajo M16	6	
	Butaco fijo BL17	24	
SEGUNDA FASE	Entrenador de energía solar fotovoltaica para la conexión a red (DL SOLAR-D1)	2	\$ 192.852.009,96
	Vehículos eléctricos ligeros (DL AM21)	2	
	Multímetro Fluke 117 con detector de tensión sin contacto	4	
	Módulo inalámbrico de temperatura tipo K Fluke t3000 FC	2	
	Pinza amperimétrica de verdadero valor eficaz Fluke 325	4	
TERCERA FASE	Planta de generación solar de 5 kW	1	\$ 60.207.683,56
	Baterías Ion-litio 150 Ah 12 V	20	
	Armario metálico AM01	1	
	Tablero en acrílico TM09	1	
	Computador portátil DELL 5458	4	

Los Auxiliares a cargo del laboratorio deberán ser capacitados sobre el debido manejo de los equipos seleccionados y formarse como Técnico en Energías Renovables.

15.8. SOSTENIBILIDAD

El laboratorio prestará servicios como:

- Formación continua de los estudiantes pertenecientes a la Institución Universitaria Pascual Bravo.
- Soporte a las investigaciones y proyectos por parte de los Grupos y Semilleros de Investigación de la Institución.
- Sensibilizar a las personas sobre el uso y cuidado de los equipos relacionados con las energías renovables.
- Caracterización de equipos como paneles solares y aerogeneradores.

La garantía y el mantenimiento de los equipos se encuentra en las cotizaciones, Anexo A.

16. CONCLUSIONES

- Algunas universidades nacionales no cuentan con un laboratorio que se base estrictamente en el estudio de las energías renovables, con equipos para la formación de universitarios, solo cuentan con proyectos y equipos de entrenamiento muy básicos.
- La Institución Universitaria Pascual Bravo cuenta con equipos de energías renovables que pueden hacer parte del laboratorio, aun que se encuentran muy dispersos por la Institución. La institución no se cuenta con un profesor que conozca el manejo de todos estos equipos.
- El presupuesto requerido para el montaje de laboratorio no es muy alto debido a que en la Institución actualmente se cuenta con equipos de energías renovables que podrían formar parte del mismo y complementar con los que se sugiere al interior de este proyecto.

17.RECOMENDACIONES

- Fomentar en cada una de las personas que pertenezcan o no a la Institución, el estudio, la investigación y el cuidado por las diferentes fuentes de energía renovable.
- Extender los estudios expuestos en este proyecto para trabajar otras fuentes de energía renovable como lo es la Biomasa.
- Consultar todos los pasos y requisitos necesarios para la acreditación del laboratorio.
- Ofrecer servicios externos en el laboratorio, los cuales permitirán incrementar los ingresos de la Institución.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, A.F., Sánchez, C.A., Hernández, J.F., & Correa, J.A. (2009). Montaje y puesta en marcha de un Generador Eólico. Institución Universitaria Pascual Bravo. Tecnología Electromecánica. Colombia.
- Arenas, R. (2010). *Centro de Energías Renovables*. Chile. Retrieved from http://cifes.gob.cl/tecnologias/files/2011/12/libro_solar.pdf
- Badii, M. H., Guillen, A., & Serrato, O. L. (2015). Historia y Uso de Energías Renovables History and Use of Renewable Energies, *10*(1), 1–18.
- BancodelaRepública. (2015). Tasa de cambio del peso colombiano. Retrieved from <http://www.banrep.gov.co/es/trm>
- Cadena, A. I. (2013). Planeamiento energético y energías alternativas en Colombia, 82. Retrieved from [http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/documents/Noticias/UPME_PERS-N_PlaneamientoEnergetico-EnergiasAlternativas_VF \(2\).pdf](http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/documents/Noticias/UPME_PERS-N_PlaneamientoEnergetico-EnergiasAlternativas_VF (2).pdf)
- Carrillo, L. (2004). Energía de Biomasa, p. 83.
- Colombia, C. De. Ley N° 1715 Del 13 De Mayo De 2014 (2014). Bogota.
- Danmarks Tekniske Universitet. (2015). Retrieved from <http://www.dtu.dk/english/Service/Contact>
- De Juana, J. M. (2007). Energías renovables (Paraninfo). Retrieved from <http://energiasalternativas2012.wikispaces.com/file/view/Lecturas+Introduccion+EAlternativas.pdf>
- DELORENZO. (2015a). Catalogo de energías renovables. Retrieved from <http://www.delorenzogloba.com/upload/download/1442243011-RENEWABLE ENERGIAS SPA.pdf>
- DELORENZO. (2015b). Perfil corporativo. Retrieved from <http://www.delorenzogloba.com/es/index.php>
- Díaz, P. A. R. (2013). Diseño e implementación de un laboratorio de energías renovables en la universidad de la costa, 7. Retrieved from <http://www.acofipapers.org/index.php/acofipapers/2013/paper/viewFile/288/153>

- Doñán Velasco, O. E., & Sermeño Mena, S. J. (2008). *Diseño de una Pila de Combustible de Hidrógeno para producir una diferencia de potencial de 12 Voltios*. Universidad Don Bosco.
- Energías Alternas. (2015). Baterías.
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2015). Laboratorios. Retrieved from http://www.escuelaing.edu.co/es/laboratorios_programa?lab=1
- Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2015). Laboratorios. Retrieved from <http://www.fimcp.espol.edu.ec/es/departments/mechanicalengineer/AboutMe/abs.html>
- Findings, K. (2015). Key Findings, 31. Retrieved from <http://www.ren21.net/Portals/0/documents/e-paper/GSR2015KF/epaper/ausgabe.pdf?rnd=55813a7ce4697>
- Flores Alvarado, J. J. (2015). La necesidad de incorporar el hidrógeno como potencial fuente alterna de energía en la legislación mexicana, *VI*, 1–39.
- FLUKE. (2015a). Perfil corporativo. Retrieved from <http://www.fluke.com/fluke/coes/about/perfil-corporativo/default.htm>
- FLUKE. (2015b). Productos. Retrieved from <http://www.fluke.com/fluke/coes/products/default.htm>
- Heliocentris. (2015). Retrieved from <http://www.heliocentris.com/1/heliocentris-group/the-company/about-heliocentris/>
- Instituto Tecnológico Autónomo. (2015). Laboratorios. Retrieved from <http://industrialyoperaciones.itam.mx/es/28/paginas/laboratorio-de-energias-renovables>
- León Esteban, A. F., & Núñez Suarez, E. M. (2010). *Combustibles fósiles, análisis, impactos y alternativas, estudio para el caso Colombiano*. Universidad Industrial de Santander. Retrieved from <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/8395/2/134796.pdf>
- Ministerio de Minas y Energía. Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público “RETILAP” (2010). Colombia.
- Mullo Tarco, K. M., & Herrera Moreno, K. W. (2015). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA PRUEBAS, DE UN GENERADOR HÍBRIDO A BASE DE ENERGÍAS RENOVABLES NO*

CONVENCIONALES PARA LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA. Universidad de las Fuerzas Armadas.

