

MUNICIPIO DE ENVIGADO

**LEDS Lab Proyecto
Urban-LEDS II**

RELATORÍA DE INSUMOS TÉCNICOS Y
MODELOS DE FINANCIAMIENTO PARA
LA PREPARACIÓN DE PROYECTOS
DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y
GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Foto: Shutterstock.com



·I·C·L·E·I
Gobiernos
Locales por la
Sustentabilidad

RELATORIA DE INSUMOS TÉCNICOS Y MODELOS DE FINANCIAMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y GENERACIÓN DISTRIBUÍDA EN EL MUNICIPIO DE ENVIGADO

LEDS Lab, una iniciativa del proyecto Urban-LEDSII



EXPEDIENTE

Rodrigo Perpétuo
Secretario Ejecutivo
de ICLEI América del Sur

Mónica Santa
Directora Ejecutiva de ICLEI Colombia

Sophia Picarelli
Gerente de Biodiversidad y Cambio
Climático

Camila Chabar
Coordinadora de Cambio Climático

Carolina Mesa
Asesora de Proyectos

Lucas Turmena
Asesor de Cambio Climático

Flávia Bellaguarda
Asesora de Cambio Climático

María Camila Carvajal
Asistente de Cambio Climático

EQUIPO TÉCNICO DE CONSULTORES

Alexandre Schinazi (Mitsidi)

Isabela Issa (Mitsidi)

Laisa Brianti (Mitsidi)

Pedro Paulo Fernandes (Mitsidi)

Isabela Campos (Mitsidi)

Leonardo Furquim Werneck (I Care)

Víctor Pires Gonçalves (I Care)

Hélène Hofmann (I Care)

Déborah Luisa Silva (I Care)

Thomas Vielajus (I Care)

José Plata (Markup)

Rodrigo Castellanos (Markup)

Juan José Lamk (Markup)

Paula Osorio (Markup)

Florentino Marquez (Hill)

Ruben Millán (Hill)

Juan Felipe Franco (Hill)

CONTENIDO

EXECUTIVE SUMMARY 6

RESUMEN EJECUTIVO..... 9

INTRODUCCIÓN 13

MARCO REGULATORIO EN COLOMBIA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA 15

INSUMOS TÉCNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO PILOTO 17

3.1 Diagnóstico Energético de la Secretaría de Medio Ambiente 17

3.1.1 Instalaciones 19

3.1.2 Consumo energético y equipamientos eléctricos..... 20

3.2 Medidas de Eficiencia Energética 22

3.2.1 Condiciones de iluminación..... 22

3.2.2 Condiciones de confort térmico 24

3.2.3 Cambio de equipos 28

3.2.4 Patrones de comportamiento 29

3.3 Proyecto Solar Fotovoltaico² 30

3.3.1 Servicios requeridos por un Sistema Fotovoltaico 31

3.3.2 Caracterización General del Espacio..... 31

3.3.3 Dimensionamiento del Proyecto Fotovoltaico..... 34

3.3.4 Reducción de emisiones de CO₂ 38

3.3.5 Equipos requeridos 38

3.3.6 Costos estimados del proyecto FV 45

3.4 Análisis de riesgos..... 46

3.5 Seguimiento y Monitoreo..... 48

MODELOS DE FINANCIAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE FUENTES RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COLOMBIA 50

4.1 Metodología general para la selección de modelos de financiación 50

4.2 Recopilación de información y datos..... 55

4.2.1 Entrevistas con potenciales financiadores..... 55

4.2.2 Datos recolectados por el municipio 55

4.2.3 CANVAS y Modelo de Negocio..... 55

4.4 Mapeo de las diferentes fuentes de recursos 56

4.5 Proceso de selección de la Fuentes de Financiamiento más conveniente para el municipio..... 67

RESÚMENES DE REUNIONES TÉCNICA Y FINANCIERA 70

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES..... 73

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 76

REFERENCIAS 77

INDICE DE FIGURA

Figura 1. Fronious Symo 15 KVA 208 V..... 42

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Etapas dentro del proceso de diagnóstico energético.....	17	Ilustración 15. Arreglo esquemático serie y paralelo.....	39
Ilustración 2. Etapas de un SGE.....	18	Ilustración 16. Tipos de conexión en un sistema FV.....	40
Ilustración 3. Partes esenciales de un PGEE.....	18	Ilustración 17. Conectores MC4 macho y hembra.....	40
Ilustración 4. Representación esquemática de la Secretaría.....	19	Ilustración 18. Sistema de anclaje seleccionado. Broches para junta adyacente.....	40
Ilustración 5. Porcentaje de Eficiencia del equipo Vs. EER.....	26	Ilustración 19. Broche de borde en techo grafado.....	41
Ilustración 6. Planos estructura interna e inclinación del techo.....	32	Ilustración 20. Grapa para techo trapezoidal.....	41
Ilustración 7. Estructura típica de un techo de teja española.....	33	Ilustración 21. Sistema convencional vs anclaje directo.....	41
Ilustración 8. Modelo de gancho para montaje sobre teja española.....	33	Ilustración 22. Tipo de corrientes y conexiones dentro del sistema.....	43
Ilustración 9. Grapa metálica para techo grafado.....	33	Ilustración 23. Cable para conexión DC entre los paneles y el inversor.....	43
Ilustración 10. Alternativa 1: paneles en los dos techos de teja española.....	35	Ilustración 24. Cable para conexión AC entre el inversor y la acometida.....	43
Ilustración 11. Posible arreglo fotovoltaico en el Edificio 1.....	36	Ilustración 25. Principales etapas metodológicas.....	50
Ilustración 12. Posible disposición del arreglo fotovoltaico sobre el Coliseo.....	37	Ilustración 26. Mapa de potenciales financiadores.....	56
Ilustración 13. Panel fotovoltaico modelo.....	38	Ilustración 27. Cuestionario caracterización financiera.....	68
Ilustración 14. Rendimiento en el tiempo garantizado para el panel.....	39	Ilustración 28. Diapositiva con Calculadora FV.....	70
		Ilustración 29. Resultados de interacción en Mentimeter.....	72

INDICE DE FOTOS

Foto 1. Fachada en el bloque occidental.....	19	Foto 11. Interior del Aula Ambiental.....	27
Foto 2. Vista aérea cercana.....	19	Foto 12. Ficha Técnica Nevera Porteria.....	29
Foto 3. Unidad de Aire Acondicionado en la oficina de Gestión Ambiental.....	21	Foto 13. Cocineta eléctrica.....	29
Foto 4. Oficina funcionarios de la dirección de Desarrollo Rural y Agropecuario.....	22	Foto 14. Vista aérea de IECJU.....	31
Foto 5. Oficina dirección de ecosistemas y biodiversidad.....	23	Foto 15. Foto aérea de las instalaciones con áreas de menos sombra.....	32
Foto 6. Oficina de la dirección de gestión ambiental.....	23	Foto 16. Estructura interna del techo y su inclinación.....	32
Foto 7. Sensor de movimiento para incrustar.....	24	Foto 17. SPD con indicadores visuales.....	44
Foto 8. Ubicación del AC en Gestión Ambiental 2.....	26	Foto 18. Medidor Inteligente.....	45
Foto 9. Ubicación de ventilador en Gestión Ambiental 1.....	26		
Foto 10. Interior de la Oficina del Despacho.....	27		

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Energy Efficiency measures.....	7	Tabla 11. CEE de equipos de aire acondicionado.....	25
Tabla 2. Medidas de EE.....	10	Tabla 12. Proyecciones del arreglo 1.....	36
Tabla 3. Descripción de norma colombiana aplicable a proyectos de eficiencia energética y generación fotovoltaica.....	15	Tabla 13. Proyecciones del arreglo 2.....	37
Tabla 3. Descripción de norma colombiana aplicable a proyectos de eficiencia energética y generación fotovoltaica.....	16	Tabla 14. Proyecciones del arreglo 3.....	37
Tabla 4. Consumo energético y su costo mensual.....	20	Tabla 15. FODA de las alternativas.....	38
Tabla 5. Equipos eléctricos IECJU.....	20	Tabla 16. Costos del sistema FV.....	45
Tabla 6. Luminarias de las instalaciones.....	21	Tabla 17. Otros costos asociados al sistema.....	46
Tabla 7. Equipamiento de Aire Acondicionado.....	21	Tabla 18. Riesgos asociados al proyecto.....	48
Tabla 8. Rangos de EE para equipos de Aire Acondicionado.....	24	Tabla 19: Indicadores sugeridos de S&M.....	49
Tabla 9. CEE para Aires Acondicionados Split.....	25	Tabla 20. Ejemplos de restricciones.....	51
Tabla 10. CEE para la India valida hasta 31/12/2017.....	25	Tabla 21. Ejemplos de burocracia.....	52
		Tabla 22. Condiciones acceso a recursos.....	52
		Tabla 23. Condiciones de las fuentes de recursos.....	53
		Tabla 24. Fuentes de financiación.....	67
		Tabla 25. Desafíos y oportunidades del proyecto.....	75

EXECUTIVE SUMMARY

The Urban-LEDSII initiative “Accelerating Climate Action through the Promotion of Low Emission Urban Development Strategies”, seeks to accelerate climate action in Latin American cities through the promotion of low-emission urban development strategies. This initiative, funded by the European Commission and jointly implemented by ICLEI and UN-Habitat, is being implemented in seven local governments in Colombia and eight cities in Brazil.

As part of this initiative, the LEDS Lab was launched in 2019 as a climate finance laboratory with the main objective of improving the installed capacity of municipal governments in the elaboration of bankable projects which considers clear aspects of mitigation and adaptation to climate changes.

In this context, the city of Envigado was selected to receive the direct support from a consortium of specialized consul-

tancies (Mitsidi Projetos, I Care & Consult, Hill and MarkUp Consultants) with the aim of: (i) Outline an energy efficiency pilot plan in the Secretariat for Environment and Agricultural Development (SMADA by its acronym in Spanish); (ii) technically and financially structure the installation of a photovoltaic system for energy self-generation; and (iii) define a financing model for the energy efficiency and self-generation measures.

In this sense, Chapter 3 of this document describes the process of characterizing the energy demand in the SMA-DA building, as well as the identification, quantification and sizing of a series of energy efficiency measures that will reduce the monthly electricity consumption in its facilities, which currently amounts to about 3,000 KWh derived mainly from the operation of computer equipment, air conditioners and luminaires. These measures include:

- **MODIFICATION OF BEHAVIOR PATTERNS:**
Appropriation of an energy efficiency management plan. Development of a campaign to use electrical equipment responsibly (computers, luminaires, and air conditioning), e.g. adjustment of ignition buttons of computer equipment
- **IMPROVEMENTS IN LIGHTING CONDITIONS:**
make greater use of natural light inputs, create a maintenance plan for lamps and the replacement of the old-technology ones, paint the interior walls white, install motion sensors with timers and contract a lighting study.
- **IMPROVEMENTS IN THERMAL COMFORT CONDITIONS:**
keep the air-conditioned spaces closed when the air conditioning is on as well as eliminating air infiltrations and handling the cooling temperature between 24°C and 25°C. Replace air conditioning equipment with ceiling fans in the Secretary's Main Office and Environmental Management Directorate, reduce the solar thermal load of the building and make an air conditioning operation and maintenance plan
- **EQUIPMENT REPLACEMENT**
replacement of air conditioning, fridge and electrical resistance stove to more efficient models.

Section 3.3 specifically presents the technical structuring of the photovoltaic power generation system that will be contracted with Urban-LEDS seed money through ICLEI's Colombia office. As a result of this structuration, which contemplated the analysis of different installation alternatives, a photovoltaic system of 110 m² was the selected option to be installed on the roof of the Sports Coliseum adjacent to the SMADA. It can supply between 68% and 100% of the monthly electricity consumption of the entity. This value decreases as panels undergo natural degradation, so at the end of their 25-year lifespan, it will be

producing a maximum of 88% of its original capacity. These values were calculated using a 390 Wp monocrystalline Jinko Solar reference panel, which is one of the largest on the Colombian market.

The design process allowed to create technical, financial and institutional capacities for the development of self-generation projects with renewable energy sources in the municipality, aiming at replicating and scaling this initial pilot. In addition to advancing the diversification of renewable energy sources, in line with climate change adaptation and resilience paradigms, this initiative reduces GHG emissions from the consumption of electricity supplied by the National Interconnected System. Savings of between 240 and 350 tons of CO²eq over the life of the panels (25 years) were estimated, comparable to carbon abducted by some 300 trees.

	MITIGATION MEASURE	MITIGATION POTENTIAL AND/OR MAIN BENEFIT	INVESTMENT AND PAYBACK
1	Installation of a photovoltaic energy system (PV)	16kWp system (NOTC) Emissions avoided: 9.5 tCO ₂ /year	16kWp system 54.500.000 COP 4.7 years old
2	Changing luminaires with LED lights	Avoided emissions: 0.7 tCO ₂ /year	300.000 COP 6 months
3	Painting the interior walls white	Greater visual comfort	4.000.000 COP
4	Installing presence sensors and timers	Saving 10 to 30% of the energy used for bathroom and kitchen bulbs	400.000 COP
5	Equipment replacement (fridge, air conditioners)	Energy saving and updating equipment that is unnecessarily consuming energy	Depends on the level of replacement the municipality chooses
6	Program for the efficient use of air conditioning	Better use of spaces and equipment	Depends on the level of replacement the municipality chooses
7	Adjusting the power button on computers	Energy saving during break time	
8	Campaign for the Responsible use of energy	Better energy efficiency	
9	Maintenance, cleaning and operation plan	Better energy efficiency	

Table 1. Energy Efficiency measures

Source: Consulting Team, 2020.



The Urban-LEDSII initiative “Accelerating Climate Action through the Promotion of Low Emission Urban Development Strategies”, seeks to accelerate climate action in Latin American cities through the promotion of low-emission urban development strategies.

For both energy efficiency measures and the photovoltaic system it is emphasized that for them to have the desired effect they must be accompanied by monitoring. Seeking to review the extent to which the target variables are being met, monitoring to improve energy efficiency actions, and maintenance for the photovoltaic plant, since its energy production, in addition to being associated with climatic conditions, requires that they be clean, that the shadows generated by the growth of plants around them are kept to a minimum and that the electrical connection stays in optimal condition, to avoid any failure due to wiring wear or involuntary disconnection.

Finally, Chapter 4 of this document presents a financing model that analyzes different sources of funding and evaluates different variables specifically associated with local governments. In this way, it seeks to give majors greater capacity to know where to look for financing, depending on the level of funds required to develop these projects and the intrinsic conditions of its locality.

The finance sources analyzed are local governments, commercial banks, energy services companies (ESCOS), private equity funds, development or second-floor banks, multilateral banks/organizations and sustainable leasing. For each of these, its relationship with the capital, the associated debt, the time limits they manage, the guarantees required to finance the project, the permits and procedures that must be carried out to apply for financing, the financial cost and the minimum funding size to opt for this alternative are identified.

RESUMEN EJECUTIVO

La iniciativa Urban-LEDSII, financiada por la Comisión Europea e implementada conjuntamente por ICLEI y ONU-Hábitat, busca acelerar la acción climática en ciudades de América Latina a través de la promoción de estrategias de desarrollo urbano de bajas emisiones. Actualmente, Urban-LEDSII apoya siete ciudades colombianas y ocho brasileñas. En el marco de esta iniciativa, en el 2019 se puso en marcha el programa LEDES Lab, un laboratorio de financiación climática para mejorar la capacidad de los municipios en el desarrollo de proyectos financiables de mitigación y adaptación al cambio climático.

En este contexto, la ciudad de Envigado fue seleccionada para recibir el apoyo directo de un consorcio de consultorías especializadas (Mitsidi Proyectos, I Care & Consult, Hill y MarkUp Consultores) con el objetivo de: i) Esbozar un plan

piloto de eficiencia energética en la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Agropecuario (SMADA); ii) estructurar técnicamente y financieramente la instalación de un sistema fotovoltaico de autogeneración de energía eléctrica; y iii) definir un modelo de financiamiento para medidas de eficiencia energética y autogeneración.

En este sentido, el Capítulo 3 del presente documento describe el proceso de caracterización de la demanda energética en el edificio de la SMADA, así como la identificación, cuantificación y dimensionamiento de una serie de medidas de eficiencia energética que permitan la disminución del consumo mensual de electricidad en sus instalaciones, que en la actualidad asciende a unos 3.000 KWh derivados principalmente de la operación de equipos de cómputo, aires acondicionados y luminarias. Entre dichas medidas se destacan:

- **MODIFICACIÓN DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO:** Apropiación de un plan de gestión eficiente de la energía, desarrollo de una campaña de uso de responsable de equipos eléctricos (computadores, luminarias y aire acondicionado), ajuste de botones de encendido de equipos de cómputo

- **MEJORAS EN CONDICIONES DE ILUMINACIÓN:** hacer mayor uso de las entradas de luz natural, hacer un plan de mantenimiento para lámparas y reemplazo de tubulares fluorescentes, pintar de blanco las paredes interiores, instalar sensores de movimiento con temporizadores y hacer un estudio de iluminación.

- **MEJORAS EN CONDICIONES DE CONFORT TÉRMICO:** mantener los espacios climatizados cerrados cuando el aire acondicionado esté encendido, eliminando las infiltraciones de aire y manejar la temperatura de refrigeración entre 24°C y 25°C. Reemplazar equipos de aire acondicionado por ventiladores de techo en el Despacho del Secretario y la Dirección de Gestión Ambiental, disminuir la carga térmica solar del edificio y hacer un plan de operación y mantenimiento de aire acondicionado

- **CAMBIO DE EQUIPOS** cambio de aire acondicionado, nevera y estufa de puestos.

Específicamente la Sección 3.3 presenta la estructuración técnica de un sistema de generación de energía fotovoltaica que será contratado con recursos del programa LEDS Lab a través de la oficina de ICLEI en Colombia. Como resultado de esta estructuración, que contempló el análisis de distintas alternativas de instalación, se obtuvo un dimensionamiento de un sistema fotovoltaico de 110 m² que sería instalado en el techo del Coliseo Deportivo contiguo a la SMADA y que podría suplir entre el 68% y el 100% del consumo mensual de electricidad de la entidad. Este valor disminuye a medida que los paneles sufren degradación natural, de manera que al final de su vida útil de 25 años, estará produciendo

do máximo el 88% de su capacidad original. Estos valores se calcularon a partir de un panel de referencia Jinko Solar monocristalino de 390 Wp, que es de los más grandes que se consiguen en el mercado colombiano.

El proceso de diseño permitió crear capacidades técnicas, financieras e institucionales para el desarrollo de proyectos de autogeneración con fuentes de energía renovable en el municipio, con el objetivo de replicar y escalar este piloto inicial. Además de avanzar en la diversificación de las fuentes de energía renovable, en línea con los paradigmas de adaptación y resiliencia frente al cambio climático, esta iniciativa permite disminuir las emisiones de GEI derivadas del consumo de la electricidad suministrada por el Sistema Interconectado Nacional. Se estimaron ahorros de entre 240 y 350 Toneladas de CO₂eq a lo largo de la vida útil de los paneles (25 años), comparables con el carbono secuestrado por unos 300 árboles.

Tanto para las medidas de eficiencia energética como para el sistema fotovoltaico se resalta que para que tengan el efecto deseado deben estar acompañadas de monitoreo, buscando revisar en qué medida se están cumpliendo las variables objetivo, seguimiento para mejorar las acciones de eficiencia energética, y mantenimiento para la planta fotovoltaica, ya que la máxima producción de esta, además de estar asociada a las condiciones climáticas, requiere de que estén limpios, que las sombras generadas el crecimiento de plantas a sus alrededores se mantengan al mínimo y que la conexión eléctrica continúe estando en óptimas condiciones, para evitar cualquier falla por desgaste del cableado o desconexión involuntaria.

Por último, el Capítulo 4 de este documento presenta un modelo de financiamiento que analiza distintas fuentes de financiamiento y evalúa distintas variables asociadas específicamente al caso de gobiernos locales. De esta forma, se busca dar a las alcaldías mayor capacidad en saber dónde buscar financiamiento, dependiendo del nivel de fondos requeridos para poner estos proyectos y de condiciones intrínsecas de la alcaldía.

La iniciativa Urban-LEDSII, financiada por la Comisión Europea e implementada conjuntamente por ICLEI y ONU-Hábitat, busca acelerar la acción climática en ciudades de América Latina a través de la promoción de estrategias de desarrollo urbano de bajas emisiones.

	MEDIDA DE MITIGACIÓN	POTENCIAL DE MITIGACIÓN Y/O PRINCIPAL BENEFICIO	INVERSIÓN TY PAYBACK
1	Instalación de sistema de energía solar fotovoltaica (FV)	Sistema de 16kWp (NOTC) Emisiones evitadas: 9,5 tCO ₂ /año	Sistema de 16kWp 54.500.000 COP 4,7 años
2	Cambio de luminarias por LED	Emisiones evitadas: 0,7 tCO ₂ /año	300.000 COP 6 meses
3	Pintar de blanco las paredes interiores	Mayor confort visual	4.000.000 COP
4	Instalación de sensores de presencia con temporizadores	Ahorro del 10 al 30% de uso de energía para bombillos de baños y cocina	400.000 COP
5	Cambio de equipamientos (nevera, aires acondicionados)	Ahorro energético y actualización de equipos innecesariamente consumidores	Depende del nivel de cambios que elija el municipio
6	Programa de uso eficiente de la climatización	Mejor uso de los espacios y los equipamientos	Depende del nivel de cambios que elija el municipio
7	Ajuste del botón de encendido de los computadores	Ahorro de energía en los espacios de almuerzo	
8	Campaña de uso responsable de la energía	Mejor EE	
9	Plan de mantenimiento, limpieza y operación	Mejor EE	

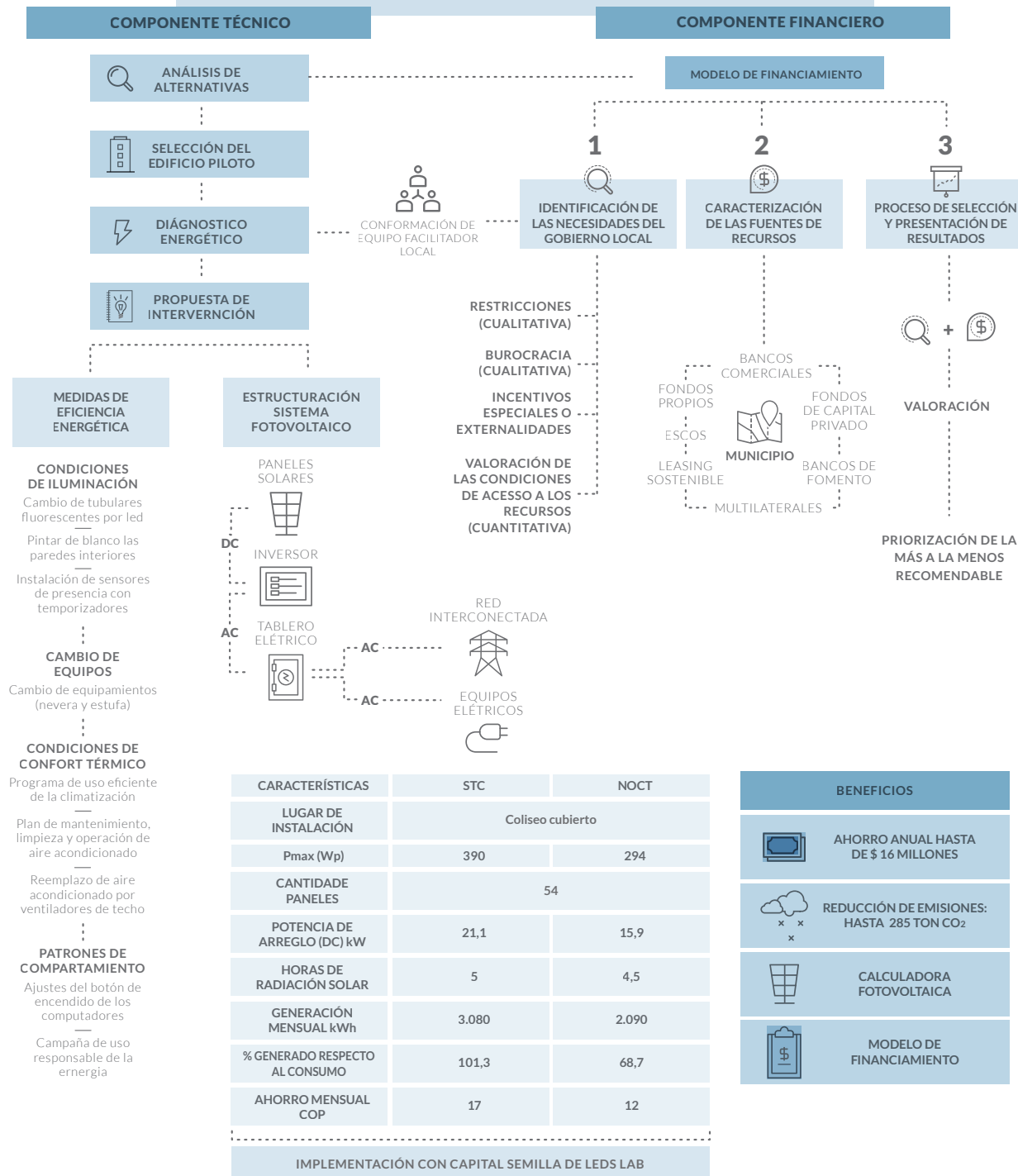
Tabla 2. Medidas de EE

Fuente: Equipo consultor, 2020.

Dentro de las fuentes de financiamiento que se analizan están, además de fuentes propias del gobierno local, bancos comerciales, empresas de servicios de energía (ESCOS), fondos de capital privado, bancos de fomento o de segundo piso, bancos/organizaciones multilaterales y leasing sostenible. Para cada una de estas se identifica su relación con el capital, la deuda asociada, los plazos que manejan, las garantías exigidas para financiar el proyecto, los permisos y trámites que se deben llevar a cabo para solicitar la financiación, el costo financiero y el tamaño mínimo de fondeo para optar por esta alternativa.



LEDS Lab busca mejorar la capacidad de Envigado en el desarrollo de proyectos bancables de mitigación y adaptación al cambio climático. Para hacerlo, se encuentra desarrollando un piloto de eficiencia energética y autogeneración en la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Agrícola.



1 |

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Envigado es uno de los laboratorios a través de los cuales el Proyecto LEDS Lab Colombia está mejorando la capacidad municipal para el desarrollo de proyectos financiables de mitigación y adaptación al cambio climático. Dos insumos fundamentales en este proceso tienen que ver con el detalle técnico de las soluciones de eficiencia energética (EE) y autogeneración a través de energía solar fotovoltaica (FV) en edificaciones públicas, así como con los modelos de financiamiento para su implementación y operación.

Para cumplir con este objetivo las firmas consultoras de apoyo a LEDS Lab Colombia, en conjunto con ICLEI y el equipo de trabajo en el municipio planearon una ruta para el desarrollo de los insumos técnicos y financieros que se describen en este documento. La ruta propuesta tuvo que responder además al desafío que trajo el escenario COVID-19 y las distintas restricciones de distanciamiento y desplazamiento en el territorio colombiano. Como respuesta esta nueva condición, se definieron unas actividades de diagnóstico y dimensionamiento técnico y financiero del proyecto, para ser desarrolladas de forma virtual y con trabajo remoto por parte del equipo consultor.

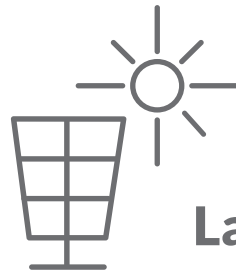
Un elemento fundamental en este proceso y en la nueva forma en la que el proyecto debió ser desarrollado, tiene que ver con la consolidación de un equipo local de trabajo. Este equipo fue fundamental para el conocimiento y divulgación del proyecto, la selección de la edificación piloto, el levantamiento de información en campo y el mejor entendimiento de las acciones de EE y autogeneración FV definidas para la edificación seleccionada.

En Envigado el equipo facilitador del proceso ha estado liderado por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Rural a través de la cual se ha convocado a otras dependencias del gobierno municipal como lo son la Secretaría de Planeación y la Oficina de Obras Públicas. En las diferentes reuniones de trabajo del proyecto, así como en los seminarios web llevados a cabo como en la primera fase del proyecto, también ha estado presente el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Entidad de gobierno metropolitana a la que pertenece Envigado.

De manera general y después de surtir la primera fase del proyecto LEDS Lab en Envigado, se procedió a la selección de la edificación para la implementación del proyecto piloto. Para la selección de este edificio, se definieron distintos criterios técnicos y logísticos que fueron cuantificados a partir de información de campo. Los edificios inicialmente considerados en el proyecto por el municipio fueron evaluados y posteriormente priorizados. Estos formatos se presentan en el Anexo 1.

En este caso el edificio seleccionado fue la sede de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Rural. Como paso siguiente en el proceso se inició una caracterización técnica realizada de forma remota por el equipo consultor, pero con el apoyo en la gestión de datos del equipo facilitador local. Esta caracterización se hizo a través de una serie de consultas y entrevistas telefónicas precisando la información requerida para diligenciar unos formatos de diagnóstico energético. Se diligenciaron cinco formatos donde se precisaba la información básica requerida para adelantar un análisis de gestión de eficiencia energética. Dichos formatos se encuentran en el Anexo 2.

1. Específicamente los funcionarios: Gloria Uribe, Omar Zapata y Andrés Felipe Mejía.



La ciudad de Envigado es uno de los laboratorios a través de los cuales el Proyecto

LEDS Lab Colombia está mejorando la capacidad municipal para el desarrollo de proyectos financiados de mitigación y adaptación al cambio climático.

Posterior a esta caracterización se adelantó un análisis técnico con el objetivo entender la dinámica de consumo energético dentro de las instalaciones, proponer acciones para mejorar la EE, entender al detalle los alcances y necesidades de un proyecto de autogeneración con energía FV conectado a la red. Este ejercicio dejó como resultado una propuesta de acciones de EE, un diseño detallado de una alternativa de autogeneración con energía FV y una estimación de los impactos en consumo energético, potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y costos anuales por consumo de energía.

Simultáneo a este análisis energético, se llevaron a cabo una serie de actividades orientadas a establecer un modelo de financiamiento para este tipo de proyecto de EE y autogeneración en edificaciones en el municipio de Envigado. Las actividades involucradas en este proceso incluyeron entrevistas estructuradas con tomadores de decisión y potenciales financiadores. Estuvieron incluidas en estas conversaciones: empresas prestadoras del servicio de energía, bancos de desarrollo multilaterales, bancos de desarrollo nacionales, entidades financieras/banca comercial, gobierno nacional y local.

La estructuración del modelo de financiamiento incluyó además la implementación de la herramienta Flourishing Business CANVAS para la modelización de un modelo de negocio sostenible a partir de las dimensiones Financiera, Ambiental y Social. Tanto las entrevistas como los resultados de la aplicación del CANVAS se complementaron con los datos que se proporcionaron desde el municipio, y con un análisis adicional de fuentes de financiamiento. Todo esto para dejarle a Envigado un modelo para la financiación de este tipo de proyectos, que garantice su potencial replicabilidad en el municipio, así como en otras ciudades que hacen parte de la red ICLEI Colombia.

MARCO REGULATORIO EN COLOMBIA PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PROYECTOS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Dentro de la normatividad colombiana las siguientes son las regulaciones legislativas y técnicas que establecen el marco de referencia en el que se mueven los proyectos de eficiencia energética y fotovoltaicos, en orden cronológico de expedición.

Norma Técnica Colombiana (NTC) 2050	RETIE	Ley 1715 de 2014	Decreto 348 de 2017	Resolución CREG 015 de 2018	Resolución CREG 030 de 2018	Resolución UPME 196 de 2020	Resolución UPME 203 de 2020
-------------------------------------	-------	------------------	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

Tabla 3. Descripción de norma colombiana aplicable a proyectos de eficiencia energética y generación fotovoltaica

NORMAS Ley 1715 de 2014

DESCRIPCIÓN

Tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las Zonas No Interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético (UPME, 2016).

El Artículo 32 de esta ley es específico en cuanto a las acciones de eficiencia energética que deben emprender los gobiernos:

“El Gobierno Nacional, y el resto de las administraciones públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias adoptarán planes de gestión eficiente de la energía, que incluirán acciones en eficiencia energética y mecanismos de respuesta de la demanda. Las administraciones públicas, en sus ámbitos territoriales, adoptarán planes de gestión eficiente de la energía, así como de la utilización de FNCE para los edificios y equipos consumidores de energía de titularidad pública con análogos objetivos al del Gobierno Nacional.”

	DESCRIPCIÓN
NORMAS <i>Decreto 348 de 2017</i>	Por el cual se establecen los lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala. Determina el reconocimiento de los excedentes que se entreguen a la red con un sistema de medición bidireccional.
<i>Resolución CREG 015 de 2018</i>	Mediante la que se adopta la metodología, formulas tarifarias y otras disposiciones para la remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional, SIN.
<i>Resolución CREG 030 de 2018</i>	Por el cual se regulan aspectos operativos y comerciales para permitir la integración de las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional.
<i>Resolución UPME 203 de 2020</i>	Establece los requisitos y procedimientos mediante los cuales la UPME evaluará las solicitudes y emitirá los certificados que permitan acceder a los beneficios tributarios de deducción de renta, exclusión del IVA y exención de derechos arancelarios a inversiones en investigación, desarrollo o producción de energía a partir de Fuentes no Convencionales de Energía.
<i>Resolución UPME 196 de 2020</i>	Establece los requisitos y procedimientos mediante los que la UPME evaluará las solicitudes y emitirá los certificados que permitan acceder a los beneficios tributarios de descuento en el impuesto de renta, deducción de renta y exclusión de IVA a quienes desarrollan proyectos de gestión eficiente de la energía.
<i>Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)</i>	Donde se establecen los requisitos que garantizan los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctrico y se recopilan los preceptos esenciales que definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad.
<i>Sección 690 de la NTC 2050</i>	Donde el Código Eléctrico Colombiano define las disposiciones técnicas aceptables y requeridas para los Sistemas Solares Fotovoltaicos.

Tabla 3. Descripción de norma colombiana aplicable a proyectos de eficiencia energética y generación fotovoltaica Fuente: Equipo consultor, 2020.

Así mismo el municipio cuenta con su Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y la Variabilidad Climática, dentro del que se encuentra un componente urbano en el que se establece el acompañamiento de ICLEI y el proyecto Urban LEDS y LEDS LAB.

3 |

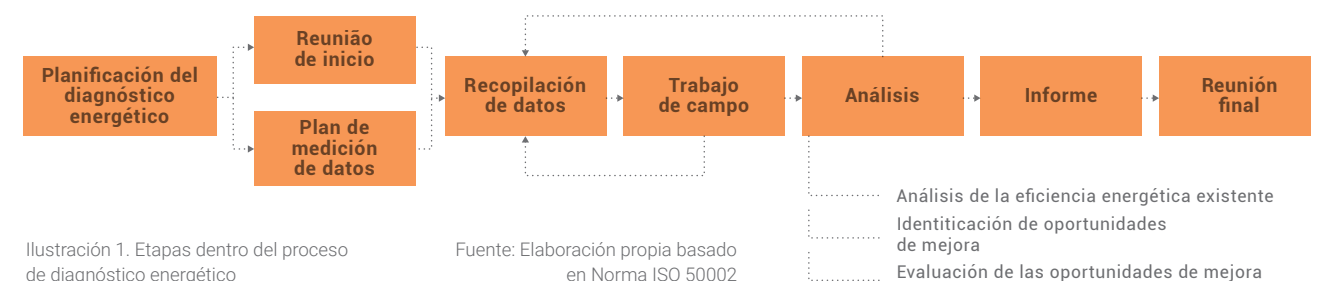
INSUMOS TÉCNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO PILOTO

Esta sección tiene como objetivo presentar los principales insumos técnicos para viabilizar el proyecto piloto de EE y autogeneración con FV, así como los componentes necesarios para la implementación en las instalaciones de la Secretaría de Medio Ambiente del Municipio de Envigado. Este proceso es útil para el municipio dado que orienta el dimensionamiento técnico de este tipo de proyectos y deja las bases para su replicabilidad en otras edificaciones.

El resultado de este análisis constituye también un insumo muy importante para los términos de referencia. Se incluyen además para la contratación de proyecto de autogeneración con energía FV a partir del capital semilla con el que cuenta la ciudad después de su selección para ser parte del proyecto Urban-LEDS II. y otras fuentes de financiamiento.

3.1 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE

En el marco conceptual de la EE, esta primera sección corresponde a lo que se conoce como un diagnóstico o auditoría energética, que generalmente se encuentra contenido dentro de un Plan de Gestión Eficiente de la Energía. En la norma ISO 50002 se especifican las etapas y requisitos de un proceso de realización de una auditoría energética, que corresponden efectivamente al proceso adelantado en el marco de este proyecto. En la siguiente figura se pueden apreciar dichas etapas.



Como se mencionó anteriormente, este proceso de diagnóstico se enmarca en procesos de Sistemas de Gestión de Energía y eventualmente hace parte de la etapa de Planificación Energética de dicho Sistema, cuya norma estándar internacional corresponde a la ISO 50001. A continuación, se presentan las etapas de un Sistema de Gestión de Energía de acuerdo con lo estipulado en dicha norma.

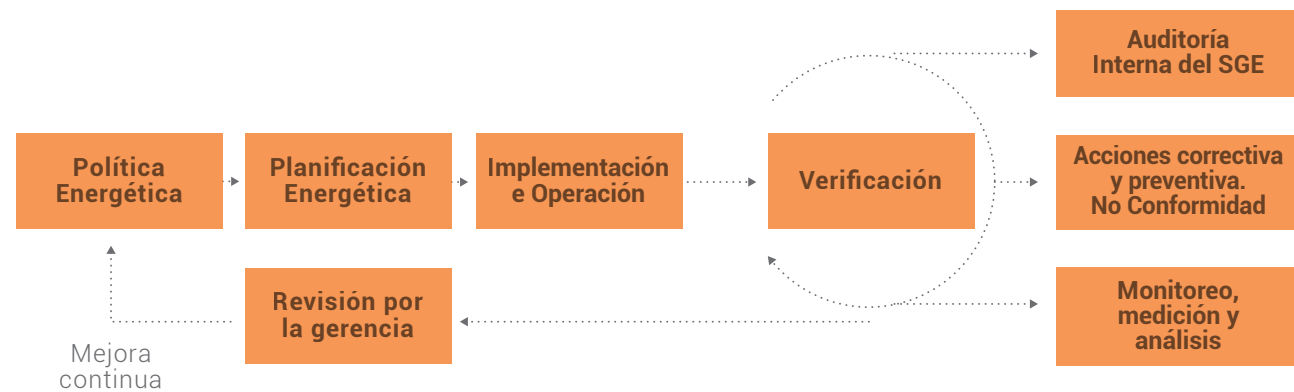


Ilustración 2. Etapas de un SGE

Fuente: Elaboración propia basado en norma ISO 50001.

Así como lo presenta la norma internacional es también relevante mencionar que para Colombia la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha preparado una Guía Para La Implementación De Planes De Gestión Eficiente De La Energía En Entidades Públicas, en donde se establece el contenido de dichos planes.

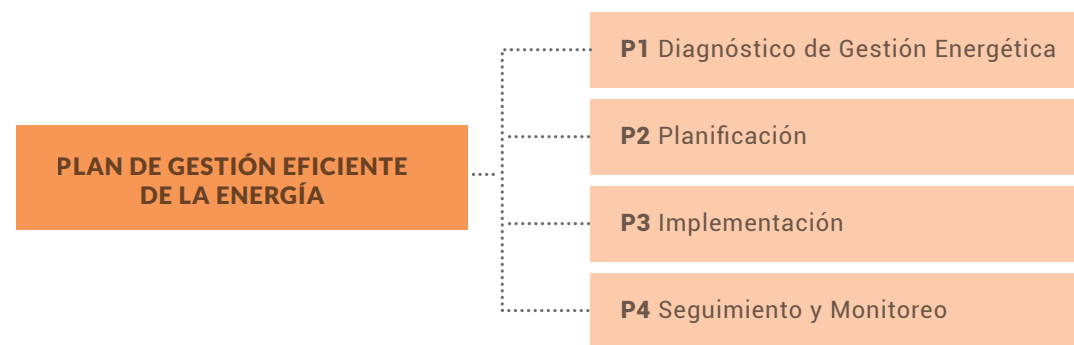


Ilustración 3. Partes esenciales de un PGEE

Fuente: UPME, 2018.

Como se observa en la figura anterior, el diagnóstico es una parte clave de un PGEE, y se enfatiza que este producto correspondería a una parte importante de dicho diagnóstico de gestión que, según la UPME en su Guía, debe contemplar: "el levantamiento de información relevante para caracterizar la entidad en sus diversos ámbitos de gestión, incluidos los administrativos, de personal y operativos y de manera transversal la gestión energética de la entidad". Eventualmente este producto puede servir como insumo para la elaboración de un PGEE para la Secretaría de Ambiente del Municipio de Envigado.

3.1.1 INSTALACIONES

Ubicada sobre la Calle 40B Sur #37 el Municipio de Envigado, zona metropolitana del Valle de Aburrá, la Secretaría de Medio Ambiente del municipio de Envigado es un conjunto de edificaciones de una sola planta ubicadas a lado y lado de una vía

privada que parte el centro del predio. Custodiados desde las alturas por algunos perennifolios con raíces sobre el costado más occidental del predio y la esquina suroriental, rodeados por jardines y otros árboles de bajo porte, allí se enclavan las distintas edificaciones que conforman el complejo desde el que la Autoridad Ambiental del Municipio dirige sus operaciones.



Foto 1. Fachada en el bloque occidental

Fuente: Secretaría Medio Ambiente, 2020

De forma esquemática y con el Norte en la parte superior de la hoja, la Secretaría puede ser presentada de la siguiente manera:

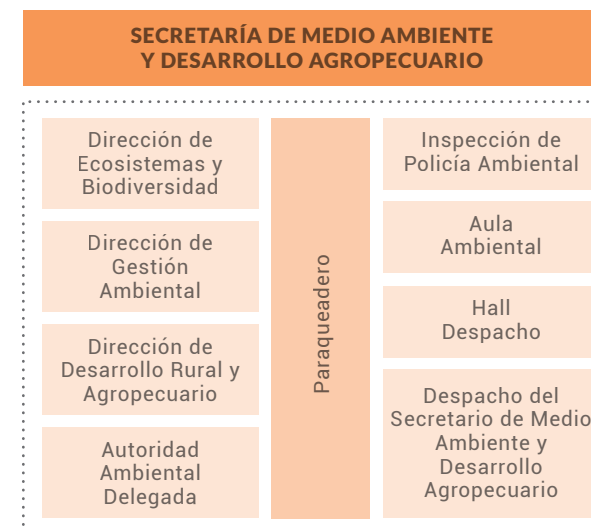


Foto 2. Vista aérea cercana

Fuente: Secretaría Medio Ambiente, 2020.

La vía anteriormente mencionada es utilizada como parqueadero y la línea punteada en la figura anterior representa el límite físico de la Secretaría e incluye todos los edificios que ésta tiene a su servicio. Como tal, ésta limita el alcance del diagnóstico energético a las actividades que contribuyen al consumo energético realizadas al interior de estas dependencias. El conjunto de edificios de la derecha conforma el Bloque 1 y los de la izquierda el Bloque 2.

Ilustración 4. Representación esquemática de la Secretaría
Fuente: Elaboración propia, 2020.

3.1.2 CONSUMO ENERGÉTICO Y EQUIPAMIENTOS ELÉCTRICOS

Asociado a estas instalaciones, se tienen los siguientes datos de consumo mensual:

MES	CONSUMO (kWh)	COSTO (\$)	MES	CONSUMO (kWh)	COSTO (\$)
ene-19	2880	\$ 1.633.996,80	set-19	4920	\$ 2.791.411,20
feb-19	2820	\$ 1.599.955,20	oct-19	1500	\$ 851.040,00
mar-19	3060	\$ 1.736.121,60	nov-19	3000	\$ 1.702.080,00
abr-19	2880	\$ 1.633.996,80	dic-19	3120	\$ 1.770.163,20
may-19	2820	\$ 1.599.955,20	ene-20	2400	\$ 1.361.664,00
jun-19	2580	\$ 1.463.788,80	feb-20	3180	\$ 1.804.204,80
jul-19	3180	\$ 1.804.204,80	mar-20	3420	\$ 1.940.371,20
ago-19	3060	\$ 1.736.121,60	Promedio	2988	\$ 1.702.080,00

Tabla 4. Consumo energético y su costo mensual

Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por la SMA, 2020.

Este consumo es generado esencialmente en el horario de siete de la mañana hasta las seis de la tarde de lunes a viernes por alrededor de 108 funcionarios que durante el desempeño de sus actividades utilizan los siguientes equipos:

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)
Computadores	64	110	Scanner	5	250
Refrigerador	1	500	Ventiladores	10	80-280
Refrigerador	1	650	Cafeteras	5	500
Microondas	1	1200	Video Beam	1	600
Impresora	8	670	Acuario	1	25
TV	4	250	Equipo de sonido	1	190
TV	1	150	Fogón Eléctrico	1	2000

Tabla 5. Equipos eléctricos IECJU

Fuente: Trabajo de campo, 2020.

De la anterior tabla se destaca la presencia de 64 unidades de cómputo que son utilizadas por los funcionarios. Como normalmente ocurre, la mayoría de estos equipos están en funcionamiento en un día común de operación durante toda la jornada, y en modo de hibernación o suspendidos durante la hora de almuerzo. De igual manera hay funcionarios que salen a visitas a campo y en estos momentos los equipos usualmente permanecen en stand-by (con el indicador luminoso encendido). Un alto porcentaje de los computadores de escritorio utilizados en los puestos de trabajo son "All In One", equipos modernos con consumos unitarios de energía eficientes y relativamente bajos.

Con respecto a su iluminación, las instalaciones cuentan con los siguientes juegos de luces:

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA (W)	CANTIDAD
LED tubular T8	18	140
Bombillos LED	8	16
Tubular de mercurio de baja presión T5	54	26

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA (W)	CANTIDAD
Sodio de alta presión	400	2
Bombillo LED	12	2

Tabla 6. Luminarias de las instalaciones

Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por la SMA, 2020

Existen algunos sistemas simples de control manual de la iluminación, como interruptores para encender simultáneamente una serie lámparas del área de trabajo, de tal manera que no sea necesario utilizar el total las lámparas y puedan permanecer la mitad de ellas apagadas. Es decir, existen líneas de iluminación separadas por circuito en algunas áreas de trabajo.

La secretaría cuenta con cinco equipos de aire acondicionado de tipo Split, cada uno con dos unidades, para condiciones climáticas moderadas (T1) y tienen las siguientes características.

EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO					
	UBICACIÓN	TIPO	CAPACIDAD TÉRMICA W	POTENCIA DE ENTRADA W	CAPACIDAD TÉRMICA BTU/H
1	OFICINA CORANTIOQUIA	Interno	2367	960	9000
2		Externa	2367	960	9000
3	OFICINA ÁREA METROPOLITANA	Interno	2367	960	9000
4		Externa	2367	960	9000
5	DESPACHO DE LA SECRETARÍA	Interno	6600	3500	22500
6		Externa	-	2500	-
7	DIRECCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL 1	Interno	7033	2650	24000
8		Externa	7033	2650	24000
9	DIRECCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL 2	Interno	6400	2080	22000
10		Externa	6400	2080	22000

Tabla 7. Equipamiento de Aire Acondicionado

Fuente: Elaboración propia con datos facilitados por la SMA, 2020



Foto 3. Unidad de Aire Acondicionado en la oficina de Gestión Ambiental

Fuente: Secretaría de Ambiente, 2020.

El funcionamiento de los equipos de aire acondicionado se ajusta a las condiciones climáticas que generalmente demandan enfriamiento y no calentamiento. Dado el incremento de las necesidades de refrigeración en época de verano es normal que se enciendan los equipos alrededor de 6 horas en promedio (Tres en la mañana 9-12 y tres en la tarde 2-5 pm). Los equipos no se utilizan durante las horas de almuerzo. Cabe resaltar que Envigado se ubica a 1575 m.s.n.m. en un piso térmico donde la temperatura oscila entre un mínimo promedio de 17°C y un máximo promedio de 25°C, en una zona de condiciones climáticas reconocida por ser agradable y generar confort térmico natural por lo que el esfuerzo en términos de acondicionamiento climático es reducido.

3.2 MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Teniendo en cuenta los datos obtenidos a través de los formatos y las entrevistas realizadas con los funcionarios, se pueden identificar varias medidas que posiblemente contribuirían a un uso más eficiente de la energía.

3.2.1 CONDICIONES DE ILUMINACIÓN

Usar más luz natural y apagar las luces que no se están usando

Teniendo en cuenta que no se afecte notablemente la carga térmica del edificio, en lo posible abrir las cortinas y persianas para aprovechar tanto como sea posible la luz natural del día. Sumado a esto el simple hecho de apagar las luces cuando no se están utilizando va a generar un impacto positivo.

En sinergia con la siguiente medida puede revelar zonas en las que la iluminación natural sea bastante buena para trabajar durante ciertas horas del día y que en estas zonas y en dichos horarios se pueda optar por no utilizar iluminación eléctrica.

Estudio de Iluminación

Colombia adoptó su Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP en 2010, que tiene como objetivo establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: Los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación (MinEnergía, 2019).

El RETILAP ofrece las pautas técnicas más apropiadas y es importante saber a través de un estudio de iluminación si las condiciones actuales de las oficinas cumplen con los requisitos aplicables del RETILAB y de acuerdo con el mismo cuáles son las recomendaciones para mejorarlo no solo desde la eficiencia energética sino la salud ocupacional también. Pudiera ser que incluso en algunas zonas hubiera demasiadas lámparas y se pudieran remover algunas innecesarias.

Plan de mantenimiento y limpieza para lámparas y luminarias



Se recomienda poner en marcha un plan de mantenimiento y limpieza donde se cambien las lámparas dañadas, se limpie su capa de polvo y se revise la integridad del sistema y su cableado. La calidad en la iluminación disminuye si las lámparas y los accesorios no están limpios. Las capas de polvo sobre lámparas y reflectores disminuyen la salida de la luz, por lo que deben limpiarse por lo menos una vez al año (UPME, 2014).

Foto 4. Oficina funcionarios de la dirección de Desarrollo Rural y Agropecuario
Fuente: Secretaría de Ambiente, 2020.