National Renewable Energy Laboratory. (2015). Retrieved from <http://www.nrel.gov/about/mission-programs.html>

Protocolo de Kioto. (2014). Retrieved from <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/33-cambio-climatico/cambio-climatico-articulos/458-plantilla-cambio-climatico-14>

Quintero González, J. R. (2013). El hidrógeno como combustible alternativo en la producción de energía y su implementación en el transporte vehicular, 13.

Rojas, G. (2013). Guías de trabajo. Retrieved from <http://es.slideshare.net/FincaIntegralEducativa/guia-de-trabajo-1-parametros-de-las-celdas-solares>

Scopus. (2015). Scopus. Retrieved from [http://www-scopus-com.ezproxy.eafit.edu.co/term/analyzer.url?sid=CEDAA4119A041F4C130C714CAA68B0AF.ZmAySxCHIBxxTXbnsoe5w:20&origin=resultslist&src=s&s=TITLE-ABS-KEY\(renewable+energy+\)&sort=plf-f&sdt=b&sot=b&sl=32&count=74440&analyzeResults=Analyze+re](http://www-scopus-com.ezproxy.eafit.edu.co/term/analyzer.url?sid=CEDAA4119A041F4C130C714CAA68B0AF.ZmAySxCHIBxxTXbnsoe5w:20&origin=resultslist&src=s&s=TITLE-ABS-KEY(renewable+energy+)&sort=plf-f&sdt=b&sot=b&sl=32&count=74440&analyzeResults=Analyze+re)

Serna, F. J., & Álvarez, C. a. Normatividad sobre Energía Solar Térmica y Fotovoltaica (2012). Colombia.

Shi, S.-, & Li, Z. (2012). Biopellets in China- China -, 26.

TheWorldBank. (2011). World Development Indicators. Retrieved from <http://wdi.worldbank.org/table/3.8>

Ulianov, Y., Sandoval, M., & Sandoval, E. (n.d.). *Energías renovables*. Cali. Retrieved from http://augusta.uao.edu.co/moodle/file.php/2979/ENERGIAS_RENOVABLES_4feb2014.pdf

UniversidadAutónomadeYucatán. (2015). Laboratorios. Retrieved from <http://www.ingenieria.uady.mx/laboratorios/energia.php>

UniversidaddeChile. (2015). Laboratorios. Retrieved from <http://ingenieria.uchile.cl/investigacion/presentacion/laboratorios/90772/laboratorio-de-energia-y-accionamientos>

- Universidad de la Patagonia Austral. (2015). Laboratorios. Retrieved from http://www.unpa.edu.ar/cecyt/1876/grupo/laboratorio_energias_renovables
- Universidad del Norte. (2015). Portal de eventos. Retrieved from <http://www.uninorte.edu.co/web/eventos/eventos-institucionales/-/events/day/2015-4-24/all/EventDetail/5589772;jsessionid=7BF06DCB901A050D9AC709111554412A>
- Universidad Nacional Agraria La Molienda. (2015). Laboratorios. Retrieved from <http://www.lamolina.edu.pe/ler/>
- Universidad Nacional de Colombia. (2015). Laboratorios. Retrieved from <http://minas.medellin.unal.edu.co/laboratorios/index.php/laboratorios/laboratorio-de-ciencias-de-la-energia>
- Universidad Nacional San Agustín. (2015). Laboratorio. Retrieved from <http://www.unsa.edu.pe/index.php/produccion-servicios/laboratorios/centro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica?showall=&limitstart=>
- Universidad Politécnica de Catalunya. (2015). Laboratorios. Retrieved from <http://www.upc.edu/sct/es/equip/731/laboratorio-eficiencia-energetica-construccion-sostenible-energias-renovables-living-lab-low3.html>
- Universidad Pontificia Bolivariana. (2015). Micro Red Inteligente. Retrieved from <http://microred.upb.edu.co/index.php/proyecto.html>
- Universidad San Francisco de Quito. (2015). Laboratorios. Retrieved from https://www.usfq.edu.ec/programas_academicos/colegios/politecnico/institutos/ladea/Paginas/default.aspx
- University of Ontario. (2015). Retrieved from <http://engineering.uoit.ca/people/automotive-mechanical-and-manufacturing-engineering/faculty/ibrahim.dincer.php>
- University of the Ryukyus. (2015). Retrieved from <http://kenkyushadb.lab.u-ryukyu.ac.jp/profile/en.bsJUqZPDbeivMz8aXYWHkQ==.html>
- Vázquez, J. C. (2011). Pilas de Combustible. Retrieved from http://www.ier.uclm.es/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=15&lang=es
- World Bank. (2014). 3 . 7 World Development Indicators : Electricity production , sources , and access, 6–10. Retrieved from <http://wdi.worldbank.org/table/3.7#>

ANEXOS

ANEXO A. Cotizaciones equipos de energías renovables DE LORENZO y HELIOCENTRIS.



Bogotá, 15 De Octubre de 2015
Cotización No DL 15-082

Señores:
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
José Alfonso Aguirre Jiménez
Mail: j.aguirre@pascualbravo.edu.co
Estudiante Ing. Eléctrica
MEDELLÍN-Colombia

En respuesta a su amable solicitud
Nos permitimos ofertar:

CANT	MODELO	DESCRIPCIÓN	V/TOTAL (USD)
1	DL SOLAR-A	Entrenador para energía solar fotovoltaica	USD 10.654,95
1	DL SUN-WIND24V	Entrenador para el estudio de la energía solar y eólica	USD 59.085,72
1	DL SUN-WIND12V	Entrenador para el estudio de la energía solar y eólica	USD 51.676,21
1	DL SOLAR-C	Entrenador basico para energía solar fotovoltaica	USD 2.825,40
1	DL SOLAR-KIT	Juego de componentes para la instalación de un sistema de energía fotovoltaica	USD 6.466,70
1	DL SOLAR-D1	Entrenador para energía solar fotovoltaica y conexión a la red	USD 14.510,80
1	DL WIND-A	Simulador para energía del viento	USD 16.683,48
1	DL WIND-A1G	ENTRENADOR MODULAR DE Energía EOLICA CON CONEXION A LA RED	USD 21.726,92
1	DL WIND-A15	ENTRENADOR MODULAR DE Energía EOLICA CON MOTOR PASO A PASO PARA SU UTILIZO EN SALA	USD 21.920,31
1	DL WIND-B_M127	Simulador para energía del viento con tunnel	USD 22.382,65
1	DL WPP_F60	Plantas Eolica (60 Hz)	USD 64.050,57
1	DL SOLAR-WIND KIT	JUEGO DE COMPONENTES DE INSTALACIÓN PARA ENERGÍA SOLAR Y EOLICA	USD 16.432,63
1	DL SUN-WIND-S	ENTRENADOR DE ENERGIA SOLAR Y EOLICA CON MOTOR PASO A PASO	USD 30.725,89
1	DL SUN-WIND-G	Entrenador de energía solar y eólica para la conexión a red	USD 33.037,60