Pintar de blanco las paredes interiores

Las paredes del interior de algunos edificios dentro del complejo, en especial las de las diferentes direcciones, se dejaron con bloque y cemento a la vista. Sumado esto a que tienen pocas y pequeñas ventanas (como se aprecia en la siguiente foto), se crea un ambiente en el que el color naranja del bloque y gris oscuro del cemento atrapan la poca luz que hay y no reflejan tanto como lo puede hacer el blanco que además crea la sensación de amplitud. Es por estas razones que se recomienda pintar las paredes de blanco con ánimo de que el potencial de iluminación de cualquier haz de luz natural y/o artificial sea aprovechado de la mejor manera por el color del espacio mismo.

Un cuñete de 5 galones de pintura blanca de buena calidad ronda los 270.000 COP y rinde entre 40 y 50 metros cuadrados a dos manos. De acuerdo con los planos se estima que pintar el interior del bloque 2 podría



Foto 5. Oficina dirección de ecosistemas y biodiversidad.

Fuente: Secretaría de Ambiente, 2020.

consumir entre 6 y 8 cuñetes o canecas de pintura con un área estimada de entre 300 y 400 metros cuadrados de paredes por pintar. Dada la actual coyuntura no ha sido posible confirmar el dato. Una cuadrilla de pintura con Oficial, Estucador y Ayudante cuesta 259.000 COP el día (Construdata, 2020) y fácilmente podría tardar siete días dependiendo del nivel de detalle que se quiera lograr, cantidad de resanes necesarios, de la facilidad con la que se puedan limpiar y despejar las paredes.

Reemplazo de tubulares fluorescentes

Como ya se mencionó, los espacios de la Secretaría en su mayoría son de paredes sólidas de bloque y cemento que cuentan con pocas ventanas y además hay árboles y jardines que bloquean la luz antes de entrar por las ventanas existentes. Dada esta falta de iluminación natural, estos espacios, en especial los de las diferentes Direcciones Ambientales que funcionan en el bloque 2, requieren iluminación artificial para que puedan usarse de forma adecuada.

La Secretaría ha venido adelantado el proceso de reemplazo de los tubulares, cambiando tecnología menos eficiente, fluorescente con relleno de gases, por tecnología de Diodo Emisor de Luz (LED). La tecnología LED presenta varias ventajas sobre tecnologías en el pasado convencionales, como mayor vida útil, más lumens por watt consumido, ofrecen diferentes temperaturas de luz, no se desgastan con ciclos de encendido/apagado, son fácilmente



Foto 6. Oficina de la dirección de gestión ambiental

Fuente: Secretaría de Ambiente, 2020.

regulables y son resistentes a los choques, beneficios que se reflejan en ahorro de dinero y energía. Los tubulares fluorescentes que actualmente iluminan consumen hasta un 65% más de energía que los tubulares LED cuya vida útil es generalmente el triple de sus contrapartes fluorescentes con similar o menor flujo lumínico.

El reemplazo de las 26 lámparas que no son LED, resultaría en una disminución de la demanda energética del edificio de entre 100kWh y 150 kWh por mes, que en un año pueden fácilmente sumar hasta 700.000 COP mientras que el costo aproximado de cambiar 26 bombillas ronda los 300.000 COP.

Instalación de sensores de presencia con temporizadores en áreas comunes



Foto 7. Sensor de movimiento para incrustar

Fuente: (Ecolite, 2020)

Los sensores de presencia o movimiento conectan o desconectan automáticamente la iluminación en función de detectar a través del movimiento la presencia o no de personas en el área de detección. Se suelen utilizar en zonas donde el paso de personas no es continuo, como baños, cocinas, almacenes, pasillos, bodegas, etc. En la Secretaría es común que la luz de baños, áreas comunes y cocina quede encendida cuando no se está usando. Por esto podría resultar conveniente un sensor de movimiento de incrustar en la pared como el que se observa en la siguiente imagen. Este producto detecta cuando hay movimiento

frente al apagador y por lo tanto es ideal para estas áreas pequeñas sin requerir nuevas conexiones pues todo sucede dentro del apagador.

Un sensor de movimiento como el de la foto tiene un consumo de energía de 0.5W, rango de detección de 180°, es para instalar a una altura de 1 a 1.8m, con una distancia de detección de 9 m, además tiene detección de luz ambiente regulable entre <10 – 2000 Lux, cuenta con un tiempo de espera de 10 segundos o 1, 5 u 8 minutos (Ecolite, 2020). De acuerdo con la Guía de Consumo Consciente de la UPME, el potencial de ahorro está entre un 10% y 30% del consumo eléctrico total de las lámparas que utilicen el sistema, dependiendo de las características particulares de la instalación y del uso que se haga de la misma. Una cuadrilla eléctrica que cuenta con un ingeniero eléctrico (dedicación 30%), un oficial y un ayudante cuesta 243.422 COP por día (Construdata, 2020).

3.2.2 CONDICIONES DE CONFORT TÉRMICO

Es conocido que cuando un edificio es concebido con buen diseño arquitectónico y un buen sistema de ventilación propio de su piso térmico, en muchas ocasiones este edificio no va a tener la necesidad de un sistema de aire acondicionado. Un edificio que no haya tenido en cuenta criterios climáticos para su construcción se ve en la tarea de optimizar el

desempeño energético del edificio con mejoras y renovaciones posteriores.

Estas mejoras climáticas van a ser clave en muchos casos y pueden cortar grandes ineficiencias en el uso de la energía lo cual será recompensado en importantes ahorros durante la vida útil del edificio. Claro está, dada su naturaleza estas mejoras en ocasiones requieren de inversiones importantes que solo serán recuperadas en horizontes de mediano plazo o largo plazo. En el caso de un edificio que vaya a ser demolido se recomienda priorizar medidas climáticas de bajo costo y dedicar el presupuesto a mejores diseños que una vez construidos provean un mayor nivel de confort en el trabajo en la nueva construcción.

Antes de continuar con las medidas es preciso detallar la Calificación de Eficiencia Energética – CEE, conocida también como EER – Energy Efficiency Rating, es una medida que representa qué tanto poder enfriador se obtiene de cada vatio de poder que ingresa al sistema, y se calcula como la capacidad del equipo en Watts o BTU sobre el poder de entrada al sistema en Watts. Así como existe el CEE también está el SEER, ISEER, COP, SCOP y otros indicadores que varían según país y órgano rector del etiquetado. Para Colombia la NTC 4366 ha sido adoptada por la UPME y el Ministerio de Minas para el Reglamento Técnico de Etiquetado -RETIQ. Actualmente, los equipos que se encuentran en el mercado se clasifican en los rangos que se pueden apreciar en la siguiente tabla. Siendo A el mejor y G el peor desempeño.

RANGO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (Wt/We)		
RANGO	LÍMITE INFERIOR (INCLUIDO)	LÍMITE SUPERIOR
A	3,75	E.E.C.
B	3,50	3,75
C	3,25	3,50
D	3,00	3,25
E	2,75	3,00
F	2,50	2,75
G	0	2,50

Tabla 8. Rangos de EE para equipos de Aire Acondicionado

Fuente: NTC 4366 (ICONTEC, 2002)

Dado que la Norma es de 2002 vale la pena tener otros referentes más actuales como los presentados a continuación, en donde cinco estrellas representan muy buena eficiencia y una estrella un pobre desempeño energético.

CALIFICACIÓN	EER (W/W) AC SPLIT	
	MÍNIMO	MÁXIMO
★	2,7	2,89
★★	2,9	3,09
★★★	3,1	3,29
★★★★	3,3	3,49
★★★★★	3,5	

Tabla 9. CEE para Aires Acondicionados Split

Fuente: Adaptado de (Bijli Bachao, 2019)

CALIFICACIÓN	EER (W/W) AC SPLIT	
	MÍNIMO	MÁXIMO
★	2,5	2,69
★★	2,7	2,89
★★★	2,9	3,09
★★★★	3,1	3,29
★★★★★	3,3	

Tabla 10. CEE para la India valida hasta 31/12/2017

Fuente: Adaptado de (BEE, 2020)

La siguiente es el cálculo del índice EER de los equipos de aire acondicionado que se encuentran en las instalaciones y en qué rango se ubicarían de acuerdo con las tablas anteriores:

EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO						
	UBICACIÓN	TIPO	EER W/W	EER BTU/W	RANGO NTC	CALIFICACIÓN
1	OFICINA CORANTIOQUIA	Interno	2,75	9,37	E	★★ // ★★★
2		Externa	2,75	9,37	E	★★ // ★★★
3	OFICINA ÁREA METROPOLITANA	Interno	2,75	9,37	E	★★ // ★★★
4		Externa	2,75	9,37	E	★★ // ★★★
5	DESPACHO DE LA SECRETARÍA	Interno	1,89	6,43	G	Fuera // Fuera
6		Externa	-	-	-	-
7	DIRECCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL 1	Interno	2,65	9,06	F	Fuera // ★★★
8		Externa	2,65	9,06	F	Fuera // ★★★
9	DIRECCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL 2	Interno	3,08	10,5	D	★★★★ // ★★★★★
10		Externa	3,08	10,5	D	★★★★ // ★★★★★

Tabla 11. CEE de equipos de aire acondicionado

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Es notable que los parámetros de calificación establecidos se corresponden entre sí con pequeñas variaciones, y se observa que los equipos de aire acondicionado de la secretaria no tienen el mejor desempeño energético. Particularmente, los equipos 7 y 8 tienen una baja calificación junto con el equipo 5 cuyo EER ni siquiera está considerado en el límite inferior de desempeño. Los equipos 9 y 10 son los mejores y los primeros cuatro tienen una calificación cercana a lo que se consigue actualmente en el mercado de grandes superficies.

Cabe aclarar que estos EER fueron calculados con los datos técnicos de los equipos y si no se ha realizado el mantenimiento adecuado, su desempeño en este momento puede ser aún peor. La UPME recomienda EER superiores a 12 y en el siguiente gráfico se puede observar cómo una EER de 12 puede generar más de 20 puntos porcentuales de diferencia en eficiencia respecto a una EER de 10, 35% respecto a una de 9 y cómo se genera una gran brecha de eficiencia cuando hay un EER de 6,5.

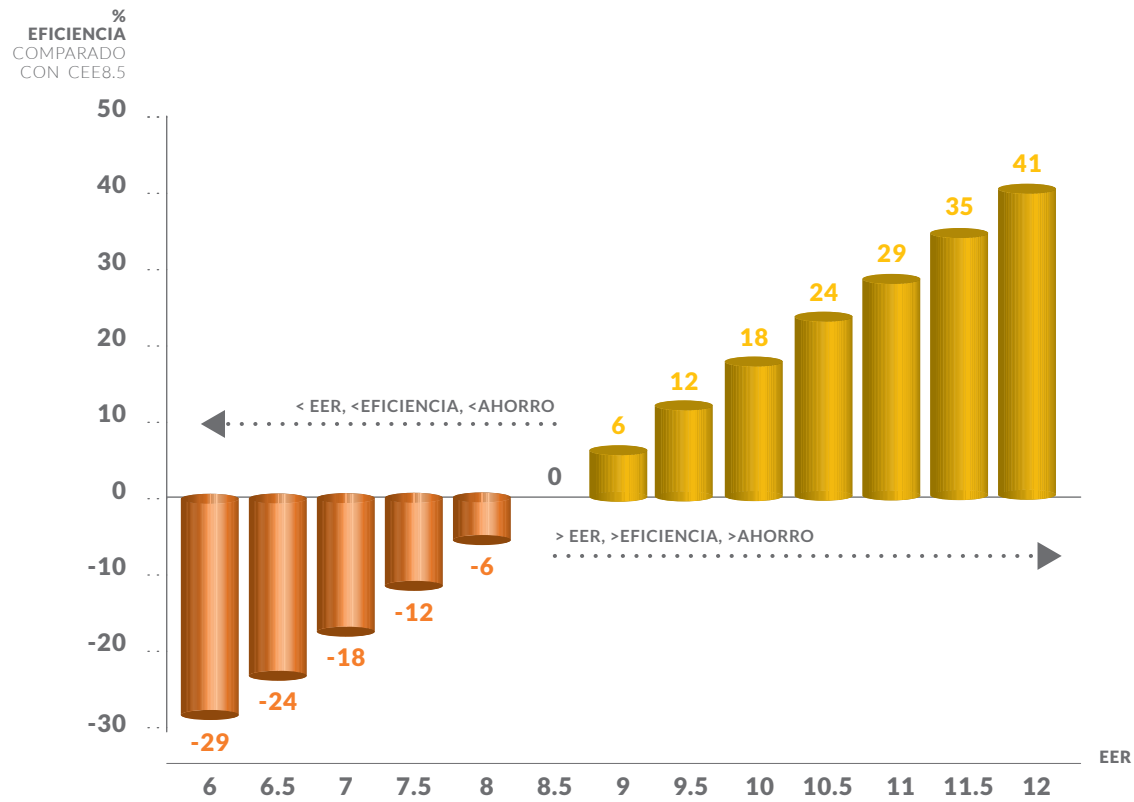


Ilustración 5. Porcentaje de Eficiencia del equipo Vs. EER

Fuente: Adaptado de (Learn Metrics, 2020)

Instalación de ventiladores

Dado el pobre desempeño de los equipos de aire acondicionado se recomienda establecer si es posible instalar ventiladores de pared o techo que reemplacen los equipos de aire acondicionado o que permitan que los mismos sean utilizados durante menos tiempo. Los ventiladores son de fácil instalación y mucho más económicos que los equipos de aire acondicionado y al mover la masa de aire llegan a reducir la sensación térmica del aire entre 4°C y 8°C (UPME, 2014). Aunque se trate de equipos eléctricos independientes, presentan un consumo bajo de energía.



Foto 8. Ubicación del AC en Gestión Ambiental 2 Fuente: SMA Envigado, 2020.



Foto 9. Ubicación de ventilador en Gestión Ambiental 1 Fuente: SMA Envigado, 2020.

Es clave resaltar que el equipo de Aire Acondicionado del Despacho es el de peor desempeño, estando muy lejos de ser un equipo conveniente con miras a la eficiencia energética y es preciso reemplazarlo o dejar de utilizarlo. Como se observa en la siguiente foto en el Despacho hay bastante lugar para ventiladores de pared o de techo, como ya existen en el Aula Ambiental y que son equipos silenciosos que pueden crear una atmósfera interior confortable. Los ventiladores rondan potencias entre 80 vatios y 150 vatios.



Foto 10. Interior de la Oficina del Despacho Fuente: SMA Envigado, 2020.



Foto 11. Interior del Aula Ambiental Fuente: SMA Envigado, 2020.

Plan de operación y mantenimiento

Es importante desarrollar un plan de operación y mantenimiento, y además compartirlo con todos los funcionarios que trabajan en las instalaciones de manera que todos entiendan qué se espera de ellos y cuál es la importancia de tener en cuenta y realizar ciertas acciones tendientes a lograr un mejor uso de los sistemas de climatización. Dentro del plan se pueden establecer ciertas recomendaciones como:

- La regulación adecuada de la temperatura de climatización: Consiste en mantener los equipos funcionando para crear una zona climática de confort para los em-

pleados. Variaciones de 1°C por fuera del rango óptimo puede subir hasta un 8% el consumo de energía (UPME, 2014). Para su control se pueden utilizar los termostatos de los equipos y programación horaria si de ella disponen. Una temperatura óptima en clima cálido se mantiene entre 24°C y 25°C.

- Apagar los equipos cuando no estén siendo utilizados y dejar correr aire libre.
- Evitar el calentamiento de los recintos por lámparas encendidas que no estén siendo utilizadas.
- Programar y realizar un mantenimiento periódico (mínimo dos veces al año o según recomendaciones del fabricante).
- Preparar la sectorización y aislamiento de áreas.

Disminuir la carga térmica solar del edificio

Esto se puede hacer creando sombra sobre el edificio y sus ventanas, disminuyendo así infiltración de calor. Árboles, jardines y cubrir ventanas con cortinas, persianas, toldos externos, vidrios polarizados

o materiales que eviten la incidencia directa de los rayos solares. Permitir el paso de corrientes de aire también y dejar los espacios abiertos (cuando no se esté utilizando aire acondicionado). En el caso de la Secretaría esto tiene que ser sopesado junto a la iluminación.

Eliminar las infiltraciones de aire

Para que los equipos de aire acondicionado puedan funcionar adecuadamente sin consumir más energía de la necesaria, es preciso que los espacios en los que se

ubican los equipos no tengan infiltraciones de aire y se puedan aislar completamente. Un recinto cerrado con ventanas y puertas que sellen correctamente será un recinto cuyo equipo de aire acondicionado consumirá mucho menos.

Reemplazo de equipos de aire acondicionado

Los equipos de aire acondicionado van perdiendo eficiencia en el tiempo en especial si no se les ha hecho buen mantenimiento y en general, después de 10 años de servicio pueden empezar a representar pérdidas serias por excesivo consumo de energía y poca eficiencia. Como ya se observó, algunos de los equipos Split de las instalaciones no presentan las mejores condiciones. Particularmente, el equipo del despacho resalta por su bajo rendimiento y gran consumo de energía. Ahora bien, antes de reemplazar equipos se debe evaluar, primero la opción de instalar ventiladores y segundo determinar cuál es el plazo de vida útil que le resta al edificio. Si el edificio va a ser demolido en un plazo de cinco a siete años se recomienda solo considerar el cambio del equipo que está en el Despacho y eso sí la solución de ventiladores no es viable.

Lo anterior se menciona teniendo en cuenta que, aunque los equipos de la Dirección de Gestión Ambiental 1 no son óptimos, actualmente los sistemas de tecnología inverter (tecnología estándar comercial más avanzada) que se consiguen en el mercado para 24.000 BTU tienen clasificación tipo C con un consumo mensual de 262 kWh/mes calculado para 132 horas de uso. Lo que resulta ser un equipo muy similar a los que hay en la Dirección de Gestión Ambiental 2. Ahora bien, en Gestión Ambiental 1, y asumiendo que el equipo esté en buen estado, con 132 horas de uso se consumen 350 kWh/mes. Si estos equipos de GA1 fueran reemplazados, la inversión sería recuperada en seis años.

Teniendo en cuenta el mismo equipo, a saber: Aire Acondicionado Samsung con Wind-Free™ 24.000 BTU, y las mismas condiciones, si se cambia el equipo del despacho, la inversión sería recuperada en 2 años y seis meses. 132 horas de operación del equipo del despacho representa 462 kWh/mes. El potencial de ahorro de estas medidas es considerable del mediano al largo plazo y dependerá, en todo caso, de las características particulares de los equipos seleccionados para el recambio.

3.2.3 CAMBIO DE EQUIPOS

En su mayoría, el equipamiento de las instalaciones es moderno y eficiente desde el punto de vista energético, sin embargo, hay una nevera, la estufa de puestos y posiblemente un aire acondicionado, que ya han tenido buenos años de servicio y que se han identificado como ineficientes desde el punto de vista energético. Se recomienda reemplazarlos en el tiempo con tecnología más moderna.

Con un consumo mensual mínimo de 54 kWh, la nevera que se encuentra en la Secretaría consume al menos 22 kWh más que las neveras que se encuentran ahora en el mercado, cuyos consumos rondan los 32 kWh/mes siendo Clase B. Un déficit que en un año representa alrededor de 384 kWh y una cuenta de 180.000 COP. Neveras de la misma capacidad son ofrecidas en el mercado por alrededor de 1.045.000 COP. Con el cambio de nevera se estaría apoyando la NAMA (Medida Nacionalmente Apropiada) de Refrigeración y apoyando con sus metas asociadas de recambio tecnológico y sacar del mercado viejas tecnologías contaminantes y sustancias difíciles de manejar y con alto poder contaminante. Refrigeradores clase A o superiores podrían consumir menos.

Respecto a la cocineta eléctrica de dos puestos es preciso revisar los patrones de consumo y ver cada cuánto se está utilizando, por cuánto tiempo y con qué fin (ej. hervir agua, calentar el almuerzo, cocinar, etc.). Con esta información sería posible determinar cuántos kilovatios hora (kWh) está consumiendo realmente, qué tanto está siendo usada y si vale la pena reemplazarla y por cuáles equipos (ej. tetera eléctrica, horno microondas, cafetera). Este proceso de caracterización del uso de la cocineta no ha podido llevarse a cabo dada la presente coyuntura del COVID-19. Se estima la cocineta tiene una potencia de 2200W.



Foto 12. Ficha Técnica Nevera Portería Fuente: Secretaría de Ambiente, 2020.



Foto 13. Cocineta eléctrica Fuente: Secretaría de Ambiente, 2020.

3.2.4 PATRONES DE COMPORTAMIENTO

Ajuste del botón de encendido de los computadores

Durante la hora de almuerzo es común que en las oficinas no se apaguen los equipos de cómputo ya que tiende a no ser práctico, pues implica que antes de salir tengan que guardar, cerrar sesiones y de nuevo tener que iniciar todos los procesos al volver al puesto de trabajo. Generalmente para no hacer este proceso ni perder el avance del trabajo se dejan los equipos quietos y estos entran en modo de suspensión hasta que son reactivados. Ahora bien, el estado de suspensión es un estado

de baja potencia en que la máquina sigue consumiendo energía y guarda toda la información de la sesión en la memoria RAM hasta que se reactiva el equipo.

Por otro lado, el modo de hibernación es otro modo en el que el equipo guarda el estado de sesión en el disco duro, pero después se apaga por completo. Con ayuda del personal encargado de los sistemas, se pueden configurar los equipos de cómputo para que al presionar el botón de apagado al salir al almuerzo o a visita de campo, los funcionarios puedan dejar en estado de hibernación el equipo y recuperar el estado de su trabajo fácilmente al volver a su escritorio asegurando que no haya consumos innecesarios de energía. Costo: Ninguno

Desarrollo y/o Fortalecimiento de campaña de uso responsable de la energía

En una operación cuyo consumo depende en parte de pequeñas acciones y decisiones del día a día de un grupo amplio de individuos, es importante alinear las intenciones de la institución con todos sus empleados. Este es un proceso en el que la dirección, como en este caso, puede tomar la iniciativa y promover distintas conductas con el objetivo de lograr un consumo eficiente en las instalaciones. Este proceso puede tomar varias formas y todos los miembros de la entidad pueden contribuir y hacer parte activa del mismo. Con miras a esta participación se recomienda lo siguiente:

- Hacer charlas y talleres de socialización donde se compartan las medidas de eficiencia energética que se quieren implementar y recibir retroalimentación sobre las mismas. Este es un proceso importante pues sirve para que haya una apropiación de las medi-

das implementadas y en mayor medida si participación activa es requerida, así los empleados están informados de qué acciones son necesarias para lograr los objetivos del plan.

- Realizar semestralmente una charla de seguimiento donde se muestren los resultados del plan y se den actualizaciones pertinentes.
- Fortalecer la creación de contenidos y una campaña de uso eficiente de la energía para incentivar la eficiencia energética y acciones simples pero efectivas tales como: apagar las luces cuando no estén en uso, apagar los elementos no indispensables (estabilizadores) que generan consumos fantasma en horas no-laborales, apagar o hibernar los computadores, no utilizar el aire acondicionado si no se necesita y apagarlo si nadie lo está utilizando. Dicha campaña puede incluir recordatorios físicos en las carteleras de la secretaría e interruptores claves en las instalaciones, así como capacitaciones técnicas o fortalecimiento de capacidades para los empleados.
- Involucrar al equipo de comunicaciones para crear contenido que visibilice el proceso en distintas plataformas, socializar medidas con el personal.

Plan de Mantenimiento

La iniciativa de una instalación fotovoltaica surge como opción para hacer de las instalaciones de la Secretaría un ejemplo de diversificación del mercado energético dentro del municipio, así como mostrar los requerimientos y el proceso que demanda una instalación FV para así poder replicarlo en el futuro. Un sistema FV aporta a la seguridad energética y a la diversificación de la matriz de generación de electricidad y representa beneficios económicos para quien decide poner en marcha estas soluciones.

3.3 PROYECTO SOLAR FOTOVOLTAICO²

La iniciativa de una instalación fotovoltaica surge como opción para hacer de las instalaciones de la Secretaría un ejemplo de diversificación del mercado energético dentro del municipio, así como mostrar los requerimientos y el proceso que demanda una instalación FV para así poder replicarlo en el futuro. Un sistema FV aporta a la seguridad energética y a la diversificación de la matriz de generación de electricidad y representa beneficios económicos para quien decide poner en marcha estas soluciones.

2. Considera lo acordado dentro del alcance del proyecto básico y proyecto ejecutivo FV

3.3.1 SERVICIOS REQUERIDOS POR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

Como servicios requeridos por un sistema fotovoltaico se entienden los sistemas, operaciones, equipos técnicos especializados que deben ser desplegados para la ejecución de ciertas operaciones clave para el desarrollo del proyecto en sus distintas etapas. Tales como:

- Prefactibilidad y diseños preliminares.
- Diseño de detalle y concepto técnico.
- Licitación y/o contratación.
- Instalación.
- Operación y mantenimiento.

Estas todas son etapas que representan los servicios requeridos por el sistema y que requiere de personal autorizado para la realización de estos servicios especializados. Dentro de estas etapas el diseño de detalle y la instalación son de crucial importancia y por ello es importante aclarar algunos de los mínimos esperados del equipo encargado de estas etapas, a saber:

- Recolección de información primaria y secundaria para diagnóstico preliminar
- Visita de campo para establecer condiciones de la instalación.
- Diseño de detalle y presentación de cómo se va a realizar.
- Detalle de equipos y material requerido con justificación de dicho equipamiento.
- Especificación de protecciones del sistema.
- Calendario de ejecución.
- Guía de operación y plan de mantenimiento.

3.3.2 CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ESPACIO



Las instalaciones de la Secretaría se encuentran ubicadas en 6.164532N, -75.5877143W (Sistema de coordenadas WGS84). En la siguiente imagen se puede apreciar la orientación de los techos con respecto al norte magnético de la Tierra y se observan las áreas circundantes de los techos. Cabe resaltar que para una instalación FV es clave tener en cuenta aspectos como la orientación del techo, sus materiales, la estructura que lo soporta, qué obstáculos se encuentran alrededor y la inclinación del mismo.

Inicialmente se resalta la presencia de tres áreas principales, a saber, los dos techos en teja española en el centro de la imagen (Edificio 1 al lado derecho y Edificio 2 al lado izquierdo) en las que se alojan las instalaciones de la Secretaría, y el techo verde en el cuadrante suroriental. Dicho techo es de un Coliseo que no hace parte de las instalaciones de la Secretaría, pero pertenece al municipio.

Foto 14. Vista aérea de IECJU
Fuente: Google Maps, 2020.

De dichos techos es importante señalar la diferencia entre área de techo y área aprovechable pues dada la presencia de árboles alrededor de los edificios y que las sombras afectan la producción de los paneles de forma significativa, no toda el área del techo es área que se pueda utilizar sin comprometer la eficiencia del sistema. Se tienen en cuenta entonces las áreas más despejadas y libres de sombras durante el día con las que cuenta la secretaría. Dichas áreas aprovechables se presentan en la siguiente imagen.



Foto 15. Foto aérea de las instalaciones con áreas de menos sombra

Fuente: Secretaría de Ambiente, 2020.

Como se puede apreciar, señaladas se encuentran siete áreas que presentan el mayor potencial de generación fotovoltaica en cuanto a estar libres de sombras que impidan la llegada de la irradiación durante la mayor parte del día.

Con respecto a la orientación de los techos, ya que Colombia se encuentra en una zona tropical el Sol no varía su posición en el Cielo a lo largo del año de manera muy drástica y no es necesario reubicar los paneles y reorientarlos cada tanto, sin embargo, como las instalaciones se encuentran en el hemisferio Norte, que los paneles estén con su cara hacia el sur (hacia la línea ecuatorial) va a favorecer que se maximice la cantidad de irradiación que los paneles reciban a lo largo del año. Este requerimiento no favorece el área 1 pues la inclinación y dirección del techo implicaría que los paneles queden con su cara en dirección norte.

Ahora bien, según recomendaciones generales de la literatura, para lograr la mayor incidencia de los rayos del sol el ángulo de inclinación debe ser máximo de 15° con respecto al eje horizontal. En el caso de los edificios en teja española y de acuerdo con las mediciones de campo, la inclinación del techo es de 18°.

Aunque la inclinación es mayor a la recomendada, dado que, como se mencionó anteriormente, Colombia se ubica en la zona ecuatorial, unos cuantos grados en el ángulo de inclinación no afectan significativamente la generación del panel y mientras que sí se asegura un drenaje del agua cuando llueve.



Foto 16. Estructura interna del techo y su inclinación



Fuente: Secretaría de Ambiente, 2020.

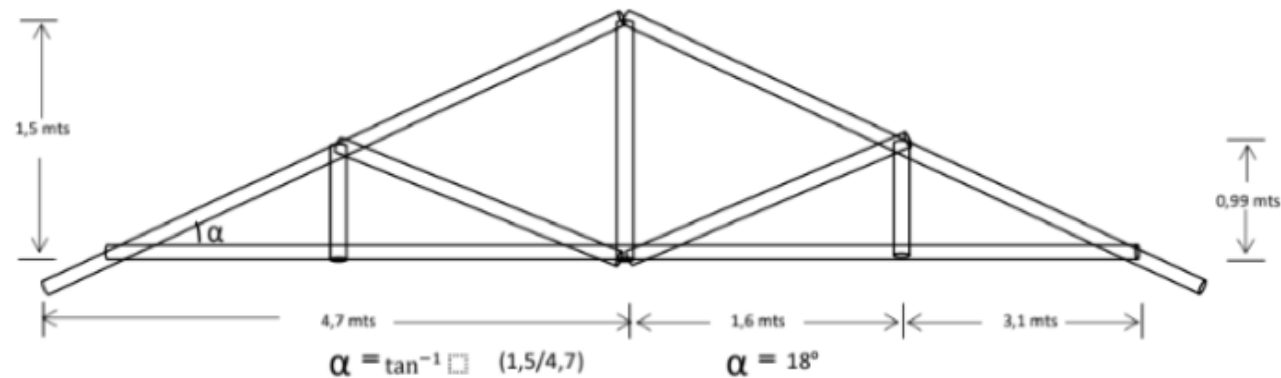


Ilustración 6. Planos estructura interna e inclinación del techo

Fuente: Secretaría de Ambiente, 2020.

En el edificio 1 los paneles quedarían mirando hacia el noroccidente, en el edificio 2 quedarían mirando hacia el suroriente. En el caso del coliseo, los paneles podrían sujetarse de manera que no tuvieran ángulo de inclinación con respecto al eje horizontal, o se podrían inclinar buscando favorecer el drenaje y la incidencia de los rayos del sol. Hacia el suroriente es el sentido que se querría si hay mayor consumo en la mañana, y suroccidente si hay mayor consumo en la tarde. En lugares de latitud menor a 10° como Envigado, se recomienda una inclinación de 10° orientándolo a la línea ecuatorial para evitar acumulación de agua sobre el panel sin sacrificar eficiencia. En todo caso el techo del coliseo ofrece mucha más flexibilidad en este sentido de orientación e inclinación.

Ahora bien, como se mencionó anteriormente los techos del edificio 1 y 2 son de teja española (teja cerámica). Para la instalación de paneles sobre este tipo de teja es preciso diseñar con cuidado el sistema pues la teja por sí misma no es una superficie donde se puedan fijar los paneles y la superficie que crea el entramado de tejas no presenta rigidez estructural. El anclaje de la estructura de soporte de los paneles debe hacerse a la subestructura que soporta las tejas. Por lo tanto, es importante tener muy claro el tamaño de la teja, la distancia listones de soporte, y la disposición y entramado de las tejas.

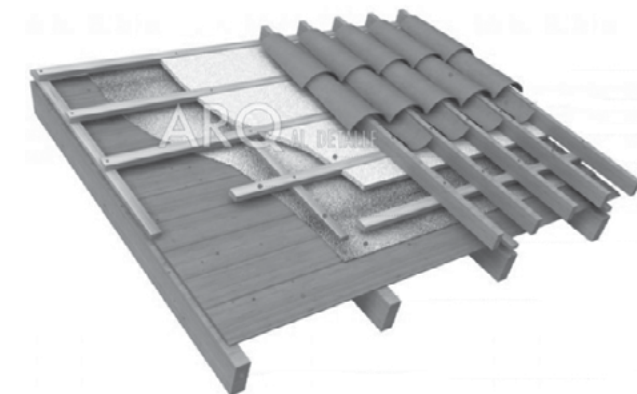


Ilustración 7. Estructura típica de un techo de teja española Fuente: (Balino, 2019)

En el mercado existen opciones de anclaje como los UNIRAC pro solar hooks, que permiten anclar los rieles al espacio debajo de las tejas, de la siguiente forma:

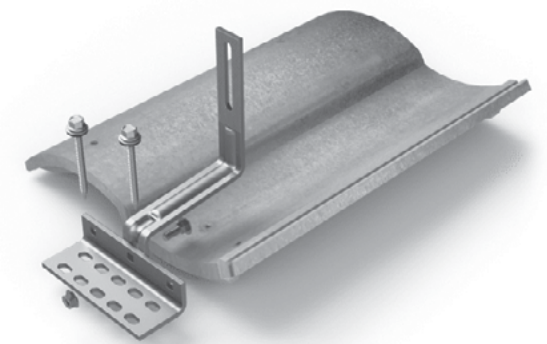


Ilustración 8. Modelo de gancho para montaje sobre teja española Fuente: (UNIRAC, 2020)

El techo del coliseo por su parte tiene tejas trapecoidales o teja grafada, por limitaciones de la pandemia la identificación de teja se ha hecho a partir de fotos, y estos dos tipos de teja son similares a las observadas. El techo grafado está diseñado para no tener partes expuestas como tornillos o fijaciones que rompan su superficie. El techo está fijo a la estructura con clips internos que no se ven desde afuera y hacen el techo más resistente a la humedad, goteras y el desgaste de los elementos. Por esta razón la solución para añadir módulos fotovoltaicos a esta teja tampoco requiere de perforaciones a la teja como las grapas mecánicas que se pueden apreciar en la siguiente imagen. Por otro lado, el techo trapecoidal tiene tornillos de agarre expuestos y el anclaje se hace por medio de tornillos, aunque para evitar filtraciones, vienen con tornillos que cuentan con un recubrimiento que sella herméticamente el espacio perforado.

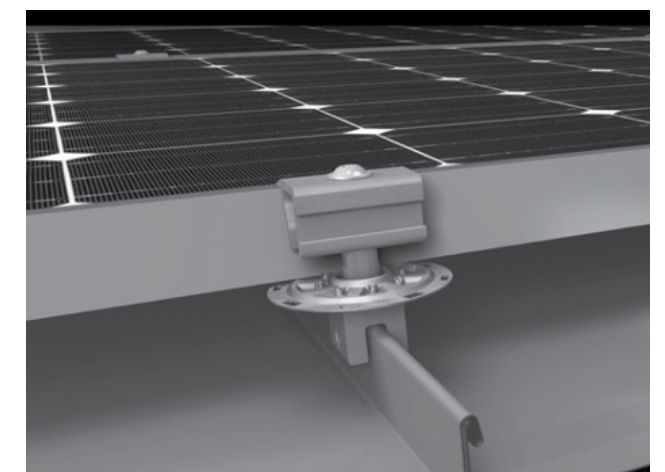


Ilustración 9. Grapa metálica para techo grafado Fuente: (S-5, 2020)

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, es preciso hacer ciertas aclaraciones sobre el techo teja española: primero, el proceso de instalación puede requerir el desmonte de secciones importantes de tejas para poder anclar los soportes de los paneles y el proceso puede resultar costoso en términos de tiempo y mano de obra. Esto sin contar que durante la instalación se puedan romper tejas o que al volverlas a ubicar en su lugar las mismas queden mal instaladas o vencidas, dando espacio para que con el tiempo aparezcan goteras o humedades que generen posteriores inconvenientes.

Segundo, el sistema FV requiere de un mantenimiento periódico para limpiar depósitos de polvo, aclarar las superficies de los paneles, revisar su integridad y eventuales reparaciones. Esto implica que tenga que haber lugar en el techo para que operarios se desplacen y caminen sobre este. En este sentido, el techo de teja española también presenta ciertas desventajas al ser frágil y no ser una sola superficie fija a la subestructura sino una multitud de piezas sueltas que fácilmente pueden ser desacomodadas. Bien se podrían instalar superficies para que los operarios caminarán de manera segura y se preservara la integridad del techo, pero se incurriría en un gasto adicional.

Tercero, para que los paneles funcionen de forma eficiente la labor de poda de los árboles y arbustos alrededor de las edificaciones debe ser constante, buscando evitar que el crecimiento vegetal genere sombras disminuyendo la generación del sistema.

Por último y no por ello menos importante, es importante señalar que es probable que el edificio 2 sea demolido en el futuro cercano, lo que hace prácticamente inútil el esfuerzo de instalar los paneles sobre este techo.

Comparando el techo del coliseo con respecto al de teja española se presentan varias ventajas. Por un lado, es una superficie uniforme que en términos prácticos es una sola pieza resistente y fija sobre la que se puede caminar, con todas las medidas de seguridad propias del trabajo en alturas, sin temor a que se afecte la integridad de la cobertura ni su capacidad de proteger de los elementos. La instalación de los paneles es mucho más directa y sencilla, lo que disminuye tiempos y demanda de mano de obra.

Sumado a esto, el área per se es mucho más amplia y por esta misma razón se puede ubicar allí los paneles requeridos con suficiente espacio para realizar mantenimientos y reparaciones cómodamente. Dada la altura del techo, no hay árboles que generen sombra sobre el mismo y aunque si hay algunos circundantes, al tener más espacio utilizable la necesidad de hacer una poda intensiva desaparece. Sin embargo, para poder instalar allí los paneles, se precisa de puntos de anclaje a la estructura para poder trabajar de manera segura y diseñar una forma de acceso fácil para los operarios. Cabe resaltar que esta estructura no está estrictamente dentro del predio de la secretaría, por lo que se requieren permisos y procedimientos adicionales para que se pueda usar este espacio, aunque si es de propiedad pública del municipio de Envigado, de manera que es muy plausible lograr la autorización para su uso.

Para la instalación y el cálculo de cableado posterior, se resalta que el tablero de distribución al que debe conectarse el sistema está ubicado cerca a la entrada vehicular de la secretaría, junto a la zona 7 resaltada en la Foto 14. Adicionalmente para la selección de todos los equipos se establece que la conexión actual es trifásica.

3.3.3 DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO

De acuerdo con las estimaciones preliminares, las áreas aprovechables con las que cuentan los techos son las siguientes

- 1 Coliseo: Área aprovechable con un largo de aproximadamente 30 m y un ancho de 6m más zonas de servicio. Aproximadamente 180 m²
- 2 Edificio 1 (derecha): Un área aproximada de 100 m² aprovechables incluyendo zonas de servicio.
- 3 Edificio 2 (izquierda): área aprovechable de aproximadamente 74 m² para paneles y zonas de servicio.

Los cálculos se presentan bajo dos tipos de mediciones, STC y NOCT, buscando establecer un rango razonable en el que se encontrará la generación inicial del arreglo y para tener una referencia a la hora de evaluar las ofertas técnicas de los proponentes y poder determinar qué valores hacen sentido y reflejan una buena aproximación a las demandas de este proyecto. STC corresponde a condiciones estándar de pruebas y representan situaciones ideales de generación que son reproducidas en laboratorios en aras de tener una referencia estándar para poder comparar eficiencias. STC entonces representa la generación máxima que puede alcanzar el panel de acuerdo a su capacidad. NOCT por su parte se define como la Temperatura Normal de Operación de la Célula, y corresponde a condiciones operacionales que no son ideales y que permiten dar una medición más realista del comportamiento de los paneles. Adicionalmente, estas mediciones están directamente relacionadas con cada tipo de panel, por lo que para este ejercicio se establece un panel de referencia de 390W marca Jinko Solar.

Es importante tener en cuenta que para la disposición de los paneles fotovoltaicos se requieren espacios de fácil acceso y de circulación para que el operario de mantenimiento pueda hacerlo de forma adecuada, y para que la instalación también se pueda llevar a cabo sin poner

en riesgo la integridad del personal. Con este propósito se establece un espacio libre circundante al arreglo de paneles y un espacio de mínimo un metro entre cada fila de paneles, de manera que se tenga un acceso rápido y sencillo al cableado entre los paneles y se puedan limpiar sin necesidad de pararse sobre los mismos, ya que se corre el riesgo de romper alguna celda del panel, con lo que se tendría que reemplazar el panel completo. Cuando solo hay dos filas de paneles y el espacio es justo, no es necesario establecer la franja entre paneles, ya que por ambos lados se tiene acceso al cableado. Por otro lado, el espacio entre paneles es necesario y su distancia incrementa si los paneles están inclinados por temas de sombras que se puedan generar entre paneles.

Teniendo en cuenta esto, y buscando responder de mejor manera a los requerimientos de demanda de la Secretaría con la posible generación de algunos excedentes, se presentan las siguientes alternativas, cuyos detalles fueron estimados con la calculadora FV presente en el Anexo 3.

Como primera opción preliminar para la disposición de los paneles se presenta la siguiente distribución, que tiene en cuenta para la disposición de paneles las áreas disponibles del Edificio 1 y 2.



Ilustración 10. Alternativa 1: paneles en los dos techos de teja española

Fuente: Secretaría de Ambiente y Equipo Consultor, 2020.

Esta alternativa podría contar con cerca de 67 paneles solares distribuidos como se presenta en la anterior figura. Se observa que la distribución de los paneles estaría en distintas áreas del techo, unos con una orientación y otros con otra, recibiendo diferentes intensidades de luz según la hora del día con eventuales zonas de sombra sobre los paneles.

Este arreglo podría proveer entre el 85% y el 125% como máximo del consumo promedio de la secretaría.

ALTERNATIVA 1	STC	NOCT
P _{MAX} (WP)	390	294
CÁNTIDAD PANELES	67	67
POTENCIA DEL ARREGLO (DC) KW	26,13	19,698
HORAS DE RADIACIÓN SOLAR	5	4,5
GENERACIÓN MENSUAL KWH	3.821,51	2.592,75
GENERACIÓN ANUAL KWH	45.858,15	31.112,99
CONSUMO MENSUAL MAX KWH	3.040	3.040
PRECIO EN FACTURA COP/KWH	464,15	464,15
% GENERADO CON RESPECTO AL CONSUMO	125,7	85,3
AHORRO MENSUAL COP	1.411.016,00	1.203.424,56

Tabla 12. Proyecciones del arreglo 1

Fuente: Equipo Consultor, 2020.

Como ya se mencionó anteriormente, el Edificio 2 está siendo considerado para obras de demolición, por lo que se genera la siguiente alternativa:

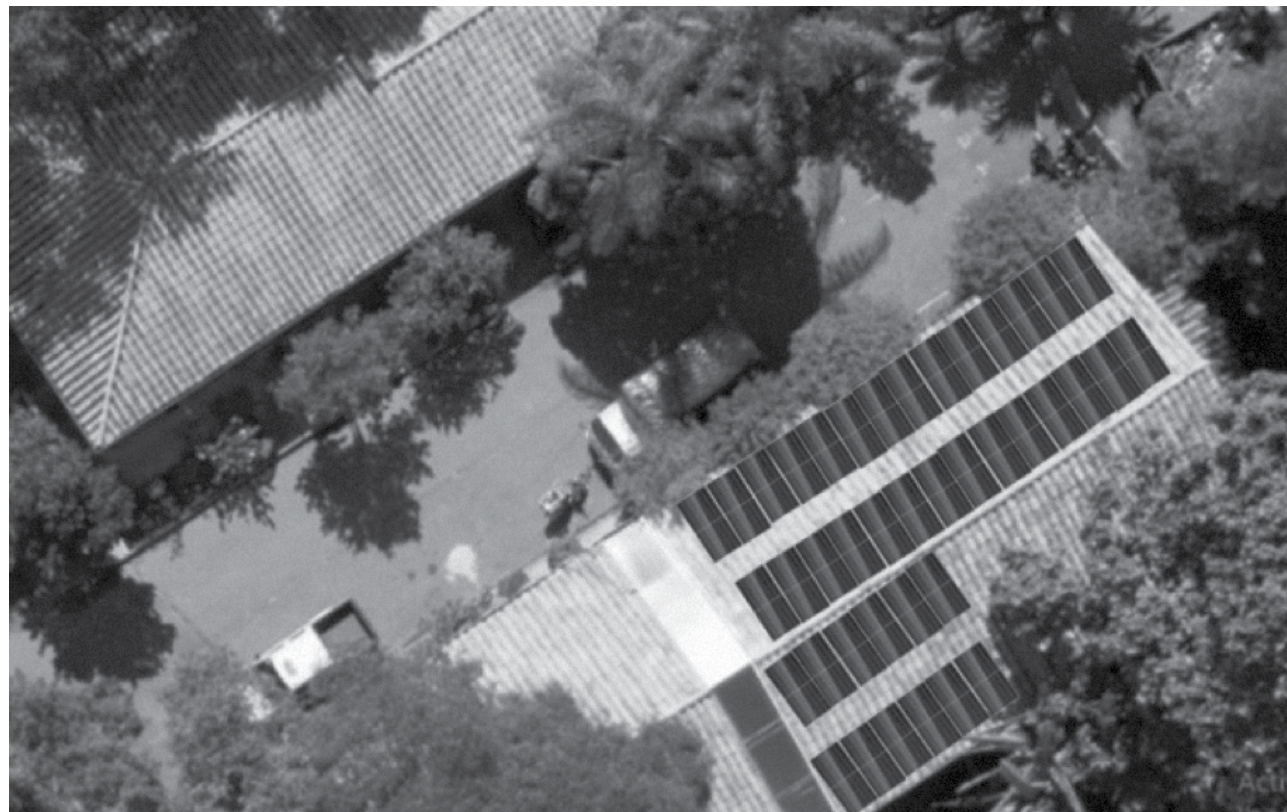


Ilustración 11. Posible arreglo fotovoltaico en el Edificio 1

Fuente: Secretaría de Ambiente y Equipo Consultor, 2020.

ALTERNATIVA 2	STC	NOCT
P _{MAX} (WP)	390	294
CÁNTIDAD PANELES	40	40
POTENCIA DEL ARREGLO (DC) KW	15,6	11,76
HORAS DE RADIACIÓN SOLAR	5	4,5
GENERACIÓN MENSUAL KWH	2.281,50	1.547,91
GENERACIÓN ANUAL KWH	27.378,00	18.574,92
CONSUMO MENSUAL MAX KWH	3.040	3.040
PRECIO EN FACTURA COP/KWH	464,15	464,15
% GENERADO CON RESPECTO AL CONSUMO	75,0	50,9
AHORRO MENSUAL COP	1.058.958,23	718.462,43
AHORRO ANUAL COP	12.707,500	8.621,549

Tabla 13. Proyecciones del arreglo 2

Fuente: Equipo Consultor, 2020.

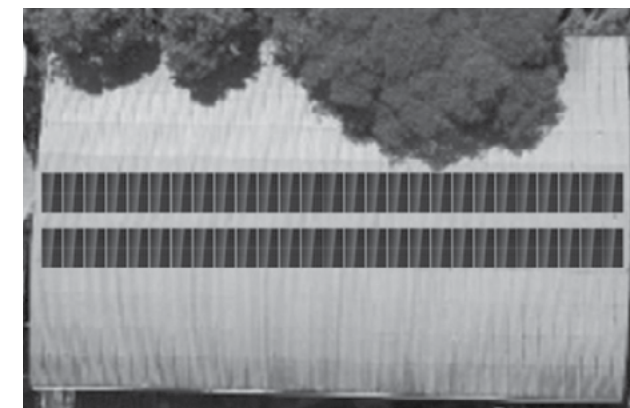


Ilustración 12. Posible disposición del arreglo fotovoltaico sobre el Coliseo

Esta alternativa dos implicaría tener que incurrir en bastantes de los mismos esfuerzos requeridos para la Alternativa 1, con los mismos riesgos, pero con una cobertura de la demanda apenas sobre el 50%. Si el edificio del frente es demolido y se construye uno más alto, los paneles podrían verse afectados por la sombra del nuevo edificio en horas de la tarde. Sus ahorros anuales oscilarían entre los 8.600.000 COP y 12.700.000 COP.

Finalmente se considera la alternativa 3, donde se aprovecha el espacio abierto del coliseo para poder el siguiente arreglo de paneles. En esta alternativa todos los paneles tendrían la misma orientación, similar inclinación, estarían libres de sombras y sobre un techo más robusto. La producción podría cubrir entre un 70% y un 100% de la demanda energética del edificio con ahorros anuales entre los 11.600.000 COP y 17.000.000 COP.

ALTERNATIVA 3	STC	NOCT
P _{MAX} (WP)	390	294
CÁNTIDAD PANELES	54	54
POTENCIA DEL ARREGLO (DC) KW	21,06	15,876
HORAS DE RADIACIÓN SOLAR	5	4,5
GENERACIÓN MENSUAL KWH	3.080,03	2.089,68
GENERACIÓN ANUAL KWH	36.960,30	25.076,14
CONSUMO MENSUAL MAX KWH	3.040	3.040
PRECIO EN FACTURA COP/KWH	464,15	464,15
% GENERADO CON RESPECTO AL CONSUMO	101,3	68,7
AHORRO MENSUAL COP	1.411.016,00	969.924,28
AHORRO ANUAL COP	16.933.000	11.640.000

Tabla 14. Proyecciones del arreglo 3

Fuente: Equipo Consultor, 2020.

Ahora bien, con ánimo de comparar las alternativas con sus ventajas y desventajas, se agrupan Alternativa 1 y 2 representando el techo de teja española y se compara con la Alternativa 3.

FORTALEZAS		DEBILIDADES	
ALTERNATIVA 1 Y 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 1 Y 2	ALTERNATIVA 3
El arreglo de paneles se encuentra cercano a la caja de distribución.	El arreglo de paneles puede quedar uniforme, todos con la misma dirección lo que implica condiciones iguales de generación para todo el arreglo.	Los paneles se encuentran dispuestos en diferentes áreas y su conexión puede ser compleja.	La ubicación del sistema fotovoltaico implica mayor distancia a la caja de distribución.
Por inclinación del techo, los paneles estarían automáticamente con buena inclinación, sin necesidad de estructura adicional.	El techo plano permite darle la inclinación deseada.	Los paneles tienen diferentes orientaciones y reciben diferentes radiaciones con exposición a sombra. Cada conjunto necesitaría su propio MPPT.	También por estar por fuera de la secretaría hay una mayor distancia entre las partes DC del arreglo (paneles a inversor).
Por inclinación del techo, los paneles estarían automáticamente con buena inclinación, sin necesidad de estructura adicional.	Instalación sencilla y directa.	Para un funcionamiento óptimo requiere microinversores, lo que significa más equipos y potencialmente mayor costo.	El espacio donde está ubicado el coliseo no es propio de la secretaría, por lo que aun siendo del municipio, requiere de permiso adicional.
Como requiere de microinversores, estos tienen una vida útil más larga que un inversor de cadena, por lo que disminuye la probabilidad de inversiones adicionales en equipos. Además, si se daña, no solo es más económico cambiar un microinversor que el inversor de cadena, sino que no deja sin funcionamiento a todo el sistema mientras se hace el cambio.	Espacio amplio y libre de sombras u obstáculos más altos alrededor.	Alta demanda de tiempo, mano de obra y experticia para su instalación.	Se debe acondicionar acceso al techo o utilizar equipo elevador.
	Amplio y abundante espacio para mantenimientos.	El techo es delicado por naturaleza y se crea riesgo por goteras.	
	Puede tener buen desempeño con un solo inversor de cadena, que usualmente es más económico.	Requiere poda de árboles constante.	
	Permite la futura ampliación en términos de espacio libre cercano.	Mantenimiento puede resultar engorroso y demanda instalación de rieles para caminatas y evitar fracturas o desplazamientos de la teja	
		Poco lugar para ampliación.	