1	DL HYDROGEN-A	Entrenador para experiencias con celdas de combustible de hidrógeno	USD 16.861,77
1	DL HYDROGEN-B	Entrenador de celdas de combustible de hidrogeno	USD 34.763,05
1	DL HYGEN	Generador de hidrógeno	USD 24.238,06
1	DL GREENKIT	Entrenador de energía solar, eólica y celdas de combustible	USD 6.907,90
1	DL AM21	Vehículos eléctricos ligeros	USD 12.498,26
1	DL BIO-30	Planta de biodiesel	USD 177.280,31

GARANTIA

NUEVOS RECURSOS LTDA, entregará los módulos y equipos en el lugar que la Universidad establezca, para su posterior ensamble y capacitación. Con la firma del acta de entrega a satisfacción, comenzará a contar el tiempo de garantía por defectos de Fabricación de los módulos, de dos (2) años,

CONDICIONES COMERCIALES

Precios:	En USD más IVA del 16%, A la TRM del día de la Orden de compra
Validez de la oferta:	30 DIAS
Lugar de entrega:	Sus Instalaciones
Tiempo de entrega:	DE 150 días, contados después de la orden de compra
Forma de pago:	A Convenir
Incluye:	Instalación, Puesta en Marcha y Capacitación.
Garantía:	2 Años por defectos de fabricación Se garantiza que después del tiempo de garantía podemos Soportar Técnicamente cualquier clase de mantenimiento

SOMOS REPRESENTANTES EXCLUSIVOS PARA COLOMBIA DE LA FIRMA DELORENZO

Cordialmente,

**Sr. Leonardo Castaño
Nuevos Recursos Ltda.
Medellín-Antioquia.
Colombia.**

HC-028 PASCUAL BRAVO

Señor(es)

José Alfonso Aguirre

Fecha

07/10/2015

Programa de ingeniería

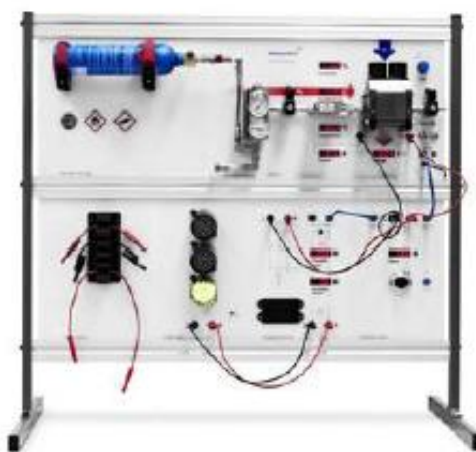
Institución Universitaria Pascual Bravo

Ciudad

Medellín

Les agradecemos su interés en nuestro Programa de Formación y Entrenamiento. Adjunto encontrarán las condiciones técnicas y comerciales de nuestras representadas Heliocentris.

FUEL CELL TRAINING SYSTEM



**Nota: La universidad debe disponer de tanque de hidrogeno para el funcionamiento del banco de lo contrario debe contar con el accesorio 652 para generar hidrogeno.*

ITEM	REFERENCIA	DESCRIPCION	CANT	VALOR UNITARIO (PESOS)	VALOR TOTAL (PESOS)
1	693	Fuel Cell Training System	1	\$82.298.800	\$82.298.800
2	631	15 bar H2 connection kit for supply from 200 bar cylinders (Accesorio Obligatorio)	1	\$5.217.900	\$5.217.900

SUBTOTAL: \$87.516.700

ACCESORIO FUEL CELL TRAINING SYSTEM

Hydrogen Generator HG30

The PEM electrolyzer enables the convenient generation of hydrogen as needed. It is used instead of a compressed gas cylinder for filling the metal hydride canisters. The system has an integrated safety shut-off with leak detection.



ITEM	REFERENCIA	DESCRIPCION	CANT	VALOR UNITARIO (PESOS)	VALOR TOTAL (PESOS)
3	652	HG30 Hydrogen Generator (Accesorio opcional, se puede reemplazar con cilindro de hidrogeno)	1	\$84.364.400	\$84.364.400

SUBTOTAL: \$84.364.400

SUBTOTAL	\$171.881.100
IVA	\$27.500.976
TOTAL	\$199.382.076

NOTA: Los precios cotizados en esta oferta pueden variar en el caso que las cantidades solicitadas aumenten o disminuyan.

CAPACITACIÓN

Con el fin de que el cliente tenga garantizada la operatividad de los equipos vendidos por nosotros y la capacitación para su grupo docente ofrecemos:

Capacitación local en el Manejo de los Equipos: Electroequipos Colombia S.A.S. cuenta con personal técnico especializado en fábrica. En la etapa de capacitación local deberán asistir funcionarios de la institución que estén relacionados con el área técnica de los equipos a suministrar y sean los responsables directos de la puesta en marcha del laboratorio. La dirección de capacitación se acordará bilateralmente.

SOPORTE TÉCNICO

ELECTROEQUIPOS COLOMBIA S.A.S. Cuenta con el personal técnico idóneo para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos suministrados por nuestra compañía

GARANTÍA

HELIOCENTRIS está presente en Alemania y a nivel mundial; muy cerca de Usted; para garantizarle un asesoramiento especializado antes de efectuar su compra y también un servicio post-venta eficiente para que implemente nuestros sistemas de enseñanza. La garantía será de un (1) año contra defectos de fabricación. Siempre y cuando no exista negligencia en el manejo y/o el desgaste natural de los componentes.

CALIDAD

DIN EN ISO 9001

CONDICIONES COMERCIALES

Precio: DDP en Pesos Colombianos.
Validez: 60 días después de la oferta.
Aviso: La literatura será suministrada en el idioma indicado en la oferta.

Condiciones de Pago: 50% anticipado. el 50% restante a la entrega de los equipos en las instalaciones de la Universidad.

Plazo de entrega: Máximo 26 semanas tras confirmación de pedido. Aclaradas todas las condiciones comerciales y confirmado el anticipo.