Tabla 15. FODA de las alternativas

Fuente: Equipo Consultor, 2020.

Teniendo en cuenta lo expuesto, se elige la Alternativa 3 por ser considerada la más viable técnicamente y será esta alternativa la utilizada para dar cuentas del detalle técnico asociado a un proyecto fotovoltaico.

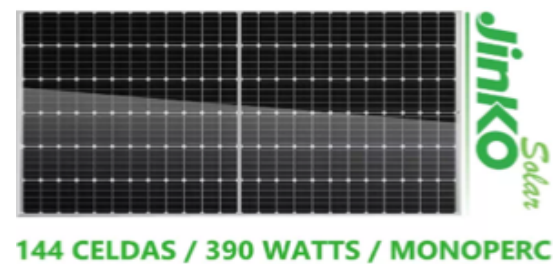
3.3.4 REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO²

De acuerdo con el cálculo del Factor de Emisión del Sistema Interconectado Nacional revisado en diciembre de 2019 por la UPME, para proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el factor de emisión que puede ser utilizado para estimar emisiones reducidas en proyectos cuyas actividades resultan en ahorros de electricidad y esta electricidad ahorrada habría sido suministrada por la red, es de 0.381 tCO²/MWh.

Se estima que los 54 paneles de la instalación generen entre 25.000 kWh y 30.000 kWh anuales. Esto en un periodo de 25 años de vida útil del proyecto (la vida útil de los paneles es de 25 años), representa entre 625 y 750 MWh, que a su vez corresponde a emisiones reducidas entre 238 tCO² y 285 tCO² en 25 años. En el Anexo 3 se encuentra la calculadora de emisiones.

3.3.5 EQUIPOS REQUERIDOS

Paneles Solares



El panel de referencia a ser utilizado será Jinko solar JKM390M-72H, monocristalino de 144 celdas con tecnología PERC y potencia de 390W, ya que es de los de mayor capacidad de generación disponible y de fácil acceso en el mercado colombiano. Adicionalmente los paneles monocristalinos presentan varias ventajas sobre los policristalinos, siendo la principal que son más eficientes.

Ilustración 13. Panel fotovoltaico modelo Fuente: (Solartex, 2020)

Este panel tiene unas dimensiones de 1002 mm x 2008 mm y tiene garantía por rendimiento lineal como se aprecia en la siguiente figura. Se escogió de este tamaño dadas las condiciones de amplitud en el techo y la necesidad de generar tanto como fuera posible.

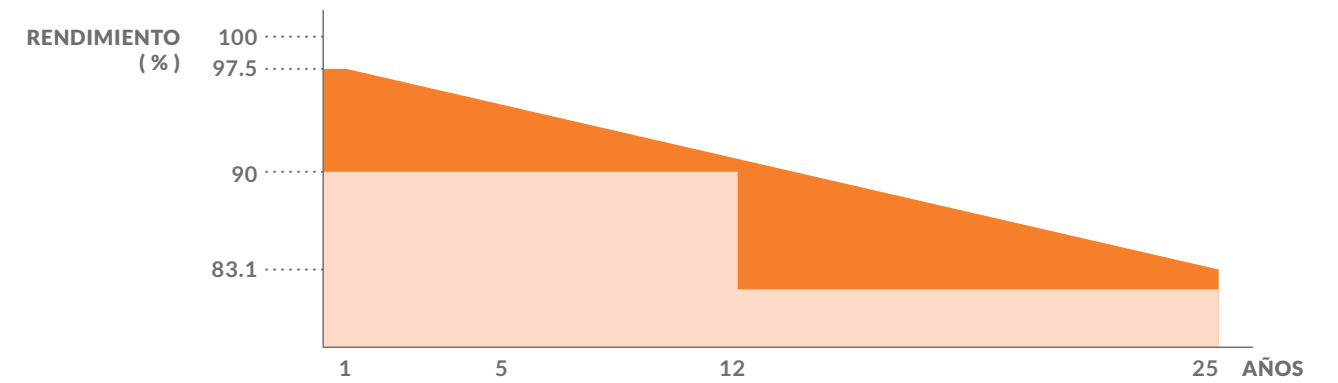


Ilustración 14. Rendimiento en el tiempo garantizado para el panel

Fuente: Adaptado de (JINKO, 2020)

Se recomienda que el panel presentado por los oferentes sea monocristalino con tecnología PERC y con garantía no solo de funcionamiento del producto, sino también de rendimiento de producto.

Arreglo de los paneles

Los 54 paneles del arreglo se organizarán en tres grupos de 18 paneles conectados en serie. Estos tres grupos a su vez estarán conectados en paralelo. El circuito de paneles en serie mantiene la corriente de uno de los paneles, pero incrementa el voltaje, de forma que se suma el Voc de cada panel en serie. Por el contrario, el circuito de los paneles en paralelo mantiene el nivel de tensión de los paneles, pero incrementa la corriente, resultando en la suma de la Isc de cada panel en paralelo. Por lo tanto, la salida DC del arreglo tendrá un voltaje de 887,4 V y una corriente de 30,36 A.

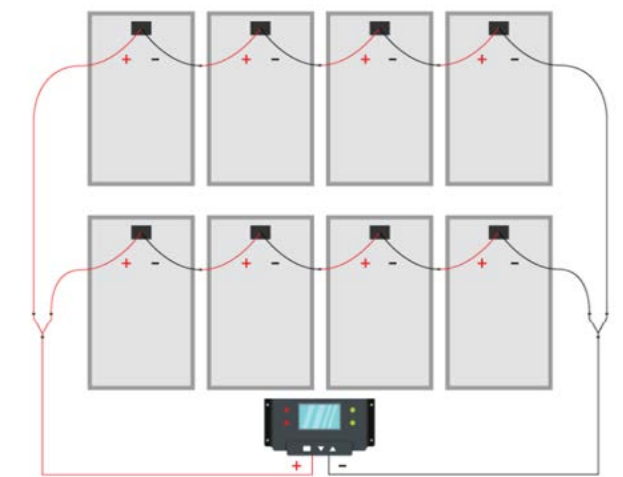


Ilustración 15. Arreglo esquemático serie y paralelo

Fuente: Adaptado de (SolarReviews, 2020)

Es importante resaltar que al evaluar la disposición que hagan los oferentes, se recomienda que manejen conexiones en paralelo, ya que este tipo de conexión le da mayor confiabilidad al sistema, porque en caso de que algún panel deje de generar, solo se ven afectados los paneles que están conectados en serie con este. La cantidad de paralelos entonces debe tener en cuenta, que sean la mayor cantidad posible por confiabilidad, pero

balanceando este criterio con que la corriente de salida no sea excesiva.

Para ejemplificar lo anterior se tiene el siguiente diagrama, que representa un arreglo de ocho paneles, donde hay un paralelo entre dos grupos de cuatro paneles conectados en serie. Por el paralelo, si un panel en cualquier serie deja de funcionar, no se cae todo el sistema sino solo cuatro de los ocho paneles.

Conectores

Como se puede observar en la figura anterior cada panel tiene una salida negativa y una positiva, es decir un cable positivo y otro negativo. Sin importar si los paneles se arreglan en paralelo o en serie es preciso conectar los paneles entre sí y los arreglos entre sí, además de conectar el arreglo al inversor. Con este fin se han creado elementos conocidos como conectores. Actualmente estos elementos tienen un estándar internacional al que distintos productores se ciñen. Los más comunes se conocen como conectores MC4 y los hay esencialmente para conexiones uno a uno (conexiones en serie), dos a uno (conexiones en paralelo) y entrada a la caja. A continuación, se observan los diferentes elementos conectores:

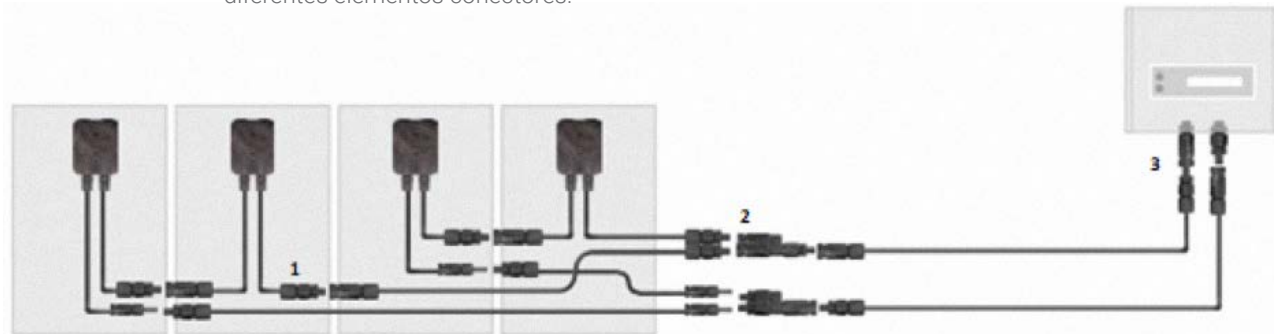


Ilustración 16. Tipos de conexión en un sistema FV

Fuente: (Stäubli, 2020)

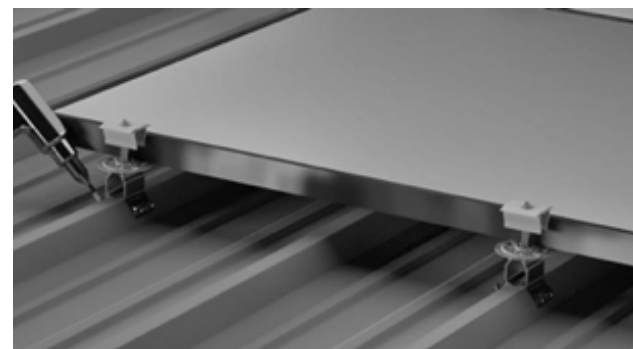


Sin entrar en más detalles se aclara que tales elementos son cruciales y es preciso que sean de la más alta calidad, además que los conectores de todo el sistema deben ser del mismo fabricante, para evitar problemas de derretimiento que causen daños eléctricos, y que los paneles en sus especificaciones mencionan que tipo de conectores requieren, de manera que deben coincidir.

Ilustración 17. Conectores MC4 macho y hembra
Fuente: (Stäubli, 2020)

Estructura

Cuando se habla de estructura se habla del sistema de soporte al que se anclan los paneles solares, bien sea al suelo, a una pared o a un techo. Sin sistema de anclaje no hay sistema fotovoltaico. Su importancia no puede ser subestimada pues básicamente sostiene todo el arreglo en su lugar, y si el sistema falla las consecuencias pueden ser



económicamente devastadoras, si es que no resulta en pérdida de vidas humanas por paneles arrancados de sus soportes y cayendo desde las alturas sobre incautos peatones.

Hay varios tipos de anclaje que varían según condiciones de la superficie donde se vayan a ubicar, si es techo, pared o suelo, su inclinación, posibilidades de fijación, necesidad de movimiento, tamaño de los paneles, etc. En el caso de la alternativa seleccionada se tiene un techo que es bien de teja trapezoidal o bien teja grafada. Para

Ilustración 18. Sistema de anclaje seleccionado. Broches para junta adyacente.
Fuente: (S-5I, 2020)

este caso en particular, dado el tipo de anclaje escogido, no hace diferencia más que en eventualmente confirmar qué tipo de techo es y así poder elegir la grapa correcta. Por grapa se entiende la pieza que va directamente al techo en este sistema de anclaje directo sin rieles. En la imagen de la izquierda se puede observar dicha grapa pegada al techo y sosteniendo sobre sí la pequeña estructura de aluminio que ajusta el panel y el disco que los soporta. El conjunto de broche y disco son universales dentro de cada fabricante y se pueden montar sobre la grapa requerida por el techo.

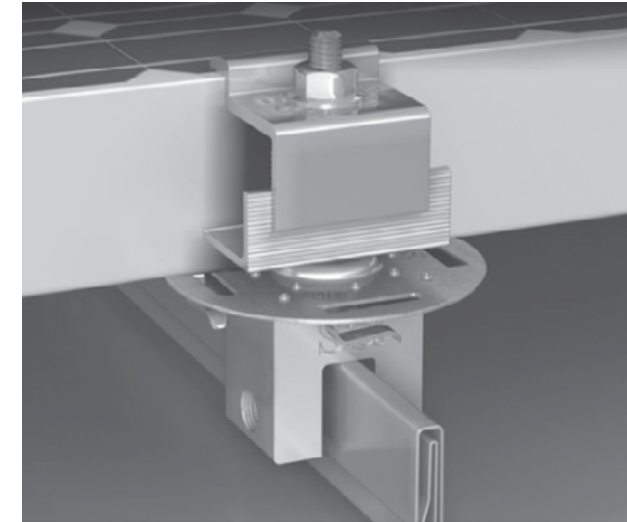


Ilustración 19. Broche de borde en techo grafado

Fuente: (S-5I, 2020)

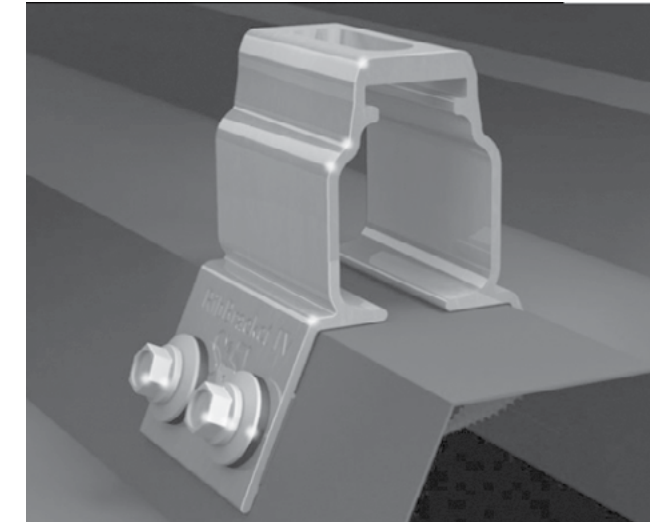


Ilustración 20. Grapa para techo trapezoidal

Fuente: (S-5I, 2020)

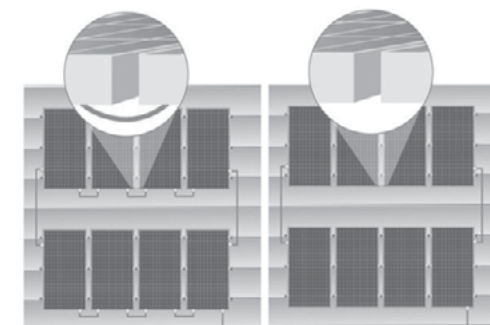


Ilustración 21. Sistema convencional vs anclaje directo
Fuente: (S-5I, 2020)

Una de las ventajas de este sistema es que como los broches son metálicos, al ser ubicados para fijar dos paneles adyacentes, dan continuidad al flujo de corriente en la estructura, que debe garantizarse para aterrizar la estructura metálica a tierra para proteger el sistema en caso de descargas atmosféricas y entonces no se tienen que conectar los paneles con cables dentro de una serie, sino únicamente para conectar series en paralelo y conectar a tierra. Esto de por sí representa un ahorro en tiempo de instalación y materiales mientras que disminuye el riesgo de falla pues no hay partes que se puedan desconectar.

Cabe aclarar que hay distintos broches para juntas adyacentes y broches para los costados que quedan al borde del arreglo, y además que, aunque en este caso presentamos una solución de estructura que no requiere de rieles buscando disminuir costos y tiempos de instalación, es posible añadir los paneles a través de una estructura con rieles (ej. estructuras Alurack).

Inversor

La función principal de un inversor solar es convertir la electricidad de corriente directa (DC) producida por los paneles solares a corriente alterna (AC). AC es el tipo de energía que llega usualmente a los hogares a través de la red de distribución.

La segunda función de un inversor solar es maximizar la entrega de poder que se obtiene de los paneles solares. Un inversor de cadena está diseñado para recibir una gran cantidad de potencia, ya que transforma toda la generación del arreglo. En ocasiones en las que el arreglo sea muy grande, se pueden conectar varios inversores de cadena, pero la diferencia principal con respecto a un microinver-

sor, es que este segundo tiene la capacidad de controlar la generación de cada panel puntualmente. De esta forma se le da mayor flexibilidad al sistema para que cada panel produzca la energía máxima que le permitan las condiciones climáticas, mientras que el inversor de cadena solo puede maximizar la producción del sistema completo, y con un poco más de detalle las series de paneles si cuenta con varios controladores MPPT internamente, pero nunca con el nivel de flexibilidad de un microinversor.

Por esta razón, si un panel del sistema tiene una sombra y por ende genera menos que otros paneles en el mismo arreglo, con un inversor de cadena disminuye a esa generación la producción de todos los paneles. Claramente esta inversión en flexibilidad requiere de un costo mayor inicial, dado que se requieren de más equipos a la hora de usar microinversores, por lo que se tienden a utilizar únicamente cuando las condiciones del sistema lo requieren (múltiples sombras, distintas direcciones de los paneles, etc).

Ahora, sin importar si se utiliza un inversor de cadena o microinversores, el sistema requiere de un medidor que permita explotar la capacidad de comunicación de los equipos, para mantener el sistema de generación fotovoltaico monitoreado, saber cuánta energía está generando, comparar cuanto está consumiendo del sistema FV y cuanto de la red, y evaluar si hay caídas de generación si requiere de mantenimiento por sombras o cuando algún equipo deje de funcionar, y para esto cada marca de inversores ofrece el medidor inteligente asociado al inversor. Este no se debe confundir con el medidor bidireccional a través del cual el operador de red hace el cobro de la energía en la factura mensual.

Para la selección del inversor se utilizan los valores de voltaje de circuito abierto (Voc) y la corriente de corto circuito (Isc) del panel elegido, ya que el inversor tendrá que ser capaz de aguantar los niveles de tensión y corriente máximos del sistema fotovoltaico. Para calcular estos valores totales, hay que revisar cuantos paralelos de cuantos paneles

en serie van a ser ubicados. Adicionalmente se debe tener en cuenta la potencia pico del sistema.

En el caso de la alternativa 3, se tienen 54 paneles divididos en 3 paralelos de series de 18 paneles. Es decir, el Voc se suma 18 veces y el Isc se suma 3 veces. Esto da un voltaje de salida del arreglo de hasta 888V y una corriente de hasta 30,36A.

Teniendo esto en cuenta se recomienda un inversor como el Fronius Symo 15 KVA 208V Webserver o con características similares. Este inversor recibe una potencia de entrada de entre 12 a 19,5 kWp, su rango de voltaje de funcionamiento es 300 - 1000 V y una corriente de entrada utilizable de 50 amperios. La vida útil de un inversor ronda los 10 años.



Figura 1. Fronius Symo 15 KVA 208 V Fuente: (Fronius, 2020)

Cableado

El cableado es por donde las corrientes eléctricas se mueven y dan vida a todo el sistema. Es preciso tener en cuenta que se requiere un cableado especial para mover la corriente directa del panel al inversor, y unos cables diferentes para mover la corriente alterna que sale del inversor y llega a alimentar el tablero principal, ya que una parte del sistema funciona con DC y otra con AC. Los cables deben cumplir con estándares de calidad internacionales y RETIE pues deben poder ser dejados a la intemperie, ser enterrados, soportar altas temperaturas en ambientes secos y húmedos, no contribuir a la propagación de incendios, resistir impactos y dobleces, gasolinas y aceites. La selección del calibre del cable está asociada a la corriente del sistema que debe transportar dicho cable, y esto está determinado de forma estándar por todos los distribuidores de cables.

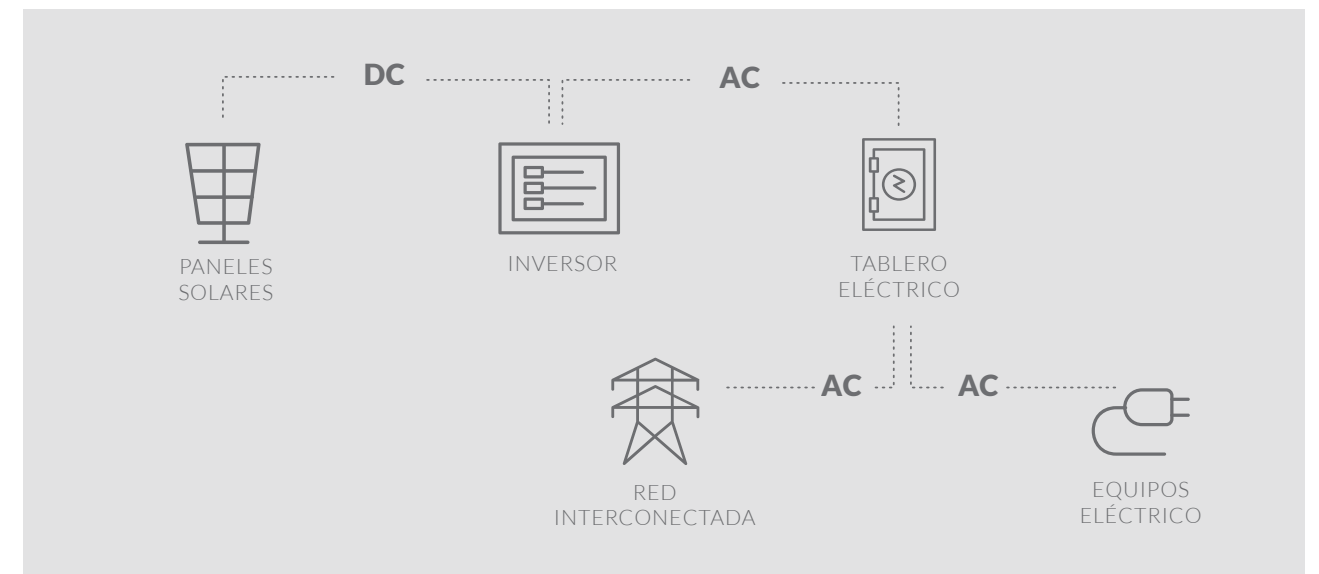


Ilustración 22. Tipo de corrientes y conexiones dentro del sistema Fuente: Adaptado de (Solar Reviews, 2020)

Para el caso de la conducción DC de los paneles al inversor, se puede seleccionar el cable Centelsa Fotovoltaico Tipo PV, EPR+CPE 2000V 90°C SR de calibre 8AWG de 7 hilos, o uno de similares características. Este en específico es un cable formado por un conductor de cobre suave, con aislamiento de etileno propileno (EPR) y una cubierta de polietileno clorado (CPE). Con un voltaje máximo de operación de 2000V, una temperatura máxima de operación de 90°C en ambiente seco húmedo o mojado y resistente a la luz solar (SR - Sunlight Resistant).



Ilustración 23. Cable para conexión DC entre los paneles y el inversor Fuente: (CENTELSA, 2020)

Para la parte de corriente alterna, es decir entre el inversor y la acometida, se selecciona un cable de alto estándar: extra flexible (clase J) extra deslizable con aislamiento en PVC retardante a la llama, resistente a la abrasión, al impacto, a la intemperie, al calor y la humedad y con una chaqueta externa de poliamida (nylon). En este caso particular el cable seleccionado ha sido el Centelfex Plus de calibre 8AWG, que cumple con el RETIE y las norma NTC 5916.



Ilustración 24. Cable para conexión AC entre el inversor y la acometida Fuente: (CENTELSA, 2020)

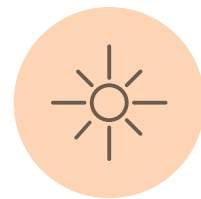
Con respecto a la elección del calibre del cable, es clave tener en cuenta las pérdidas que suceden por calor entre elementos del sistema, asociados directamente a la distancia que debe recorrer el cable. Por ejemplo, se tiene que entre los paneles y el inversor la caída sea máximo de 3% y recomendada de 1%. Entre mayor sea la distancia entre los elementos, mayores tienden a ser las pérdidas, y si el calibre no se elige de forma adecuada también puede contribuir a aumentar las pérdidas, además de que el sistema no va a transportar la energía de forma segura y eficiente de un punto a otro. Para estos cálculos de calibre y pérdidas es preciso valerse de una calculadora de secciones de cable y tener a mano datos de longitud, corriente, tensión y pérdidas aceptables.

Sistema de protección

El sistema de protección es una parte vital del sistema fotovoltaico y quizás la más importante a la hora de evitar accidentes potencialmente fatales. De fallas en este sistema se pueden desprender cortos circuitos, incendios, daño de equipo valioso, electrocución y/o muerte.

Es importante tener presente que debe haber una línea equipotencial donde todas las partes metálicas del sistema estén conectadas y vayan a tierra. Ahora bien, aunque Envigado no es conocido por sus tormentas eléctricas, debe haber también una protección de pararrayos.