Atención: Todos los equipos listados en esta oferta están regulados por las normas de exportación alemanas. Los precios de la presente oferta pueden variar en el caso de que se presenten modificaciones a las cantidades ofrecidas.

Importante: Por favor en caso de correspondencia mencionen nuestro número de cotización HC-028

Esperamos que nuestra oferta responda a sus necesidades y les aseguramos una atención especial a su pedido.

En espera de sus gratas noticias les saludamos atentamente.

Maria Mercedes Burgos
Comercial Senior
director.ciencias@electroequipos.com
CEL: 311 482 3481
PBX: 57 4858181 ext. 133
Elabora: Jorge Castaño

ENTRENADOR DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA



DL SOLAR-A lado a



DL SOLAR-A lado b

Sistema didáctico para el estudio teórico-practico de las instalaciones de energía solar fotovoltaica.

Esta montada en una estructura móvil que permite ser desplazada a conveniencia para las sesiones practicas, para así permitir al panel fotovoltaico recibir radiación solar.

El panel fotovoltaico, lo que puede ser inclinado a través de un rango de 0° a 90°, y la células calibrada utilizada para medir la radiación solar, están por un lado, y todos los componentes de una instalación fotovoltaica básica usados para proporcionar 12 V de corriente directa y 230 V de corriente alterna se encuentran en el otro lado.

INCLUYE:

- 1 manual descriptivo y practico.

DIMENSIONES DE LA BASE: 400 x 610 mm.

DIMENSIONES CON EL PANEL A 45°: 900 mm.

SESIONES PRACTICAS QUE SE PUEDEN REALIZAR:

- Identificación de todos los componentes del entrenador y la forma en que están relacionados con su funcionamiento.
- Medición de la radiación solar
- Medición de los parametros de voltaje y potencia del panel fotovoltaico.
- Programacion del regulador de carga.
- Análisis de la instalación del entrenador.
- Alimentación de corriente directa.
- Alimentación de corriente alterna.

LISTA DE COMPONENTES:

- Panel fotovoltaico de 50 W, 12 V.
- Celda para medición de irradiación solar.
- Regulador de carga electrónico programable, con una pantalla LCD grande.
- Inversor semi sinusoidal 150 Wp para obtener 230 V de corriente alterna.
- Batería de 17 A/h.
- Lámparas utilizadas con cargas de 12 V y 230 V, 50 W
- Instrumento utilizado para medir la radiación solar en W/m².
- Instrumento utilizado para medir la corriente de carga.
- Dos interruptores de protección termomagnéticos.

SOLAR FOTOVOLTAICA



DL SOLAR-KIT

Kit de energía solar fotovoltaica para la generación de energía eléctrica.

Compuesto por:

- Un panel fotovoltaico inclinable, 90W, 12V, completo de una celda para la medida de la irradiación solar y de sensor de temperatura.
- Un bastidor de soporte para el panel.
- Un módulo electrónico de regulación de la corriente, con pantalla LCD, salida 12 V, 30 A.
- Un inversor, con salida de red, 12 V, 30 A, 300 W.
- Un interruptor de control de la batería, 0-600 V, 32A con batería solar.
- Dos lámparas de voltaje de red, dicroica de 35W y LED de 3W, con interruptores independientes.
- Dos lámparas 12V, dicroica de 20 W y LED de 3W, con interruptores independientes.
- Cables, conectores y accesorios.
- Un bastidor de soporte para los componentes eléctricos del sistema: lámparas, interruptores, protecciones, etc.

El entrenador es completo de cables de conexión y de manual de instalación.

ENTRENADOR MODULAR DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA CONEXION A RED



DL SOLAR-D1

Diseñado con el propósito de estudiar la generación de energía eléctrica a partir de módulos fotovoltaicos y su conexión con la red de distribución eléctrica.

Compuesto por:

- Un módulo fotovoltaico inclinable, 90W, 12V, con una celda para la medición de la radiación solar y un sensor de temperatura.
- Un bastidor para los módulos.
- Un módulo de carga. Incluye dos lámparas de voltaje de red, dicróica 35W y LED 3W, con interruptores independientes.
- Un reostato de potencia, 6 A, 80 W.
- Un interruptor magneto-térmico diferencial.
- Un módulo para la medición de: radiación solar (W/m^2), temperatura del panel solar ($^{\circ}C$), corriente del panel solar, corriente de batería o de carga, voltaje del panel solar y potencia activa a voltaje de red.
- Un módulo convertidor grid de cc a ca, con salida a voltaje de red 12 V, 300 W.
- Un módulo de medida de la energía eléctrica en kW/h.
- Distribuidor de red.



Completo de manual de ejercicios y cables de conexión.

El entrenador es completo de software de adquisición y proceso de datos.

Opción:

DL SIMSUN: un módulo con lámparas para proveer adecuada iluminación al panel solar para su uso al interior de la clase.

ENTRENADOR MODULAR DE ENERGÍA EÓLICA



DL WIND-A

Sistema didáctico para la enseñanza teórica y práctica de la energía eólica. El dispositivo incluye un conjunto de módulos de control, medidas y aplicaciones, un aerogenerador, un dispositivo para medir la velocidad del viento y manuales prácticos.

MÓDULOS

- Módulo de instrumentos
- Módulo de conversión CC/CA
- Módulo de control de baterías
- Módulo de lámparas de 12 V
- Módulo de lámparas de red
- Batería 24 Ah, 12 V

El entrenador dispone de un software para la adquisición y proceso de datos.

AEROGENERADOR

- 160 W, 12 V.

SENSOR DE VIENTO

- Anemómetro y sensor de la dirección del viento montado sobre un soporte

El sistema incluye:

- Bastidor
- Un juego de cable de conexión
- Un manual descriptivo y práctico
- Manual de instrucción del aerogenerador



ENTRENADOR MODULAR DE ENERGÍA EÓLICA CON MOTOR PARA SU UTILIZO EN SALA



DL WIND-A1S

Sistema didáctico para la enseñanza teórica y práctica de la energía eólica. El dispositivo incluye un conjunto de módulos de control, medidas y aplicaciones, un motor para utilizar el sistema sin viento, un dispositivo para medir la velocidad del viento y manuales descriptivos y prácticos.

MÓDULOS

- Módulo de medida
- Módulo de conversión CC/CA
- Módulo de control batería
- Módulo con lámparas de 12 V
- Módulo con lámparas de red
- Batería de 24 Ah, 12 V
- Kit motor de paso

El entrenador dispone de un software para la adquisición y procesamiento de datos.

ALTERNATIVA: el sistema también está disponible con motor de corriente continua en lugar del motor de paso (DL WIND-A1).

AEROGENERADOR

- 160 W, 12 V.

SENSOR DE VIENTO

- Anemómetro y sensor de la dirección del viento montado sobre un soporte

El sistema incluye:

- Bastidor
- Juego de cables de conexión
- Manual descriptivo y práctico
- Manual de instrucción del aerogenerador



ENTRENADOR MODULAR DE ENERGÍA EÓLICA PARA LA CONEXIÓN A RED



DL WIND-A1G

Sistema didáctico para estudiar la generación de energía eléctrica a partir de un aerogenerador y su conexión con la red de distribución eléctrica.

El dispositivo incluye un conjunto de módulos de control, medidas y aplicaciones, un motor para utilizar el sistema sin viento, un dispositivo para medir la velocidad del viento y manuales descriptivos y prácticos.

MÓDULOS

- Módulo de medida
- Módulo de conversión CC/CA
- Resistencia de frenado, 250 W, 3 Ohm
- Módulo lámparas de red
- Módulo para medir la energía
- Interruptor magneto térmico diferencial
- Distribuidor de red
- Kit motor para el control del aerogenerador compuesto por un motor de paso y una fuente de alimentación.

Dispone de un software para la adquisición y procesamiento de datos.

AEROGENERADOR

- 400 W, 12 V.

SENSOR DE VIENTO

- Anemómetro y sensor de la dirección del viento montado sobre un soporte

El sistema incluye:

- Bastidor
- Juego de cables de conexión
- Manual descriptivo y práctico
- Manual de instrucción del aerogenerador



ENTRENADOR DE ENERGÍA EÓLICA CON TUNEL DE VIENTO



DL WIND-B

Entrenador para el estudio teórico y práctico de la generación de electricidad por medio de la energía eólica. Con este entrenador es posible cambiar el flujo del aire que llega a la turbina de viento para experimentar su funcionamiento con carga y sin carga.

Está compuesto por:

- Un túnel de viento en el que hemos instalado:
 - Un ventilador industrial monofásico con regulador electrónico de velocidad.
 - Un aerogenerador de 12 V, 40 W, con un mecanismo de cambio de orientación con respecto a la fuente del viento.
- Un anemómetro;
- Un voltímetro;
- Un amperímetro;
- Una fuente de alimentación, 0-230 V, 4 A, con instrumentos de medida de velocidad del viento, tensión y corriente, un potenciómetro para controlar el ventilador que simula el viento y una lámpara que representa una carga resistiva. Salidas analógicas desde cada instrumento: 0-10 V.
- Una carga resistiva variable.

Las palas de la turbina de viento se pueden desmontar para probar la eficiencia con un número variable de palas o para permitir de reemplazarlas con palas diseñadas por el estudiante y hechas con una impresora 3D.

Dimensiones: 1780 x 610 x 1360 mm.

Completo con software de adquisición de datos y manual de funcionamiento y de experimentos.

Opciones:

- DL VAWT: turbina de eje vertical de tipo Savonius.
- DL GMLL: turbina Giromill.

PLANTAS EÓLICAS



DL WPP

Este entrenador permite a los alumnos estudiar las funciones y las operaciones de una turbina eólica moderna simulando los efectos de la fuerza del viento en el sistema.

Este sistema opera a través de una máquina brushless y el software de simulación y la fuente de alimentación doble del motor de inducción permiten un estudio práctico y eficaz.

El entrenador tiene una estructura modular que proporciona a profesores y estudiantes con una gran flexibilidad en el estudio de los temas relacionados y durante la ejecución de los experimentos.

El entrenador está completo con un software multimedia interactivo para permitir la ejecución del set-up de los experimentos, así como la visualización y gestión de los datos recogidos a través de PC.

La unidad de control de este entrenador permite controlar y gestionar una velocidad variable de la doble alimentación del generador asíncrono. Gracias a esta unidad de control es posible simular y estudiar los principios de funcionamiento de este tema.

Esta unidad de control permite una análisis teórica de los temas siguientes:

- La operación del generador asíncrono de doble alimentación;
- El interruptor de alimentación integrado para activar el generador en línea;
- Potencia reactiva y activa, control de frecuencia y voltaje;
- Sincronización de red.

Este entrenador se completa con su software que puede controlar y establecer las diversas operaciones del sistema, con este software se puede ajustar la velocidad del viento y examinar los efectos sobre las funciones operativas de una instalación eólica real. Otra característica importante de este software es la capacidad de controlar, configurar y visualizar los datos.

En concreto, con este software se pueden realizar las siguientes actividades:

- Medición, cálculo y representación gráfica de muchos parámetros de funcionamiento mecánico y eléctrico.
- Selección de los valores de set-point de potencia reactiva y activa.
- Definición y simulación de energía eólica y perfiles.
- Set-up de experimentos interactivos.
- Los valores y los gráficos pueden ser memorizados.
- Las instrucciones de los experimentos se pueden ver directamente desde el software.
- Posibilidad de imprimir documentos para facilitar la impresión en papel de las instrucciones de los experimentos con soluciones.

Con este entrenador se pueden realizar los siguientes experimentos:

- Estudio del funcionamiento de una turbina eólica moderna.
- Relación entre un sistema de control de paso y el viento.
- Análisis de los parámetros mecánicos de un generador de inducción.
- Análisis de los parámetros eléctricos de un generador de inducción.
- Método de arranque de una planta eólica.
- DFIG – generador de inducción de doble alimentación.

Con los módulos opcionales se pueden realizar también:

- Experimentos sobre el Fault Ride Through

ENTRENADOR PARA EXPERIENCIAS CON CELDAS DE COMBUSTIBLE DE HIDROGENO



DL HYDROGEN-A

El entrenador incluye: juego de 10 celdas de combustible PEM, electrolizador, fuente de alimentación, programa de software para monitorear las celdas, tanque de almacenamiento de hidrógeno, carga eléctrica (lámpara), ventilador, módulo solar y dos módulos con lámparas para el módulo solar.

Los siguientes accesorios también vienen incluidos: botella de agua destilada, gafas protectoras, tubo de silicón, libro de texto.

Especificaciones

- Electrolizador: 15 W
- Pila de combustible
- Potencia por celda: 200 mW
- Potencia (10 celdas): 2 W
- Módulo solar: 4 V / 3,3 A
- Gas almacenado: 80 cm³
- Lámpara: 4.4 W
- Fuente de alimentación: 6 Vcc / 3 A
- Software de monitoreo
- Dimensiones: 1000 x 620 x 200 mm.