Sobre el sistema de protección, puntualmente la puesta a tierra, el RETIE ofrece las siguientes pautas:



(21.8.2 q.)

Cuando las tensiones nominales en corriente continua sean superiores a ±48 V en instalaciones solares fotovoltaicas, deben contar con un sistema de puesta a tierra, a la que debe conectarse el punto neutro de la conexión, las masas metálicas y las estructuras de soporte.

(21.8.3 g.)

Se debe proporcionar una conexión a tierra de los equipos, esto significa que todas las partes metálicas expuestas del sistema, (incluyendo gabinete del controlador, gabinete del interruptor del arreglo, marco de los módulos y estructuras de montaje), deben ser puestas a tierra mediante conductores.

(21.8.3 h.)

El cable de puesta a tierra de los equipos debe ser de cobre aislado de color verde, con un calibre no menor al calibre del conductor principal del arreglo fotovoltaico.

Además de estas especificaciones para la conexión a tierra, es clave tener en cuenta los parámetros establecidos para las protecciones contra sobrecorriente, medios de desconexión y puesta a tierra establecidos en la NTC 2050.

Un elemento de vital importancia es el equipo de protección contra sobretensiones (DPS). Este es un elemento que se encargan de regular el voltaje que llega desde los paneles al inversor y lo protegen de picos de tensión potencialmente dañinos enviando a tierra voltajes superiores a umbrales seguros. Ayuda a prevenir arcos voltaicos y daños por fuego. Adicionalmente se recomienda la protección de series a través de fusibles en el lado DC del sistema, y estos deben ser instalados entre los paneles y el DPS, de manera que el DPS sea la última línea de defensa antes de que un sobrevoltaje llegue al inversor. Como en toda instalación eléctrica se debe tener un breaker totalizador del lado AC, que en caso de fallos del sistema fotovoltaico lo aisle completamente del sistema de distribución.

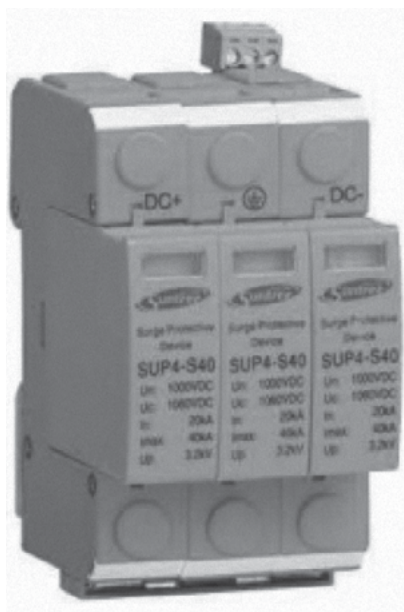


Foto 17. SPD con indicadores visuales
Fuente: (Suntree, 2019)

Medidor Inteligente



Foto 18. Medidor Inteligente
Fuente: (Solartex, 2020)

El medidor inteligente es una pieza clave dentro del sistema que sirve para obtener el registro de las curvas de carga y generación del sistema FV. El medidor también se puede encargar de controlar límites de alimentación de excedentes a la red, y coordina y optimiza los distintos flujos de energía y su gestión dentro del sistema. Dentro de un medidor se buscan características de precisión en la medición y flexibilidad a la hora de acceder a los datos, bien sea en almacenamiento físico o con datos accesibles en la nube en tiempo real para poder monitorear de la mejor manera. El medidor inteligente debe ser de la misma marca que el inversor para garantizar la compatibilidad y la flexibilidad a la hora de poder sacar el máximo provecho de los servicios ofrecidos por estos equipos. En este caso se muestra un medidor Fronius básico, pero existen medidores con display del mismo fabricante, en caso de preferirlo y además se debe tener en cuenta que la visibilidad de la información en tiempo real a través de la plataforma SolarWeb en línea depende de la conexión a internet del dispositivo en cuestión.

3.3.6 COSTOS ESTIMADOS DEL PROYECTO FV

A continuación se aprecia el costo de los equipos que se requieren para el sistema FV planteado.

ELEMENTO	TIPO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO (COP)
Panel (ud)	Jinko solar 390W	573.200,00	54	30.952.800,00
Inversor	Fronius Symo 15.0-3 208	10.900.000,00	1	10.900.000,00
Estructura paneles	S-P5! PV kit + rib bracket	18.065,00	168	3.034.920,00
Medidor inteligente	Fronius smart meter US-240V	1.298.000,00	1	1.298.000,00
Conectores	MC4	12.800,00	57	729.600,00
Cableado DC (m)	Centelsa cable fotovoltaico Cu 8AWG XLPE	4.148,00	90	373.320,00
Cableado AC (m)	Centelsa centeflex plus THWN2 4x8AWG TC SR	7.255,00	60	435.300,00
DPS protección sobrevoltaje	DPS Suntree 3P 1000VDC 20-40KA	219.000,00	6	1.314.000,00
Fusibles	Fusible Worldsunlight 30A 1000V DC con caja tipo riel	63.900,00	36	2.300.400,00
Breaker totalizador	ABB Formula 125A Capacidad de Ruptura 25 KA - A1B	317.800,00	1	317.800,00
Tuberías IMC	Tubo Metalico Conduit Galvanizado IMC de 1 x 3Mts	53.950,00	35	1.888.250,00
Cofre metálico	50x35x20cm	153.320,00	2	306.640,00
Contador bidireccional	Trifásico MT-174 Iskra	748.000,00	1	748.000,00
Conexión a tierra	Varilla cooperweld	60.000,00	1	60.000,00
	Conductor conexión estructura paneles (m)	4.800,00	45	216.000,00
SUBTOTAL DE EQUIPOS				54.875.030,00

Tabla 16. Costos del sistema FV

Fuente: Equipo consultor, 2020.

Además, se tienen en cuenta los costos asociados que van a tener un impacto del costo final del proyecto, tales como los que se observan en la siguiente tabla.

COSTOS DE INSTALACIÓN		
Diseño e Ingeniería	12% del subtotal de equipos	6.585.003,60
Instalación	6% del subtotal de equipos	3.292.501,80
Transporte	Peajes	50.000,00
	Gasolina	140.000,00
	Gasolina	100.000,00

Tabla 17. Otros costos asociados al sistema

Fuente: Equipo consultor, 2020.

El costo total del diseño, transporte e instalación para el sistema FV ronda los 65 millones de pesos.

3.4 ANÁLISIS DE RIESGOS

Los siguientes son algunos de los riesgos que pueden presentarse en la implementación de medidas de EE y el proyecto FV.

	RIESGO	CAUSAS POSIBLES	POSIBLE MITIGACIÓN
CATEGORÍA GOBERNANZA	Patrones de consumo de los usuarios aumenta demanda energética y elimina ahorros.	Falta de directrices internas y desarrollo de campañas de ahorro de energía.	Implementación de campañas de sensibilización y formación en EE para los usuarios. Involucramiento de los funcionarios en procesos de desarrollo de medidas EE.
	Retrasos de programación	Cronograma con bajo detalle de actividades. Discrepancia entre las actividades planificadas y ejecutadas.	Los plazos del sector público dependen de la tramitación en varios departamentos, por lo que es necesario la implicación de la alta jerarquía para definir la prioridad y acelerar el procedimiento interno. Tener cronogramas de implementación claros y detallados.
	Las instalaciones se destinan para proyectos de renovación y son demolidos	Necesidad de renovar las oficinas para ampliar capacidad y crear nuevos espacios requeridos por la dependencia.	Tener en cuenta potencial de realización de planes establecidos para el edificio y decidir entonces si vale la pena intervenirle vale la pena o toda mejora se integra desde el principio en un edificio ambientalmente eficiente.

CATEGORÍA TÉCNICO

	RIESGO	CAUSAS POSIBLES	POSIBLE MITIGACIÓN
CATEGORÍA TÉCNICO	Sobreestimación del sistema	Cálculos técnicos desfazados Poca utilización del edificio en escenario post-pandemia	Construcción de línea base adecuada y cálculos técnicos apropiados. Hacer salvedades sobre posible escenario post-pandemia.
	Riesgo estructural relacionado con el peso de las placas en el techo	Techos precarios.	Encuesta e informe de salud estructural realizado por la ciudad o incluido obligatoriamente en el ámbito del anuncio de contrato de la empresa que llevará a cabo el trabajo. Es necesaria una evaluación estructural previa para excluir del proceso de licitación las cubiertas (y, en consecuencia, las plantas fotovoltaicas) que ciertamente no soportan la carga adicional de módulos fotovoltaicos. Además, el análisis previo puede proporcionar la base para el análisis estructural definitivo, responsabilidad de la empresa instaladora.
	Riesgo de incendio	Falla eléctrica	Exigir cumplimiento del RETIE y NTC 2050. Establecer protocolos de emergencia con capacitaciones respectivas y equipo de atención de emergencias requerido para incendios eléctricos. Instalación de protecciones y equipos eléctricos de seguridad
	Mala calidad de los componentes del sistema	Componentes adquiridos sin sellos de calidad, garantía o sellos de fábrica Fraude del contratista Falta de verificación previa de calidad de los equipos ofrecidos	Asegurarse que en la oferta se añadan las hojas técnicas de los equipos y se aclare la marca y equipo específico a ser adquirido. Verificar estándares de calidad y asegurarse que los equipos ofrecidos sean los equipos instalados.
	Dificultad en el mantenimiento	Dificultad para acceder a los componentes del sistema de generación de energía fotovoltaica. Falta de un plan de mantenimiento	Exigir dentro de la propuesta las soluciones de mantenimiento, de tal manera que queden claros los mecanismos o sistemas o que quedarán disponibles para personal autorizado cuando llegue el momento de realizar los mantenimientos y ejecutar posibles reparaciones de la planta solar fotovoltaica.
	Fallos del sistema	Fallas en la instalación Fallos en el equipo	Planear e implementar un protocolo de inspección y supervisión que permita la detección de alertas tempranas.

	RIESGO	CAUSAS POSIBLES	POSIBLE MITIGACIÓN
CATEGORÍA CONTRATACIÓN	Bajo nivel de experticia técnica	Falta de prueba de la capacidad técnica del equipo ejecutor.	Garantizar un alto nivel de competitividad en la licitación y una estructura de contratación eficiente.
	Utilizar un modelo de licitación que evalúe apenas financieramente no permita el uso de criterios técnicos para evaluar y seleccionar al ganador	Evaluación de propuestas sólo por precio.	Agregar a la licitación criterios estrictos de calificación técnica para las empresas, basados en experiencia, prueba de conocimientos específicos en EE o FV, y logros en proyectos anteriores. Insertar en el contrato celebración de multas por incumplimiento de ciertos requisitos de calidad.
CATEGORÍA FINANCIERA	El proyecto se traduce en una generación de energía o en un ahorro, menor de lo esperado	Sobreestimación de posibles ahorros y beneficios del proyecto	Calcular generación / ahorros esperados con rigor técnico. Incluir cláusulas en el contrato de generación mínima esperada.
	El proyecto se hace inviable o su ejecución se ve limitada debido al financiamiento	Baja capacidad de endeudamiento de los municipios. No hay compromiso del municipio más allá del capital semilla	Realizar un análisis previo sobre la capacidad del municipio de financiar las medidas de EE o el proyecto FV si se requiere más que el capital semilla.

Tabla 18. Riesgos asociados al proyecto

Fuente: Equipo consultor, 2020.

Hay otros riesgos asociados al proyecto que deben ser tenidos en cuenta pero están asociados al contratista, tales como lo son: accidentes de tránsito, accidentes eléctricos durante la instalación, accidentes de altura, lesiones por levantamiento de equipo pesado, lesiones por falta de EPP, falta de disposición correcta de materiales de construcción y escombros, entre otros que la Secretaría debe asegurar no serán de su responsabilidad legal si tales llegaran a ocurrir. Con el ánimo de adelantar la una evaluación de riesgo basados en probabilidad e impacto, en el Anexo 4 se encuentra una matriz de calificación para realizar un primer ejercicio de evaluación de riesgos.

3.5 SEGUIMIENTO Y MONITOREO

De un correcto Seguimiento y Monitoreo (S&M) depende la sostenibilidad del sistema a lo largo de los años. El S&M permiten medir el éxito de las medidas de EE y el proyecto FV y es la herramienta que da pie para poder observar el desarrollo de las acciones implementadas y tomar acciones correctivas, de mejora o nuevas acciones que permitan al sistema seguir evolucionando y entregando mejores resultados en el tiempo.

Se recomienda establecer indicadores cualitativos y cuantitativos, tanto de desempeño general como para cada una de las medidas planteadas. Los resultados se pueden evaluar semestralmente teniendo en cuenta que cierta información pueda requerir ser consignada en periodos más cortos de tiempo.

Para las medidas de EE, el recibo de la luz es una primera evidencia que debe ser tenida en cuenta y la implementación de medidas puede verse reflejado en ese indicador básico de energía consumida. Para el sistema fotovoltaico también hay un indicador básico que es la producción FV que puede ser monitoreada con el sistema de medición del sistema que idealmente almacena los datos en la nube y permite que estos sean recuperados y revisados en cualquier momento desde posiciones remotas. A continuación, se presenta una tabla de posibles indicadores para Seguimiento y Monitoreo:

INDICADOR	UNIDADES	CÓMO CALCULARLO	OBJETIVO
Variación en consumo	kWh/periodo	(Consumo periodo anterior – Consumo periodo actual) / periodo	Presentar la variación en la demanda energética de las instalaciones.
Porcentaje de variación en consumo energético	%	(Consumo periodo anterior – Consumo periodo actual) / Consumo periodo anterior *100	Entender en porcentajes las variaciones en el consumo energético
Consumo por número de usuarios	kWh/funcionario	Consumo de energía en determinado periodo / número de funcionarios	Tener una aproximación de cuánta energía corresponde a cada funcionario
Generación FV	kWh/mes	kWh generados mensualmente	Entender la generación fotovoltaica y el potencial real de un sistema en la zona versus cálculos técnicos
Porcentaje de demanda energética atendida por el sistema FV	%	Demanda energética/generación FV*100	Saber cuánta demanda se está cubriendo con el sistema FV
Reducción de emisiones de GEI	tCO2/año	Multiplicación del factor de emisión de la UPME en tonCO ² /MWh por número de MWh/año generados por el sistema.	Saber cuál es la reducción en emisiones generada por el sistema FV.

Tabla 19: Indicadores sugeridos de S&M

Fuente: Equipo consultor, 2020.

4 |

MODELOS DE FINANCIAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE FUENTES RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COLOMBIA

4.1 METODOLOGÍA GENERAL PARA LA SELECCIÓN DE MODELOS DE FINANCIACIÓN

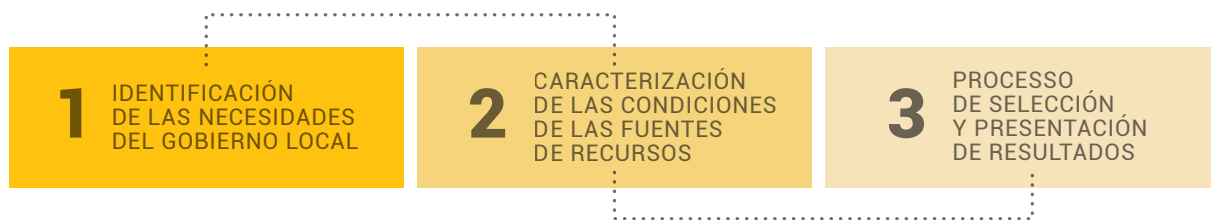


Ilustración 25. Principales etapas metodológicas

Fuente: Equipo consultor, 2020.

Uno de los principales retos de lograr establecer mecanismos de financiación que de manera sistemática viabilicen proyectos asociados a fuentes renovables de energía y eficiencia energética, en Colombia, es lograr alinear los intereses de los agentes de cambio que esperan desarrollar los proyectos y los dueños de los recursos financieros. Esto sucede en razón a que típicamente los intereses de los mecanismos tradicionales de fondeo tienen como driver principal la generación de valor económico de las entidades mientras que los proyectos asociados a cambio climático principalmente tienen objetivos

que se relacionan más con la creación de valor social. Como resultado de esta divergencia de intereses, los principales dinamizadores eran los gobiernos, cuyos intereses están más alineados con la mejora de las condiciones de los ciudadanos.

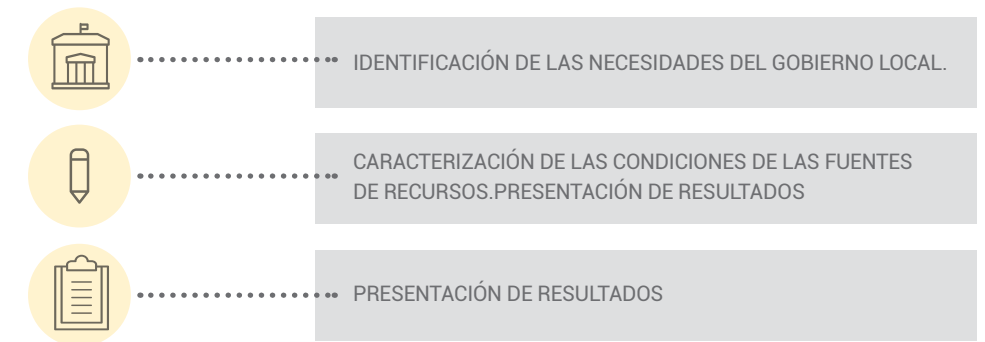
Sin embargo, los recursos de los gobiernos son limitados, sus necesidades de muy diversa índole y a pesar de la mayor conciencia sobre la importancia de seguir creciendo en las acciones de mitigación de emisiones de GEI, es innegable

que, lo que determinará el alcance de las acciones es la capacidad de vincular fuentes de recursos privados en las iniciativas. La buena nueva es que, con el paso de los años se ha presentado una significativa disminución de los costos de los elementos asociados a este tipo de proyectos (paneles de generación fotovoltaica, baterías, bombillas led, etc.) el sector privado ha identificado, y viene desarrollando novedosos modelos de negocio que facilitan el desarrollo de este tipo de proyectos en condiciones que no necesariamente implican préstamo de recursos monetarios, por el contrario, se basan en diferentes formas de interacción o asociación. Como será explicado más adelante, las empresas de servicio de energía (ESCO por sus iniciales en inglés - Energy Service Companies) han desarrollado otros tipos de negocio que le permitirían a los gobiernos locales lograr sus objetivos de cambio climático mientras podrían obtener servicios de valor agregado (respecto a las contrapartes puramente financieras) que podrían facilitar la gestión de los proyectos en sus etapas de diseño, construcción, operación y mantenimiento (los dos últimos para los casos de proyectos de generación distribuida).

Es por esto por lo que, a continuación, presentamos una metodología que permita identificar las mejores alternativas de fondeo o financiación con las que cuenta un proyecto de generación distribuida a partir de FNCR o eficiencia energética, el cual resulta de integrar las expectativas y condiciones particulares de cada gobierno local, con los términos para el acceso a las diferentes alternativas de financiación descritas en el aparte IV del presente capítulo (Mapeo de las diferentes fuentes de recursos).

En este punto es necesario mencionar que la metodología no establece un modelo determinístico que designa una única fuente de fondos como la adecuada. Por el contrario, se trata de un esquema que permita priorizar a partir de las condiciones particulares del proyecto y los requerimientos específicos de cada fuente de recursos.

La metodología de selección, entonces, está conformada por tres bloques:



Condiciones del Gobierno Local

La metodología parte de la caracterización de la situación de cada gobierno local. Para esto se identifican tres dimensiones

a. Restricciones (Cualitativa):

se refiere a todas esas situaciones y/o condiciones asociadas específicamente con Gobierno Local inhiben una relación con un tipo de proveedor de recursos, con uno

en particular o que imponen alguna forma específica de actuación en algún caso. Se proponen las siguientes.

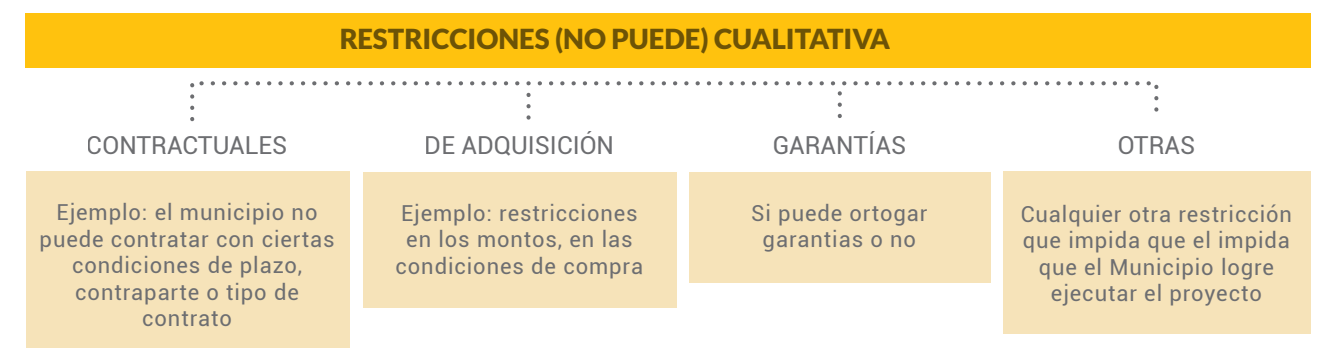


Tabla 20. Ejemplos de restricciones

Fuente: Equipo consultor, 2020.

b. Burocracia (Cualitativa):

Se refiere al conjunto de actividades y trámites que hay que seguir para resolver un asunto de carácter administrativo. En este caso particular deben señalarse los que son necesarias para acceder a cada una de las fuentes de recursos; por ejemplo, solicitar un cupo de endeudamiento para solicitar un crédito. Se proponen las siguientes categorías:

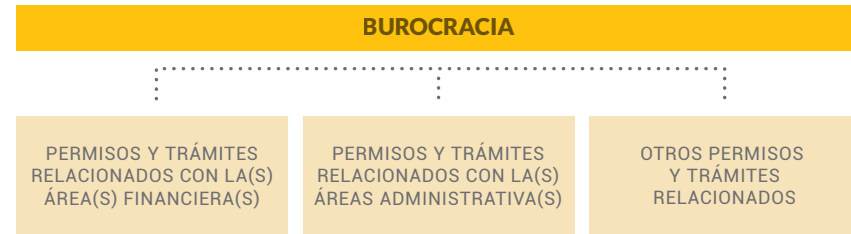


Tabla 21. Ejemplos de burocracia

Fuente: Equipo consultor, 2020

c. Valoración de las condiciones de acceso los recursos (Cuantitativa):

Esta dimensión permite evaluar las preferencias que tiene el gobierno local sobre los principales elementos que caracterizan las fuentes de financiación, así como la relevancia de cada una. Para esto se debe realizar dos tipos de procedimientos: i) ordenar desde el factor más importante al menos importante 1,2...n; igualmente se debe calificar, en una escala de 1 a 5, en donde 5 es "totalmente relevante", 3 es "indiferente" y 1 es "nada relevante" cada factor.

VALORACIÓN DE LAS CONDICIONES ACCESO A RECURSOS (CUANTITATIVA)						
	PROPIEDAD DE LOS ACTIVOS	PLAZO DE PAGOS	PAGO (flujo de caja anual de todas los gastos)	REQUIERE INVERSIÓN INICIAL	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	COSTO FINANCIERO (intereses)
PRIORIDAD						
VALORACIÓN (1-5)						

Tabla 22. Condiciones acceso a recursos

Fuente: Equipo consultor, 2020.



Como se verá en el capítulo posterior, algunas de las alternativas con las que cuentan los gobiernos locales consideran diferentes alternativas de contratación que van desde un contrato de mutuo financiero, hasta contratos tipo EPC³ o BOMT⁴, pasando por contratos de arrendamiento financiero (leasing). Cada tipo de contrato tiene implicaciones sobre la propiedad de los activos.



Plazo de Pago
Se refiere a la preferencia y capacidad de tener obligaciones de corto, mediano o largo plazo.



Pago (Flujo de Caja)
Este es un valor asociado al pago periódico (por todo concepto) que se debe realizar para poder contar con el proyecto.

3. Ingeniería, Compras y Construcción – Por sus siglas en inglés
4. Construir, Operar, Mantener y Transferir – Por sus siglas en inglés



Requiere inversión inicial

Este valor refleja la necesidad de que el Gobierno local cuente con recursos propios, o no, para poder desarrollar el proyecto.



Costo de Operación y Mantenimiento

Considerando que cada tipo de mecanismo de financiación genera diferentes obligaciones alrededor de la operación y mantenimiento de la solución implementada, en algunos casos, existe que este rubro sea asumido como parte de la operación del Gobierno local, con las implicaciones presupuestales que esto trae, o que sea asumido por un tercero.



Costo Financiero

Se refiere específicamente al monto de intereses pagados y aplica, exclusivamente, a los mecanismos que incluyen alguna forma de préstamo de recursos financieros.

Caracterización de las condiciones específicas de las fuentes de recursos

Continuando con la metodología, es necesario evaluar las condiciones típicas de cada mecanismo de financiamiento con el objetivo de identificar aquellos que lograr una mejor armonización con las necesidades, intereses y restricciones de los gobiernos locales.

De igual manera que en el caso anterior, las alternativas se dividen en dos grupos como se observa en la siguiente tabla.