Lista de experimentos

- Estudio de una pila de celdas de combustible de hasta diez celdas
- Producir y almacenar hidrógeno
- Determinar curvas características del panel solar
- Mediciones automáticas controladas por el voltaje
- Determinar la curva característica del electrolizador
- Aprender sobre la ley de Faraday
- Determinar las curvas características de la celda de combustible
- Determinar la eficiencia de la celda de combustible
- Determinar el voltaje de descomposición del agua
- Mediciones de largo plazo en su propio PC
- Fijar las salidas en diferentes puntos de operación de la pila de celdas de combustible
- Monitoreo del voltaje de una sola celda, en su propio PC
- Mediciones automáticas controladas por la potencia

SISTEMA PARA EL ESTUDIO DE LAS CELDAS DE COMBUSTIBLE



DL HYDROGEN-B

Este entrenador ha sido diseñado para el estudio de las celdas de combustible. Enseña los principios de ingeniería y permite la ejecución de experimentos para propósitos educativos.

Es seguro y fácil de operar.

Además, es flexible, modular y apropiado para el entendimiento de los principios básicos así como otros conceptos tecnológicos complejos.

El entrenador incluye los siguientes módulos:

- Celda de combustible 100 W PEM. Rendimiento: 14 V a 7.2 A. Consumo de H_2 : 1.4 l/min. Incluye el controlador electrónico.
- Recipiente de aluminio para hidrógeno, 225 Ni
- Convertidor CC/CC, salida 12 V, 8 A
- Carga, con una lámpara halógena, 12 V, 50 W, y una lámpara de LED, 12 V, 3 x 1 W
- Reóstato variable de tipo logarítmico, 1.5 Ohm ÷ 17 Ohm, 100 W, $I_{max} = 8$ A
- Batería
- Módulo con instrumentos, compuesto por 4 instrumentos multifunción y 4 display LCD

Completo con software de adquisición de datos.

Opción:

- DL HYGEN: Generador de hidrógeno, para el llenado del recipiente de almacenamiento con hidruro

PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCION DE BODIESEL



DL BIO-30

El biodiésel puede ser utilizado en motores diesel de automóvil (camiones, tractores, camionetas, automóviles, etc) o motores estacionarios (generadores de electricidad, calor, etc), en su forma natural o mezclado con diesel de petróleo, en distintas proporciones.

El biodiésel no requiere ninguna modificación en los motores estándar. Nuestra planta de Biodiesel permite la producción de combustible que se puede utilizar en las aplicaciones diesel anteriores.

El biodiesel se produce por la reacción química de un aceite vegetal o grasa animal con metanol o etanol (alcohol de caña de azúcar sin agua) en presencia de un catalizador. Este proceso se conoce como transesterificación, y el catalizador puede ser alcalino, ácido o enzimático. Este proceso también produce glicerina, utilizada para la producción de jabones y otros productos.

La planta de proceso de Transesterificación para la producción de Biodiesel ha sido desarrollada por profesionales con experiencia, utilizando componentes de equipos convencionales disponibles en el mercado común y automatizado con las características técnicas utilizadas en los procesos industriales, lo que permite aplicaciones e investigaciones didácticas.

Con esta planta es posible controlar las temperaturas de calentamiento del aceite vegetal, de la reacción y del lavado. También es posible recircular la mezcla durante el tiempo de reacción.

De acuerdo con los requisitos de los usuarios finales, nuestro Departamento Técnico es capaz de diseñar plantas de Biodiésel con características técnicas específicas. Por ejemplo, la capacidad de la planta puede ser diferente de un caso a otro. La planta puede o no puede incluir el sistema de recuperación de alcohol o la tecnología de ultrasonido para mejorar la eficiencia de la fase de mezcla.

Por lo tanto, la planta que se describe a continuación debe ser considerada como una planta piloto en muestra con características específicas que pueden ser discutidas adicionalmente con el usuario final.

En este caso particular, la planta tiene una capacidad de 30 litros / lote, incluye el sistema de recuperación de alcohol y no incluye el dispositivo de ultrasonido.

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA PLANTA DE BIODIESEL DL BIO-30

Capacidad de la planta: 30 litros/lote

Componentes principales:

- Sistema de tratamiento de aceites vegetales:
 - Tanque para la recepción de la materia prima.
Capacidad: 30 litros, completo de tamiz para filtrar cuerpos sólidos en el lado superior. En acero inoxidable.
 - Sistema de calefacción eléctrico
 - Termómetro
 - Filtro 10 µm
- Sistema de reacción de Transesterificación:
 - Tanque cónico en acero inoxidable AISI 316L. Capacidad: 30 litros
 - Sistema de agitación
 - Sistema de calefacción eléctrico
 - Sistema de recuperación de alcohol
 - Bomba
- Panel digital de control
- Dispensador de catalizador
- Tanque en acero inoxidable AISI 304L para mezclar la metil.
Capacidad de mezcla: 4 litros
- Depósito de decantación en acero inoxidable.
Capacidad: 30 litros con la recuperación del alcohol y condensador con una superficie de 0,5 m²
- Sistema de lavado con filtrado:
 - Tanque de lavado. Capacidad: 30 litros
 - Sistema de agitación
 - Sistema de calefacción eléctrico
 - Filtros 10 µm y 1 µm
- Kit de instalación en acero inoxidable para la interconexión de los equipos
- Accesorios
 - Balanza digital
 - Termómetro
 - Medidor de pH
 - Matraz de fondo plano 500 ml
 - Jarra 1000 ml
 - Bureta con apoyo
 - Embudo
 - Pipeta graduada
 - Pipeta volumétrica
 - Probeta
 - Tubos de muestreo con apoyo
 - Pico de Bunsen
 - Trípode
 - Lámina de asbesto
- Estructura metálica en acero al carbono y pintura epoxi de alta resistencia.

Dimensiones: 2 x 0.9 x 1.8 metros

VEHICULOS ELECTRICOS LIGEROS



DL AM21

Sistema educativo de mesa para la simulación y el estudio teórico y práctico de los circuitos y componentes principales que se utilizan en los vehículos eléctricos ligeros.

El simulador es dividido en tres secciones; referentes, respectivamente, a bicicletas eléctricas, motonetas y autos y que permite el aprendizaje de su operación a través de señalización luminosa. Por medio de un selector es posible elegir el vehículo que se desea analizar.

Al conectar el panel a una computadora es posible visualizar en pantalla la información disponible durante la operación del sistema.

El modo de operación y la inserción de fallas son a través de computadora. El simulador incluye un software que permite estudiar la teoría y el desarrollo de ejercicios.

Para los tres vehículos, el simulador analiza la operación de conducción normal y aquellas que dependen de la inclinación del camino. Además, tanto los sistemas de recarga de batería domésticos y públicos también se estudian.

La inserción de fallas es a través de computadora y es referente al mal funcionamiento de los componentes de cada vehículo. El sistema incluye un manual técnico para teoría y ejercicios.

Bicicleta eléctrica:

- Descripción del sistema E-bike (bicicleta eléctrica)
- Descripción del sistema Pedelec (bicicleta eléctrica con sistema de asistencia de pedal)
- El controlador
- El sistema de frenado con supresor de alimentación del motor
- Función de aceleración para E-bike (Girar y avanzar)
- Función de aceleración para el sistema Pedelec
- PAS (Sistema de Asistencia de Pedal)
- Sistema PAS/TAG
- El sensor de par
- Las baterías (tipos y rendimiento)
- Los motores (tipos y rendimiento)
- Frenado y desaceleración regenerativa
- Dispositivos de seguridad
- Recarga de batería

Scooter eléctrico:

- Descripción del scooter eléctrico
- Funciones y controles
- El motor
- El controlador
- El convertidor CC/CC
- El módulo de interfaz (ICM)
- El sistema de frenado
- Frenado y desaceleración regenerativa
- Las baterías (tipos y rendimiento)
- Dispositivos de seguridad
- Recarga de batería

Auto eléctrico:

- Descripción del auto eléctrico
- Principales funciones y controles
- El motor CC
- El controlador del motor de CC
- El motor sin escobillas
- El controlador del motor sin escobillas
- El motor asíncrono
- El inversor
- El convertidor CC/CC
- El módulo de interfaz (EVMS)
- Las baterías (tipos y rendimiento)
- El control de baterías (BMS)
- El sistema de frenado

ANEXO C. Cotización de equipos de medición FLUKE.



Miércoles 21 de Octubre de 2015

COTIZACION No 9137619

EMPRESA	NOMBRE DEL CONTACTO	DIRECCION	TEL	FAX	EMAIL
INST. UNIVER. PASCUAL BRAVO	LUISA MARIA DÁVILA VARGAS	CALLE 73 73A-226	4480520	4480520	
NIT O CC					
8909801531					

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	NOTAS	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	FLK-T3000P C	MODULO WIRELESS DE TEMPERATURA TIPO K PC		1,00	679.800,00	679.800,00
2	PLK-VT04-H VAC-KIT	KIT COMBINADO PARA TAREAS DE HVAC CON EL TERMOMETRO VISUAL DE IR VT04 INCLUYE: *VT04 Visual IR Thermometer *Pinza amperimétrica de verdadero valor eficaz para sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado 902 *Multímetro digital 116 diseñado específicamente para profesionales HVAC		1,00	3.059.000,00	3.059.000,00
3	PLK-VT04 ELEC-KIT/L	KIT COMBINADO PARA TAREAS ELECTRICAS CON EL TERMOMETRO VISUAL IR VT04. INCLUYE: *VT04 Visual IR Thermometer *Pinza amperimétrica CA/CC de verdadero valor eficaz 376 *Multímetro 117 para electricistas		1,00	4.928.400,00	4.928.400,00

VENDEDOR: Leidy Gutierrez Email: lgutierrez@compel.com.co Celular:
 VALIDEZ DE LA OFERTA: 8 días FORMA DE PAGO: Contado Previo Anticipo
 Notas:
 Items 1,2,3 entrega 30 días. Los demas items inmediata. Sujeto a rotacion de inventario
 Garantia de 1 Año.

Neto Total	10.365.850,00
Valor del Iva 16%	1.658.536,00
Valor del flete	0,00
Valor Total	12.024.386,00

Page 1/2

EMPRESA	NOMBRE DEL CONTACTO	DIRECCION	TEL	FAX	EMAIL
INST. UNIVER. PASCUAL BRAVO	LUISA MARIA DÁVILA VARGAS	CALLE 73 73A-226	4480520	4480520	
NIT O CC					
8909801531					

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	NOTAS	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
4	P117	MULTÍMETRO DIGITAL FLUKE 117. VOLTAJE 600VAC/DC, CORRIENTE 10AAC/DC CAPACITANCIA, FRECUENCIA, RESISTENCIA. MEDIDAS DE VERDADERO VALOR EPICAZ(TRUE RMS)RESOLUCIÓN 6000 CUENTAS.LUZ DE DISPLAY.BAJA IMPEDANCIA DE ENTRADA PARA EVITAR LA TENSION FANTASMA.DETECTOR DE VOLTAJE 90-600VA		1,00	679.000,00	679.000,00
5	P325	PINZA AMPERIMÉTRICA DE VERDADERO VALOR EPICAZ FLUKE 325. CORRIENTE AC/DC 400A,TENSIÓN AC/DC 600V RESISTENCIA, CONTINUIDAD,CAPACITANCIA, FRECUENCIA,TEMPERATURA DE CONTACTO, RETROILUMINACIÓN, REGISTRO DE DATOS MÍNIMOS/MÁXIMOS. CATEGORÍA DE SEGURIDAD: CAT III 600 V / CAT IV 300 V ACCESORIOS INCLUIDOS: CABLES DE PRUEBA (ROJO Y NEGRO), ESTUCHE FLEXIBLE Y MANUAL DE USO		1,00	1.019.650,00	1.019.650,00

VENDEDOR: Leidy Gutierrez Email: lgutierrez@compel.com.co Celular:
VALIDEZ DE LA OFERTA: 8 días FORMA DE PAGO: Contado Previo Anticipo
Notas:
Items 1,2,3 entrega 30 días. Los demas items inmediata. Sujeto a rotacion de inventario
Garantia de 1 Año.

Neto Total	10.365.850,00
Valor del Iva 16%	1.658.536,00
Valor del flete	0,00
Valor Total	12.024.386,00

ANEXO D. Cotización planta solar de 5 kW. ENERGÍAS ALTERNAS.