Tabla 23. Condiciones de las fuentes de recursos

Fuente: Equipo consultor, 2020.

a. Restricción:

En este caso las restricciones se refieren a aquellas que podrían impedir al financiador el entregar recursos a los

gobiernos locales. Se han identificado al menos tres de la siguiente forma:

**Tamaño mínimo**

Muchos de los proveedores de recursos tienen condiciones muy específicas respecto de quienes serían adjudicatarios de los recursos. En la mayoría de los casos esta restricción obedece a los costos de estructuración de la operación, que tiene como impacto que algunos proyectos, cuando son muy pequeños, no sean del interés del financiador. Esto debe evaluarse desde la perspectiva individual de cada fuente de recursos ya que estos varían de uno a otro. Es importante anotar que también podrían existir condiciones de tamaño máximo o participación porcentual máxima (en los casos de grandes proyectos), sin embargo, para el caso que nos ocupa, esto no es pertinente.

**Mecanismos de contrato**

Como fue mencionado anteriormente, cada tipo de financiador tiene una forma típica en la que interactúa con sus "clientes", muchas veces por restricciones de orden normativo, por ejemplo, los bancos en ningún caso podrán participar en el capital de estos proyectos y por esto solamente está disponible alguna forma de operación crediticia.

**Riesgo de Crédito o Tipo de Municipio:**

Este tipo de situaciones deberá ser evaluada caso a caso, es decir, cada financiador de manera independiente, mas allá del tipo, ya que estas restricciones obedecen a consideraciones de tipo comercial que cada cual impone.

b. Condiciones Propias del financiamiento

Esta parte cuantitativa deberá ser diligenciada considerando los valores que cada mecanismo y proveedor de recursos establece para el acceso a sus recursos. Se trata de establecer, mediante elementos cuantitativos

parámetros objetivos de comparación entre las diferentes alternativas ya que estas deberán permitir la selección de la mejor alternativa en términos de costo-beneficio.

Proceso de selección y presentación de resultados

El primer paso es estimar el monto que de acuerdo con el estudio técnico es necesario para desarrollar el proyecto, a este monto se le debe restar cualquier tipo de subvención, donación, capital semilla, etc. Con esto se puede establecer que cantidad es la que se debe financiar. La primera fuente de financiación que se debe abordar es la de recursos propios del Municipio, se debe indagar si cuenta con partidas aprobadas para el mismo. Estas partidas se restan al monto anterior, y da como resultado la cantidad a Financiar por terceros.

Una vez se define la cantidad de recursos que se deben conseguir en entidades diferentes al Municipio, el primer paso es excluir aquellas que, por sus propias restricciones, y por las restricciones del Municipio, no puedan trabajar conjuntamente. Con las entidades que quedan, se realiza un proceso de selección, de las que mejor se ajusten a las condiciones e interés de los municipios.

Una vez se ha realizado el proceso de selección, los resultados son presentados al Municipio para iniciar el proceso de acercamiento o "matchmaking" con las Entidades escogidas.

4.2 RECOPILOCIÓN DE INFORMACIÓN Y DATOS

4.2.1 ENTREVISTAS CON POTENCIALES FINANCIADORES

Para la elaboración del presente trabajo se realizó un barrido de las potenciales fuentes de financiamiento para el proyecto piloto y se realizaron investigaciones y / o entrevistas con representantes de algunas de estas Entidades.

4.2.2 DATOS RECOLECTADOS POR EL MUNICIPIO

Con el Municipio de Envigado se ha venido trabajando de manera estrecha, a pesar de la pandemia, por medio de herramientas virtuales como las videoconferencias, llamadas, chats, etc.

Se han desarrollado espacios de trabajo muy productivos y que han servido como insumo adicional para el proceso de estudio y selección de las posibles fuentes de financiación que mejor se ajusten a las necesidades del Municipio.

4.2.3 CANVAS Y MODELO DE NEGOCIO

Flourishing Business CANVAS es una herramienta de modelización empresarial cuyo objetivo es construir un modelo de negocio sostenible ya que tiene en cuenta las dimensiones Financiera, Ambiental y Social.

Esta herramienta fue utilizada por el grupo de trabajo del Taller de Lanzamiento de LEDS Lab en Envigado, en mayo de 2020, con el objetivo de construir de manera colaborativa caminos para la estructuración e implementación efectiva del proyecto piloto, así como construcción conjunta de un modelo de negocio que permita el desarrollo de proyectos de acción climática financiables y replicables en Envigado y toda el Área Metropolitana. Las discusiones promovidas durante el taller se enfocaron en estructurar proyectos

de acción climática en el sector energético.

La actividad se desarrolló de manera virtual en varias fases, la primera consistió en la explicación de la metodología y la descripción de los principales objetivos que busca alcanzar el Municipio, esta parte fue dirigida a todos los asistentes del seminario. En la segunda parte, se dividió la plenaria en cuatro grupos de trabajo: **1) Inventario Biofísico, Servicios, Actores y Necesidades del Ecosistema, 2) Valores Co-creados, Valores Co-desarrollados y Metas., 3) Actores, Relación, Canales, Costos 4) Recursos, Actividades, Gobernanza.** En la tercera y última fase se vuelven a unir los grupos para completar entre todos los asistentes el modelo de negocio para el Municipio.

El resultado del modelo de negocio consolidado se puede apreciar en los siguientes enlaces:

[Video Construcción participativa del CANVAS para de Envigado](#)

[Resultado final CANVAS – Imagen descargables.](#)

4.4 MAPEO DE LAS DIFERENTES FUENTES DE RECURSOS



Ilustración 26. Mapa de potenciales financiadores
Fuente: Equipo consultor, 2020.

Fondos Propios del Municipio

Cada Municipio es autónomo en la creación y estructuración de sus proyectos y deben cumplir con sus reglamentos para hacerlo.

Bancos Comerciales

A raíz del acuerdo de París en el 2015 las naciones del mundo incluidas Colombia se han comprometido para combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones e inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono. En este contexto los Bancos Comerciales también se han venido adaptando e incluyendo dentro de sus portafolios líneas de financiación destinadas exclusivamente a la mitigación del cambio climático. Así mismo incorporaron indicadores y programaron metas de colocación de cartera en este tipo de proyectos.

Los Bancos Comerciales son organizaciones que tienen como función tomar recursos de personas, empresas u otro tipo de organizaciones y depositarlos en cuentas de ahorro, cuentas corrientes, certificados de depósito a término (CDT), etc. Los bancos captan recursos de quienes tienen dinero disponible y colocan recursos en manos de quienes necesitan dinero (Banco de la República de Colombia, 2020).

Capital

Los Bancos Comerciales por su naturaleza y por regulación son entidades cuyo instrumento de colocación de recursos por excelencia es la Deuda y no el Equity o la participación accionaria.

Deuda

Este es el mecanismo que por excelencia usan estas entidades para distribuir y colocar recursos en la economía.

Líneas con Recursos Propios de los Bancos

Existe una condición inicial que revisan los Bancos Comerciales antes de ejecutar cualquiera de las líneas que se verán en este apartado, y es la de una asignación de un cupo determinado a la persona natural o jurídica de acuerdo con unas condiciones de riesgo y a unas mediciones de solvencia que se realizan con el fin de estimar si dicha persona tiene la capacidad para pagar el préstamo que recibiría, y de ser así, hasta que cantidad podría recibir.

Líneas Tradicionales

Se denominan líneas tradicionales aquellos préstamos que se realizan contra el cupo aprobado por el Banco y que no tienen un fin o propósito específico, es decir, en los que los deudores son libres en el destino de los recursos prestados.

Líneas Verdes

A diferencia de las líneas tradicionales, los recursos de las líneas verdes si tienen un destino específico, y es la de contribuir con la reducción de los Gases Efecto Invernadero (GEI) o ayudar a mitigar los efectos del cambio climático.

Debido a la actual coyuntura del COVID-19, actualmente se le está dando prioridad a todas las líneas tradicionales y específicamente aquellas que están ayudando a financiar la difícil situación económica producto de la pandemia. Debido a lo anterior las líneas de sostenibilidad o verdes se encuentran congeladas o se están usando, en plazos cortos, máximo de un año.

Existe una variedad de proyectos que hacen parte de las Líneas Verdes o de Sostenibilidad, y se pueden clasificar en los siguientes cinco grupos:

Energías Renovables: Las energías renovables son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero –causantes del cambio climático– ni emisiones contaminantes. Además, sus costes evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costes de los combustibles fósiles es la opuesta, al margen de su volatilidad coyuntural (Acciona, 2018).

Eficiencia Energética: La eficiencia energética –que incluye el ahorro de energía a nivel residencial, industrial y municipal– reviste importancia crítica para alcanzar las metas nacionales relativas a la energía y el cambio climático que se han fijado países de todo el mundo. La eficiencia energética sigue siendo la opción de menor costo para cumplir los compromisos nacionales referidos al cambio climático. Por esta razón, la eficiencia energética se denomina a menudo “el primer combustible”, es decir, el recurso que se debe utilizar antes que cualquier otra alternativa energética (Banco Mundial, 2017).

La Producción Más Limpia (P.M.L.): la define la UNEP1 cómo la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, aplicada a procesos, productos y servicios, con el fin de reducir los riesgos a la población y al medio ambiente, tomando como principio reducir al mínimo o eliminar los residuos y emisiones en la fuente y no tratarlos después de que se hayan generado (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020).

Movilidad Sostenible: La Movilidad Sostenible se representa con la pirámide invertida de la movilidad que establece la prioridad en inversión y equidad en los medios de transporte que usamos a diario y además plantea que medios son más costoso de acuerdo a la relación pasajeros y kilómetros transportados (Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2020).

Construcción Sostenible: Se entiende por construcción sostenible el conjunto de medidas pasivas y activas, en diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía señalados en la resolución 0549 de 2015, encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social (Ministerio de vivienda, 2020).

Líneas de Redescuento

En el caso de las líneas de redescuento, la aprobación y el préstamo de los recursos no se hace necesariamente contra un cupo aprobado, sino que, la línea ya establece unos requisitos que deben cumplir aquellos proyectos que quieran participar por la financiación. En el caso de las líneas verdes, los proyectos se evalúan con una metodología de Project Finance, generalmente la evaluación la realiza un equipo multidisciplinario del Banco conformado para tal fin.

Las líneas de redescuento no son exclusivas de un Banco Comercial, generalmente son varios Bancos que compiten entre sí por los recursos. Estas líneas inicialmente son aprobadas por unos montos predeterminados y dichos montos se van agotando en la medida que los proyectos se van aprobando.

Emisión de Bonos Verdes o de Reducción Voluntaria

Uno de los mecanismos que están usando los Bancos para buscar recursos con condiciones más blandas o favorables y que complementa a las líneas de redescuento, es la emisión de Bonos Verdes, que son títulos valores de renta fija. Una de las formas de hacer la emisión es empaquetar proyectos que cumplen con ciertas condiciones previas de aprobación por parte de la entidad financiera, se hace la medición en términos de impacto positivo en la disminución de emisiones de carbón, se constituyen y emiten los bonos respaldados por estas carteras. Posteriormente se certifica, se llevan al mercado externo generalmente compuesto por la Banca Multilateral que los adquiere, otorgándole así a los Bancos recursos con unas condiciones muy favorables, recursos que a su vez permiten financiar las líneas Verdes o Sostenibles. Cabe resaltar que, en algunos casos, la emisión de los bonos se puede hacer con antelación a los proyectos.

Plazos

Los plazos varían de acuerdo con cada proyecto, pero debido a la característica de Largo Plazo de los proyectos de infraestructura pueden durar entre 15 a 25 años.

Garantías Exigidas

Dependiendo el mecanismo por medio del cual se buscan los recursos ante el Banco, así mismo pueden cambiar las garantías exigidas, en el caso de buscar los recursos por medio de líneas tradicionales o de leasing, el estudio que permite garantizar la capacidad de pago del prestatario se va a ver reflejado en el cupo que el banco le va a otorgar a este. Por el contrario, en el caso de líneas verdes, sostenibles o de redescuento, estas ya traen unos requisitos previos para los proyectos que se quieran presentar. Así mismo a los proyectos que cumplan estos parámetros posteriormente se les hace un completo estudio en campos como, el Jurídico o Regulatorio, el Técnico, el Financiero y el de Impuestos, entre otros. A partir de los resultados de estos estudios y de las condiciones propias de las líneas y los proyectos, las garantías exigidas cambian.

Permisos y Trámites requeridos

Por parte del Fondeador

Como es la Entidad que financia u otorga los recursos, generalmente es la que impone los trámites y requisitos que se deben cumplir. Es importante resaltar, que la mayoría de los Bancos Comerciales cuentan con especialistas en el Sector Público, o en Entidades Territoriales, Sector Gobierno, etc. Dichas áreas se especializan en estos sectores y cuentan con la suficiente experiencia y conocimiento para asesorar e indicar los permisos y trámites específicos que debe cumplir un ente territorial en la consecución de este tipo de financiación.

Por parte de la Alcaldía

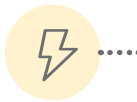
Dependiendo de la forma como la Alcaldía acceda a los recursos, así también cambian algunos de los permisos y trámites necesarios para adquirir los recursos. En el caso de las líneas tradicionales o de leasing, estos recursos se prestan contra el cupo previamente aprobado para la entidad. En el caso de los proyectos, estos deben estar incluidos en alguna de las áreas aprobadas para el Plan de Desarrollo Territorial (POT), surtir con todos los requisitos y condiciones solicitados en las líneas verdes o de redescuento y una vez aprobados, cumplir con los procedimientos de contratación para la etapa de ejecución y operación.

Costo Financiero

Dependiendo de la forma en cómo se acceda a los recursos así mismo puede variar su costo. Las líneas tradicionales o duras generalmente son más costosas que las blandas, es decir, si en el caso de un préstamo tradicional el préstamo se hace a un DTF+5, en una línea blanda este mismo préstamo se puede hacer a un DTF+4, es decir, 100pb por debajo un 1% más favorable. También es importante anotar que algunas líneas de redescuento adicionalmente pueden otorgar periodos de gracia entre 3 a 5 años, o la condonación total de los recursos si se cumplen con ciertos parámetros y condiciones de reducción en las emisiones logradas con los proyectos ya ejecutados.

Tamaño o mínimo de los Recursos

No tienen un monto mínimo, se pueden financiar todo tipo de tamaños de proyectos.



ESCOS (Empresas de Servicio de Energía)

Los ESCOs (Empresa de Servicios de Energía) son Empresas de Ingenierías, especializadas en Servicios de Conservación de Energía, y promover la eficiencia energética y la eficiencia en el consumo de agua en las instalaciones de sus clientes.

Pasos de los servicios ofrecidos por una ESCO
 • Evaluación Energética

Un análisis completo se realiza usando un Pre-Diagnóstico – PD.
 Un análisis detallado se realiza en un Diagnóstico Energético – DE.

El pre-diagnóstico presentará cuanto una unidad del cliente gasta de energía en un período determinado (normalmente 12 meses), dónde y cómo esta energía se gasta y cómo es posible reducir el consumo y el coste de la energía. Se presentan las cifras financieras de inversión y el ahorro de proyecto.

Al no ser las mediciones realizadas de magnitudes eléctricas o precios precisos, los números tienen margen de error de 20 a 30%.

Con el trabajo listo se tiene una visión global de la situación energética de la unidad del cliente y qué acciones se pueden realizar. El siguiente paso es junto, ESCO y el cliente se definen qué sistemas son de más interés y atractivo de estudiar en detalle con miras a la ejecución del proyecto de eficiencia energética (EE).

Definiciones hechas, que avanza a la etapa de diagnóstico energético donde será detallado sistemas y acciones. La DE no es un proyecto ejecutivo, se trata de un diseño básico, pero se detalla, cómo, dónde, de qué forma, quién, cuándo se realiza la implantación. Todo esto desde un punto de vista técnico.

Desde un punto de vista financiero, el DE presentará con precisión la inversión que se aportarán para la ejecución de proyectos de EE, con detalles para el sistema / oportunidades y los ahorros de cada proyecto. Con este tiene una visión clara de la relación costo-beneficio de cada oportunidad específica y también el proyecto en su conjunto.

Lo que encontramos en una evaluación de la energía:

- Identificar oportunidades para: reducir los costos de energía (electricidad, gas y combustible renovable y agua) en sus diversas formas de uso;
- Evaluar la fiabilidad del suministro y la posibilidad de la sustitución parcial o total del aporte de energético en el consumo.
- Valoración de atractivos y oportunidades económicas, incluyendo proceso mediante sugerencias de cambios en proceso y / o equipo que sea viable;
- Asesoramiento en la contratación de financiamientos;
- Implantación de las oportunidades identificadas;
- Puesta en marcha implementaciones, incluyendo el Plan de Medida y Verificación (M & V) para confirmar el save."(ABESCO, 2020)

Capital

Las ESCOS pueden participar de manera directa en proyectos de infraestructura mediante la asociación o Participación Público Privada (PPP).

Deuda

Las ESCOS pueden entrar a financiar los proyectos, y mediante una estructura de pago por ahorro, cobrarse el préstamo con un porcentaje de la facturación mensual que pague el beneficiario del proyecto. Existen dos figuras de financiamiento: la primera es la de PPA (power purchase agreement) y la segunda es EPC (engineering, procurement and construction)

Plazos

Los plazos varían de acuerdo con cada proyecto, pero debido a la característica de Largo Plazo de los proyectos de infraestructura pueden durar 15 años.

Garantías Exigidas

Cuando el Fondo invierte en la modalidad de participación, la garantía generalmente es el proyecto y sus activos, así como el medio de pago son los flujos de efectivo que se generen a futuro.

Cuando el Fondo de Inversión Fondea directamente con deuda busca garantizarla con mecanismos de pago que queden a su nombre y que pueda ejecutar en caso de que el Deudor no honre los compromisos. Así mismo se pueden realizar covenants para pignorar activos del deudor a nombre del Fondo. Todos estos mecanismos de garantía son relativamente fáciles de hacerse entre Privados. Pero muy difíciles de constituirse con Públicos. En este sentido es muy poco probable que estos Fondos inviertan en proyectos municipales.

Permisos y Trámites requeridos

Por parte del Fondeador

Debe surtir todos los requisitos que se dispongan en el proceso de licitación y ser elegido, para poder participar en el proyecto.

Por parte de la Alcaldía

Debe incluirlo en su POT directamente, o el proyecto debe estar amparado en una línea base aprobada en este. Así mismo debe cumplir con toda legislación y regulación vigente para fijar los términos de referencia, llevar a cabo el proceso de licitación y el proceso de contratación de la obra.

Costo Financiero

Generalmente los Fondos de Capital Privado, dependiendo de los proyectos buscan rentabilidades entre un 10% - 15% para EEUU (Incluido el costo del Bróker).

Tamaño mínimo de los Recursos

Aunque esto puede variar, buscan proyectos con un monto mínimo de US\$ 60.000.



..... Fondos de Capital Privado

Los Fondos de Capital Privado son fondos de inversión colectiva cerrados que deben destinar como mínimo las dos terceras partes de los aportes de sus inversionistas a la adquisición de activos o derechos de contenido económico diferentes a valores inscritos en el Registro Nacional de Valores y Emisores (RNVE).

Un Fondo de Inversión Colectiva es todo mecanismo o vehículo de captación o administración de sumas de dinero u otros activos que se integra con el aporte de varias personas. Una vez el Fondo de Inversión Colectiva entre en operación, los recursos serán gestionados de manera colectiva para obtener resultados económicos conjuntos. Se entiende que es cerrada pues la redención de las participaciones de los inversionistas solamente se puede realizar una vez haya finalizado el plazo establecido (v. gr. diez años) a diferencia de los Fondos de Inversión Colectiva Abiertos, en los cuales la redención de las participaciones puede realizarse en cualquier momento (PROCOLOMBIA, 2020).

Capital

Los Fondos de Capital Privado pueden participar de manera directa en proyectos de infraestructura mediante la asociación o Participación Público Privada (PPP). Si la estrategia del Fondo se concentra en rentabilidad tendrá una mayor tendencia a buscar proyectos Greenfield, es decir, proyectos en etapa de diseño, construcción o despliegue. Pero, si quiere tener ingresos estables buscará proyectos maduros o Brownfield, que se encuentran en operación, en este segundo escenario puede comprar acciones de Empresas o Compañías que operen dichos proyectos.

Deuda

Los Fondos de Capital Privado también pueden prestar recursos bajo ciertas condiciones financieras a proyectos de infraestructura sin tener algún tipo de participación o propiedad sobre la misma. O invertir en instrumentos de deuda como Bonos Verdes, Bonos Sociales, Bonos Ordinarios, etc. En los cuales el propósito de la emisión es recaudar recursos para proyectos de infraestructura.

Plazos

Los plazos varían de acuerdo con cada proyecto, pero debido a la característica de Largo Plazo de los proyectos de infraestructura, estos Fondos tienen una duración que va de 10 y 30 años y que se pueden prorrogar entre 5 a 10 años más.

Garantías Exigidas

Cuando el Fondo invierte en la modalidad de participación, la garantía generalmente es el proyecto y sus activos, así como el medio de pago son los flujos de efectivo que se generen a futuro.

Cuando el Fondo de Inversión Fondea directamente con deuda busca garantizarla con mecanismos de pago que queden a su nombre y que pueda ejecutar en caso de que el Deudor no honre los compromisos. Así mismo se pueden realizar covenants para pignorar activos del deudor a nombre del Fondo. Todos estos mecanismos de garantía son relativamente fáciles de hacerse entre Privados. Pero muy difíciles de constituirse con Públicos. En este sentido es muy poco probable que estos Fondos inviertan en proyectos municipales.

Permisos y Trámites requeridos

Por parte del Fondeador

Debe surtir todos los requisitos que se dispongan en el proceso de licitación y ser elegido, para poder participar en el proyecto.

Por parte de la Alcaldía

Debe incluirlo en su POT directamente, o el proyecto debe estar amparado en una línea base aprobada en este. Así mismo debe cumplir con toda legislación y regulación vigente para fijar los términos de referencia, llevar a cabo el proceso de licitación y el proceso de contratación de la obra.

Costo Financiero

Generalmente los Fondos de Capital Privado, dependiendo de los proyectos buscan rentabilidades entre un 10% - 15% para EEUU (Incluido el costo del Broker).

Tamaño mínimo de los Recursos

Aunque esto puede variar, buscan proyectos con un monto mínimo de US\$ 500.000.



..... Bancos de Fomento

Son la Banca de Desarrollo que ofrece soluciones integrales para construir territorios sostenibles a través de la planeación, estructuración, financiación y asistencia técnica de proyectos de infraestructura, que mejoran la calidad de vida de los colombianos (Findeter, 2018).

Capital

Estas entidades no participan directamente en la compra de derechos de propiedad de los proyectos, generalmente irrigan los recursos en efecto de cascada por medio de deuda.

Deuda

Estos Fondos Generalmente funcionan con créditos de redescuento para financiación de hasta el 100% de los proyectos. Así mismo, las operaciones de crédito las realizan a través del sistema de redescuento por intermedio de establecimientos de crédito o por entidades debidamente autorizadas por ley.

Actualmente también existe la modalidad de crédito directo especialmente en Findeter Conforme a lo establecido por el Gobierno Nacional, en los decretos No. 468 del 23 de marzo de 2020 y 581 del 15 de abril de 2020, Findeter está autorizado a otorgar créditos de manera directa a beneficiarios para financiar proyectos de inversión, capital de trabajo o liquidez en los sectores y subsectores financiados así: transporte, salud, desarrollo urbano y vivienda, educación, energético, deporte y recreación, medio ambiente, telecomunicaciones, agua potable y saneamiento básico, saneamiento fiscal, turismo, Industrias creativa, cultural y economía naranja.

Plazos

En el caso de FINDETER el plazo es de 15 años, hasta con 3 años de gracias con la posibilidad de desembolsos parciales denominados en pesos o en dólares.

Garantías Exigidas

En el caso del Redescuento la que aplique para cada línea y de acuerdo con el proyecto.

Permisos y Trámites requeridos

Por parte del Fondeador

No debe cumplir con requisitos.

Por parte de la Alcaldía

Debe incluirlo en su POT directamente, o el proyecto debe estar amparado en una línea base aprobada en este. Así mismo debe cumplir con toda legislación y regulación vigente para fijar los términos de referencia, llevar a cabo el proceso de licitación y el proceso de contratación de la obra.

Costo Financiero

Tasa de redescuento Anual: podrá ser expresada tasa fija y variable con base en: DTF, IPC, Libor, prime rate y el Spread será establecido por el Comité Ejecutivo.

Tamaño mínimo de los Recursos

De acuerdo con el Proyecto que se presente ante la línea de redescuento y mientras esta se agote.



Bancos/Organizaciones Multilaterales

Incluimos el funcionamiento primero de las Entidades, su relacionamiento con sus países miembros y hacemos la descripción de cómo se desarrolla su actividad Respondemos la pregunta de ¿qué es una Entidad Multilateral al detalle?

Los recursos de crédito provenientes de la banca multilateral han sido de las principales fuentes de financiación para el crecimiento económico de los países menos desarrollados. En el caso de América latina sobresalen especialmente el Banco Mundial (BM), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Corporación Andina de Fomento (CAF). En general, con la financiación de estas entidades se ha fortalecido la infraestructura productiva, promoviendo el montaje de fuentes de energía renovables, la inversión en obras de infraestructura, la profundización del mercado de capitales, el desarrollo de programas de educación, las redes de protección social y el incentivo a la participación de la empresa privada. Adicionalmente, la banca multilateral ha desempeñado un papel estabilizador muy importante en el ciclo económico de la región, al compensar la desaceleración ocasional de los flujos de capital privados (Uribe Escobar, 2009).