ENERGIAS ALTERNAS S.A. DE C.V.
Carretera a Tijuana, Km. 4.7, Col. Zaragoza
Mexicali, B.C., México, C. P. 21324
(888) 668-8948 www.energiasalternas.com

Cotización:
3481

Fecha:
10-nov-15

Cliente: Luisa Maria Davila Vargas
Atención: Ing Maria Davila **5 kwps instalados**
Domicilio: Medellin Colombia
email: luisamarda15@pascualbravo.edu.co
Tel/radio:

Cant.	Unidad	No. Parte	Descripción del Producto	P. U.	Total
5.00	Kw	cnxnewen Int5.0kwatts 20250phrsk	Sistema Interconexion a RED con CFE Paquete de 5000 watts instalados Salida bifásica a 220 o 240 vca, con una generación diaria de 28 kwh/día promedio, este sistema incluye lo siguiente, 20 paneles solares de 250 watts cada uno, 20 Micro Inversores en fase 215-250 watts cada uno, Herraje para sostener los módulos a un techo de madera o concreto, conectores, todos los accesorios que se necesiten para una correcta fijación, el cableado eléctrico y breaker de protección a los equipos.	\$ 2,390.00	\$ 11,950.00
1.00	pza		Sistema de Monitoreo via Internet incluido en instalación Tramites ante CFE, pruebas de operación, incluye monitoreo via Internet, area de instalación sera de 40 mts cuadrados	\$ -	\$ -
0.00			Generación diaria promedio = 28 kwh/día Generación promedio mensual = 28 x 30 = 840 kwh/mes	\$ -	\$ -
		Notas: 1	El precio se considera en una instalación de techos sin obstrucciones y a una distancia de máximo 3 metros del centro de carga En caso de no ser así puede haber un cargo adicional		
		**	Puede instalar hasta 10 Kw, en casa habitación		
Notas o Comentarios:				Sub Total	\$ 11,950.00
Equipo 100% nuevo y garantizado. \$ 221,792.00					
Los precios aquí anotados son en Dólares Americanos					
Son ; Trece mil ochocientos sesenta y dos dolares 00/100 ma				I. V. A.	\$ 1,912.00
				Total:	\$ 13,862.00

Condiciones Comerciales: Cotización válida 15 días, después de su realización

Tiempo de Entrega: Inmediato

Forma de pago: 40 % de anticipo resto sobre aviso de embarque

L. A. B. Mexicali BC

Moneda: **Dólares USA**

Cotizado por: 2 Victor Pavon



Energías Alternas Ltda NIT. 900.339.546-0
 Módulos Solares YINGLI , UP, KYOCERA, SUNTECH
 Inversores y Controladores VICTROM, OUTBACK , GELA
 Baterías TROJAN, VISION, MAGNA, ROLLS, MTEK,CSB, OT
 Neveras y Congeladores SUNDANZER, Y STECA
 Calentamiento de agua de HYBRYTEC

Ciente:	Luisa M Davila	NIC#				
Consumo Mensual kWh/mes						
1.700	1.500	1.300	2.000	2.100	1.650	
Consumo mensual promedio		1.708,33				
Consumo Anual Promedio en		20.500				
Produccion Especifica kWh/kWp/año			1.328			
Procentaje Generacion			30%			
Generacion Annual al 30%			6.150			
kWp a Instalar			5,00			
Potencia de los paneles			250			
Resumen						
Propuesta	kWp Instalados	Generacion Annual	% Real Instalado	Area m2	# Modulos de 255Wp	
1	5,00	6.640,00	32,39%	43	20	
Presupuesto aproximado de este equipo						
Modulo solar Yingli 250 Vatios, 60 Celdas				20	\$ 794.181	\$ 15.883.621
INVERSOR INVERSOR GT 5000W FRONIUS IG PLUS 5.0-1				1	\$9.757.000	\$ 9.757.000
Estructura de alumino				20	\$ 150.000	\$ 3.000.000
Cable Solar Lapp 6 mm				20	\$ 5.028	\$ 100.520
Instalacion				20	\$ 100.000	\$ 2.000.000
						\$ 0
Total Antes de IVA						\$ 30.741.141
IVA						\$ 4.918.583
Valor total del proyecto						\$ 35.659.723

ANEXO E. Cotización de los muebles e insumos. METALES Y MADERAS.

CANT.		DESCRIPCION	V. UNITARIO	VR. TOTAL
1		Armario metalico Ref. AM01 de 1.80 de largo x 90cm de frente x 45cm de fondo con puerta batiente metalicas, con 4 entrepaños para 5 espacio fabricado en lamina CR calibre 20 con refuerzo graduables en pintura electrostatica en polvo al horno en color gris nopal, negro o gris claro.	\$ 750.000	\$ 750.000
1		Butaco fijo Ref. BL17, estructura metalica en pintura electrostatica en polvo al horno en color negro asiento en polipropileno	720.000	720.000
1		Tablero en acrilico de 1.20 de altura x 2.40 de largo marco en aluminio, soporte para borrador y marcado lamina cerada.	481.000	481.000
1		Mesa de trabajo de 90cm de largo x 60cm de ancho Ref. ML 12 estructura de 2 cuadrato flotante, en pintura electrostatica en polvo al horno en color gris nopal, negro o gris claro, superficie en tables de 30mm enchapado en formica especial color a su eleccion, con	260.000	260.000
1		Mesa de trabajo de 1,20cm de largo x 60cm de ancho Ref. ML 16 estructura de 2 cuadrato flotante, en pintura electrostatica en polvo al horno en color gris nopal, negro o gris claro, superficie en tables de 30mm enchapado en formica especial color a su eleccion, con borde en canto rigido.	320.000	320.000
			SUBTOTAL	\$ 2.531.000
			IVA 16%	404.960
			TOTAL	\$ 2.935.960

OBSERVACION: GARANTIA DE 1 AÑO POR DEFECTO DE FABRICA		
PLAZO DE ENTREGA: 12 DÍAS	VALIDEZ OFERTA: 30 DÍAS	FORMA DE PAGO: 60% Anticipo y 40% a la Entrega

LUZ MARINA GONZÁLEZ SUBGERENTE	CLIENTE
-----------------------------------	---------



COTIZACION

COMPUTADORES, PARTES Y SUMINISTROS.

DIA	MES	AÑO
10	11	15

C.C. Monterrey Local 325 Tels.: 268 49 53 - 311 57 86 Fax: 268 61 47

Señor(a): Ricardo Vargas

Dirección: Tel.:

CARACTERÍSTICAS

BOARD	Para Intel
PROCESADOR	Intel core i5 5200U 2.7 GHz
TARJETA DE VIDEO	Intel HD 5500
TARJETA DE SONIDO	Intel HD
TARJETA DE RED	10/100/1000
FAX MODEM	—
PUERTO USB	3.0-2.0
DISCO DURO	Sata 1TB 5400RPM
MEMORIA RAM	DDR3 8GB 1600MHz
LECTOR	SD
QUEMADOR / UNIDAD QUEMADOR	DVD/CD
CHASIS	DELL S458
MONITOR SVGA	led HD 14"
TECLADO ESPAÑOL	si
MOUSE	si
PARLANTES	Integrados
PAD. FORROS	si
MICRÓFONO	Integrado
OTROS:	SUBTOTAL
IMPRESORA	—
TARJETA RADIO Y T.V.	—
CÁMARA	Integrada
MESA	—

I.V.A.

TOTAL \$ 1430.000

GRATIS REGULADOR DE VOLTAJE DE 1000 W

GARANTÍA UN AÑO, MONITOR 3 AÑOS

ISLENY GIRALDO CIRO Representante de Ventas