Capital

Estas entidades no participan directamente en la compra de derechos de propiedad de los proyectos, generalmente irrigan los recursos en efecto de cascada por medio de deuda.

Deuda

Líneas de Créditos de Redescuento con condiciones financieras favorable, garantizado por los Estados, y generalmente canalizados por medio de Bancos de Fomento.

Plazos

Los plazos dependen de las líneas de crédito acordadas con cada País, pero generalmente son de largo plazo y van entre 15 y 25 años, algunas veces con periodos de desembolso y de gracia de 5 años.

Garantías Exigidas

Generalmente el garante para estas líneas de crédito es la República de Colombia. Y algunas veces se exige que los proyectos no puedan incluir recursos de otros multilaterales.

Depende de la forma en que participa un multilateral en un proyecto

Permisos y Trámites requeridos

Por parte del Fondeador

Debe surtir todo el proceso de creación y coordinación con el País garante y las Entidades Prestatarias del mismo, para cada una de las líneas de crédito.

Por parte de la Alcaldía

Más que la Alcaldía, como la entidad multilateral no tiene un contacto directo con el usuario final de los recursos, lo que hacen, es analizar la capacidad fiduciaria del banco de Fomento, por medio de un sistema de evaluación de la capacidad institucional.

Costo Financiero

Estos serán definidos específicamente para cada proyecto generalmente por el Banco de Fomento, pero por parte del Banco Multilateral se revisarán dichas condiciones en Comisiones como la de Crédito o la de Inspección y Vigilancia.

Tamaño mínimo de los Recursos

En este punto el Banco Multilateral con cada País definen un monto global para la línea, por ejemplo, US\$ 150.000.000, este monto global se ira agotando a medida que se aprueben proyectos y se realicen los desembolsos por parte de los Bancos de Segundo y Primer piso designados.



Leasing

El leasing es un mecanismo de financiación mediante el cual una entidad financiera, sea un establecimiento bancario o una compañía de financiamiento (comúnmente conocida como arrendador), por instrucción de un cliente solicitante (denominado arrendatario o locatario), adquiere un activo de capital, el cual está bajo propiedad de la entidad, y se lo entrega al locatario en arrendamiento financiero u operativo para su uso y goce por un periodo de tiempo a cambio de un pago periódico de una suma de dinero, denominado "canon".

Al finalizar la operación de leasing, el locatario tiene la potestad de: i) ejercer una "opción de adquisición" sobre el mismo bien a un precio pactado desde el inicio –gene-

ralmente a su favor-, o ii) restituir o renovar la operación de arrendamiento (leasing). Este mecanismo es usado para financiar la adquisición (mediante leasing financiero) o facilitar el acceso, uso y goce (mediante leasing operativo) de activos fijos productivos (e.g. equipos, maquinaria, vehículos, inmuebles, entre otros) (Asobancaria, 2020).

Capital

Estas entidades no participan directamente en la compra de derechos de propiedad de los proyectos, generalmente irrigan los recursos por medio de deuda.

Deuda

El leasing es un instrumento financiero de deuda, que permite el uso y disfrute del bien financiado a cambio de un canon de arrendamiento que a su vez se convierte en una forma de pago del préstamo inicial. Para la financiación de proyectos que permiten la reducción de los Gases Efecto Invernadero (GEI) o ayudan a mitigar los efectos del cambio climático, este mecanismo se ha venido utilizando en gran medida por los Bancos, ya que en comparación con otro mecanismo como el PPA (Power Purchase Agreement), puede estar generando un ahorro superior a un 50% para los clientes.

Plazos

Los plazos generalmente para la figura del leasing dependen del bien a adquirir, por ejemplo, si el bien a adquirir es un vehículo, el plazo puede estar entre 3 -5 años. Mientras que para proyectos de energías renovables puede estar entre unos 15 -25 años.

Garantías Exigidas

Para el leasing, la principal garantía es el mismo bien u objeto del préstamo, aunque se pueden pedir garantías extras, pero eso dependerá de cada entidad financiera y de sus políticas de riesgo y crediticias. En algunos casos se aplicarán sanciones en caso de que los deudores no cumplan con sus obligaciones.

Permisos y Trámites requeridos

Por parte del Fondeador

Como es la Entidad que financia u otorga los recursos, generalmente es la que impone los trámites y requisitos que se deben cumplir.

Por parte de la Alcaldía

Los préstamos de leasing se prestan contra el cupo previamente aprobado para el Municipio. Así mismos los proyectos deben estar incluidos en alguna de las áreas aprobadas para el Plan de Desarrollo Territorial (POT), surtir con todos los requisitos y condiciones solicitados en el leasing, y una vez aprobados, cumplir con los procedimientos de contratación para la etapa de ejecución y operación.

Costo Financiero

Varían de acuerdo con el préstamo, aunque puede llegar hasta un 29% EA en tasa fija. Adicionalmente tienen un efecto positivo y es que el canon de arrendamiento pagado se puede deducir del impuesto de renta

Tamaño mínimo de los Recursos

No tienen un monto mínimo, se pueden financiar todo tipo de tamaño de proyectos.

A continuación, se presenta un resumen de todas las fuentes de financiación identificadas:

CATEGORÍA	GARANTÍAS EXIGIDAS	TIPO DE FINANCIACIÓN	PROCEDIMIENTO	PLAZO	MONTO MÍNIMO DE LOS PROYECTOS A FINANCIAR
ESCOS	Buscan garantizar los fondos desembolsados con alguna fuente de ingresos del Municipio.	Deuda o Equity	El procedimiento varía en cada caso (Project Finance)	Plazo de 15 - 25 años	US\$ 60.000
Fondos Propios	Sin Garantía	Equity	De acuerdo con los reglamentos internos de cada Municipio.	El plazo que dure el proyecto	No tienen monto mínimo
Bancos Comerciales	Buscan garantías en activos o fuentes de ingresos que cubran los recursos desembolsados.	Deuda	Los establecidos para cada línea	24 - 60 meses	No tienen monto mínimo
Fondos de Capital Privado	Buscan garantizar los fondos desembolsados con alguna fuente de ingresos del Municipio.	Deuda o Equity	El procedimiento varía en cada caso (Project Finance)	10 - 30 años pueden prorrogar entre 5 a 10	US\$ 500.000
Bancos de Fomento	Cada una de las líneas de redescuento tiene sus propias garantías	Deuda	Los establecidos para cada línea	15 años con posibilidad de 3 años de garantía	No tienen monto mínimo
Multilaterales	Las líneas son Garantizadas por los Estados o los Países.	Deuda	Los establecidos para cada línea	Plazo de 15 - 25 años	No tienen monto mínimo
Leasing	Buscan garantías en activos o fuentes de ingresos que cubran los recursos desembolsados.	Deuda	Los establecidos para cada línea	24 - 60 meses	No tienen monto mínimo

Tabla 24. Fuentes de financiación

Fuente: Equipo consultor, 2020.

4.5 PROCESO DE SELECCIÓN DE LA FUENTES DE FINANCIAMIENTO MÁS CONVENIENTE PARA EL MUNICIPIO

El proceso de selección inicia con la identificación de las condiciones e intereses del Gobierno Local, las primeras se dividen en tres dimensiones: Restricciones (cualitativa), Burocracia o Trámites (cualitativa) y Externalidades o Incentivos Especiales (Cualitativa). Para hacer esta caracterización previamente a los municipios se les envía el cuestionario similar al que se muestra en la como se muestra en la Ilustración 27.



Ilustración 27. Cuestionario caracterización financiera

Fuente: Equipo consultor, 2020.

Una vez los municipios diligencian el cuestionario y envían la información, el Municipio realiza la valoración de las condiciones de acceso a los recursos, es decir, se seleccionan las prioridades y hace una valoración de cada una de estas.

Después de la identificación de las condiciones e intereses del Municipio, se hace una caracterización de las diferentes fuentes de Recursos, en la que se describen las restricciones como por ejemplo no poder contratar con Entidades Públicas, mínimos montos para financiar proyectos, etc. Así como las condiciones propias de Financiamiento, como plazo, tasa, garantías exigidas, etc. Después se muestra el Mapeo, de las más importantes fuentes de financiamiento, en las que se encuentran: Fondos Propios, Bancos Comerciales, Fondos de Capital Privado, Leasing Sostenible, Bancos de Fomento, Multilaterales y ESCOS (Operadores de red).

Finalmente se hace el proceso de selección y la presentación de resultados, el proceso de selección parte de la intersección de la información previamente elaborada de las condiciones e intereses de los Municipios con la caracterización de las diferentes fuentes de Financiación. En el Municipio de Envigado se parte de la posibilidad de usar recursos propios, la respuesta inicial es no, pero por un monto marginal (entre \$10'000'000 - \$20.000.000) se podrían conseguir. Después se procede a evaluar las ventajas de los ESCOS, sobre todo el operador de red público, en cuanto a las facilidades para contratar (acuerdo interadministrativo o licitación), la experiencia y conocimiento en desarrollar proyectos Foto Voltaicos (FV) y en la facilidad para otorgar permisos de conexión a las redes. Posteriormente, se analizan las opciones de Bancos comerciales y Leasing haciendo énfasis en que cuenten con líneas verdes o de redescuento y con experiencia y conocimiento en proyectos FV. Una vez se hace la evaluación de las diferentes fuentes de recursos, se incorpora el monto del capital semilla para determinar si es suficiente o no para realizar el proyecto.



Al finalizar el proceso de selección, se concluye que, para el proyecto piloto del Municipio de Envigado, la primera fuente de financiación va a ser el capital semilla, en caso de que este no fuera suficiente, el remanente se cubriría con recursos del Municipio. Si faltaran recursos, se debería acudir al operador de red público, después al resto de ESCOS y por último a los Bancos Comerciales en sus líneas verdes y de redescuento.

Una vez se diligencia el cuestionario y se envía la información, el Municipio realiza la valoración de las condiciones de acceso a los recursos, es decir, se seleccionan las prioridades y hace una valoración de cada una de estas.



5 |

RESÚMENES DE REUNIONES TÉCNICA Y FINANCIERA

En el marco del desarrollo del Producto 3 se hizo una convocatoria a través del equipo facilitador local para una mesa de presentación del producto. En esta reunión participaron además el equipo de ICLEI Colombia, el equipo asesor de LEDS Lab Colombia y puntos focales de otras ciudades de la Red ICLEI en Colombia (Vídeo de la reunión se encuentra en este [link](#). Código de acceso: 7&#xg9oM). La reunión constó de dos momentos principales: i) presentación del desarrollo técnico del proyecto y dimensionamiento del proyecto solar fotovoltaico, ii) presentación del ejercicio de financiamiento y discusión de insumos para el modelo de financiamiento. Ambos momentos contaron con la retroalimentación de los participantes a través de preguntas y respuestas virtuales, y de intervenciones con micrófono abierto en la mesa.

Parte fundamental de esta reunión fue reconocer el acompañamiento del equipo y la facilitación del proceso

Un ejemplo de los resultados que pueden ser obtenidos de la calculadora de energía FV y potencial de reducción de emisiones de GEI se mostró a todos los participantes en una diapositiva como se muestra en la Ilustración 23.

DIMENSIÓN DEL SISTEMA FV
*Panel referencia: Jinko solar 320W Eagle 60M

GENERACIÓN DEL SISTEMA			GENERACIÓN DEL SISTEMA		
	STC	NOCT		STC	NOCT
Potencia max (Wp)	390	294	Precio en factura COP/kWh	464,15	464,15
Cantidad paneles	54	54	% generado con respecto al consumo	101,3	68,7
Potencia del arreglo (DC) kW	21,06	15,876	Ahorro mensual COP	1.411.016,00	969.924,28
Horas de radiación solar	5	4	generación degradación 5 años	35.204,69	23.885,03
Generación mensual (kWh)	3.080,03	2.089,68	generación degradación 12 años	33.749,37	22.897,65
Generación anual (kWh)	36.960,30	25.076,14	generación degradación 25 años	31.046,65	21.063,96
Consumo mensual max (kWh)	3.040	3.040			

*STC: condiciones clima óptimas, NOCT: condiciones pesimistas

Ilustración 28. Diapositiva con Calculadora FV

Fuente: Presentación equipo consultor, 2020.

desde la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agrícola de Envigado. El reconocimiento a este liderazgo es además un mensaje muy relevante para los demás actores en el marco de la red de ciudades ICLEI en Colombia dado que marca un hito en involucramiento técnico del municipio en el proyecto.

Como parte de la reunión de trabajo se indicaron los insumos con los que va a contar el municipio al final del ejercicio. Esto son:

1. Diagnóstico de gestión eficiencia de la energía
2. Dimensionamiento detallado del sistema de autogeneración de energía FV
3. Calculadora de dimensionamiento del sistema de energía FV y de reducción de emisiones de GEI
4. Guía de financiamiento

VALORES DE CORTE CURVA DE GARANTIA DE DESEMPEÑO

GENERACIÓN DEL SISTEMA	STC
% inicio curva	97,5
% fin curva	84
Vida útil del panel	25
% Degradacion total a lo largo de la vida útil	13,5
% Degradación por cada año	0,5625

La retroalimentación con los participantes dejó una de las sugerencias relevantes de la jornada. Esta estuvo relacionada con la posibilidad de hacer monitoreo al sistema de generación fotovoltaico a través de la inclusión de un medidor inteligente (de la misma marca del inversor) y la forma como se tiene acceso a los datos que éste genera a través de una conexión de internet con el medidor (generación de la planta, y consumo de la planta versus el consumo de la red en tiempo real).

Una vez presentadas las soluciones de EE y el sistema FV para el edificio de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agrícola se presentaron y contextualizaron los costos asociados a cada una de estas líneas de trabajo, su potencial de ahorro en la factura de energía en el tiempo, así como

IRRADIACIÓN SOLAR

BRILLO SOLAR (HORAS)	MIN	MAX	BRILLO SOLAR (HORAS)	MIN	MAX
Enero	5	6	Agosto	6	7
Febrero	5	6	Septiembre	4	5
Marzo	4	5	Octubre	4	5
Abril	4	5	Noviembre	4	5
Mayo	4	5	Diciembre	4	5
Junio	5	6	Promedio anual	4,58	5,58
Julio	6	7	Promedio total	5,08	

ESTUDIO EMISIONES GEI

Factor marginal de emision de gases (CO2/MWh)	0,381	
Factor Marginal SIN (tonCO2/kWh)	0,000381	
	STC	NOCT
Reducción de emisiones anual (tonCO2)	14,08	9,55
Reducción de emisiones vida útil (tonCO2)	352,05	238,85

el potencial de reducción en emisiones de GEI en el tiempo de vida útil del proyecto. Se discutió también la importancia de implementar un sistema de Seguimiento y Monitoreo, evaluar el desempeño de las medidas implementadas y tener claro que el sistema requiere actividades de mantenimiento y operación, además de empezar a tener en cuenta los riesgos asociados al proyecto para poder gestionarlos de la mejor manera desde el principio.

Finalmente, se aclararon los siguientes pasos dentro del proceso: i) estructuración de los términos de referencia para contratación de diseño e instalación del sistema FV; ii) mesa de trabajo para la priorización de las medidas de EE; iii) alistamiento administrativo interno del municipio para empezar a involucrar las diferentes dependencias en la implementación de la solución.

Se realizaron además una serie de preguntas interactivas haciendo uso de la plataforma Mentimeter. Los resultados obtenidos en línea fueron además comentados por las asistentes. Un ejemplo de preguntas y las respuestas obtenidas se muestra a continuación:

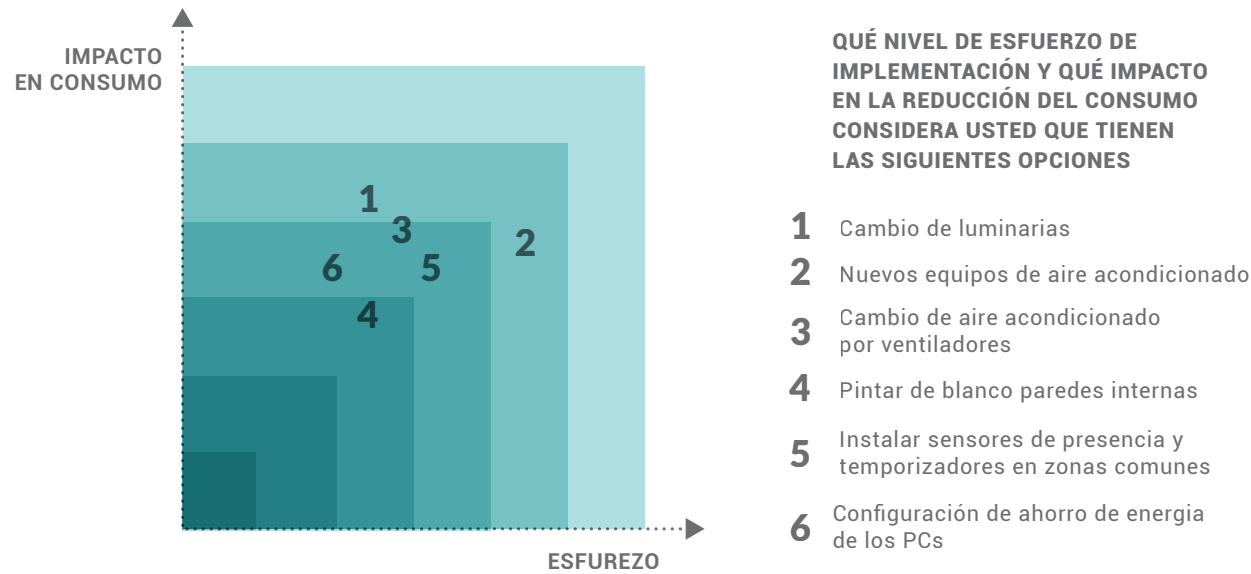


Ilustración 29. Resultados de interacción en Mentimeter

Fuente: Equipo consultor, Mentimeter, 2020.

La segunda parte de la reunión estuvo orientada a la explicación del proceso para la identificación del modelo financiero. Esto incluyó la descripción de las etapas por las que va a pasar el proyecto, iniciando con la de desarrollo, en esta se realizarán entre otros los estudios de prefactibilidad, interconexión, se solicitarán los diferentes permisos y licencias. En la segunda etapa o de construcción se hacen el diseño de detalle, la preparación para la construcción, la preparación del sitio. Por último, en la tercera etapa o de operación, se deben tener en cuenta todas las actividades para operar y mantener la infraestructura construida. Posteriormente se hace una pequeña exposición de las condiciones del mercado de oferta y demanda de recursos para los proyectos que buscan ayudar al medio ambiente en la reducción de emisiones.

Después de la introducción se hace una breve explicación de la Metodología general para la selección de modelos de Financiación vista previamente en este documento. Posteriormente se hace el proceso de selección de las fuentes de financiación más convenientes para el Municipio llegando a los resultados descritos en el capítulo anterior.

Al finalizar el ejercicio y al presentar los resultados se desarrolla una conversación con los diferentes participan-

tes a la reunión especialmente los representantes de otras ciudades ICLEI de Colombia. La primera en participar fue Camila Giraldo representante del (AMVA) quien manifestó que contar con una metodología de este tipo sería muy valioso en su objetivo de asesorar en este tipo de proyectos a las 8 ciudades que conforman el área metropolitana. Después participó Emiliano Pasante de ONU – Hábitat, quien a partir de su experiencia en el desarrollo de estos proyectos a nivel internacional considera muy valiosa e importante el desarrollo de esta metodología que permite orientar y acercar a los municipios con las Fuentes de Recursos adecuadas para desarrollar sus proyectos. De parte de la ciudad de Valledupar intervino Efrén Mendoza, que demostró mucho interés en la metodología, sobre todo que la misma les facilita a los Municipios, que son entidades públicas, encontrar las fuentes de recursos que puedan trabajar con ellos bajo esta condición.

Al finalizar la reunión los funcionarios del municipio de Envigado también manifestaron el valor de la metodología y su importancia no solamente para el Proyecto Piloto, sino para todos los proyectos que tiene pensado desarrollar el Municipio de mitigación de impacto ambiental a futuro.

6 |

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

Los siguientes son los desafíos y oportunidades encontradas para el proyecto:

DESAFÍOS

El trabajar de manera virtual y remota debido a la pandemia del COVID-19 ha significado un desafío importante en términos de coordinación, comunicación, alinear expectativas, etc.

Otro importante desafío ha sido el poder involucrar y consolidar equipos de trabajo al interior de los Municipios. Sobre todo, equipos de trabajo interdisciplinarios.

Para algunos de los diferentes proveedores de Recursos, es un desafío poder trabajar con Entidades Públicas, debido a aspectos de regulación, burocracia y confianza.

Un reto importante es entregarle al Municipio una herramienta que le permita entender de una manera explícita, ordenada y adaptativa cuáles son sus propias, restricciones, condiciones e intereses para desarrollar proyectos de mitigación de impacto en el medio ambiente.

Otro desafío es poder otorgarles a los municipios un instrumento metodológico que les permita entender y evaluar a los diferentes financiadores desde una perspectiva más amplia e integral, y no solamente las condiciones financieras que puedan ofrecer.

Hacer una apropiada gestión de los riesgos mencionados en el numeral 2.5 La mayoría se pueden mitigar garantizando un exhaustivo proceso de planeación del sistema.

La estimación del presupuesto para evitar falta de fondos para completar el proyecto o un exceso presupuestal que haga más costoso el proyecto de lo necesario.

DESAFÍOS

La correcta selección de los equipos depende de la dimensión estimada del sistema, donde las variables eléctricas (nivel de voltaje, corriente y potencia) de todas las partes del sistema deben estar bien calculadas y los equipos seleccionados deben poder soportarlas de forma segura y con espacio para variaciones.

En la proyección de los ahorros se puede dar un rango de error bajo cuando la estimación asociada a la capacidad del sistema está bien hecha, ya que una vez instalado el sistema tendrá cierta variación con respecto a la estimación de la generación mensual dada la volatilidad de las condiciones climáticas.

La estructuración clara del proyecto en cuanto a un cronograma detallado, amplio y con tiempos para retroalimentación de todas las partes interesadas, de manera que se tengan en cuenta posibles contingencias tanto en tiempo como en presupuesto, y todas las partes involucradas en la construcción tengan claridad de los plazos de inicio y cierre de cada etapa.

Una juiciosa selección del constructor y operador del sistema, que cuente con la capacidad y experiencia requeridos son fundamentales para que todo el proyecto pueda concretarse de forma exitosa.

OPORTUNIDADES

El COVID-19 ha sido una oportunidad que ha permitido adaptar, fortalecer y afianzar nuevas formas de interacción con los municipios y con los diferentes financiadores, sin perder calidad ni efectividad en el desarrollo de los propósitos y objetivos del proyecto.

La innovación y la creatividad son herramientas necesarias que deben desarrollar los Municipios para, a pesar de las condiciones especiales y adversas como las de una Pandemia, cumplir con sus objetivos y proyectos de mitigación de impacto en el medio ambiente.

Desde el inicio del proyecto piloto, se ha consolidado un equipo base al interior del municipio de Envigado. Es una oportunidad para continuar fortaleciéndolo y para vincular a funcionarios de diferentes áreas con una participación más activa en el mismo.

OPORTUNIDADES

La herramienta metodológica financiera, les va a permitir a los municipios caracterizar sus condiciones, entender sus intereses y evaluar la oferta de posibles financiadores. Pero también es una oportunidad muy valiosa para contar con una metodología que pueden aplicar a todos los proyectos de mitigación de impacto ambiental que quieran ejecutar a futuro.

Aprendizaje del Municipio y creación de capacidades para replicar el proceso en otros proyectos. Este aprendizaje puede ser documentado y mejorado continuamente, optimizando así los procesos de futuras implementaciones en otras edificaciones.

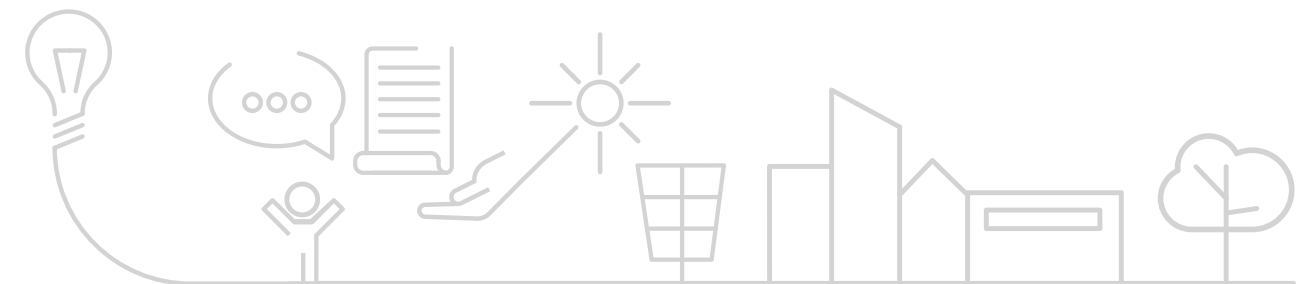
Se pueden generar jornadas de capacitación, involucrando diferentes actores de la comunidad que puedan aprender de tecnologías FV y programas de EE, no solo para instituciones sino para hogares también.

Como municipio piloto, Envigado tiene la oportunidad de ser pionera en el desarrollo de proyectos asociados a la mitigación de los efectos de cambio climático por parte de gobiernos locales, lo que en el futuro no ayudara solo a Envigado, sino que servirá como guía para otros municipios que estén interesados en realizar proyectos similares.

Realizar un proyecto de energía solar fotovoltaica en instalaciones públicas como bandera de las labores positivas que está realizando el gobierno local alrededor de la lucha contra el cambio climático.

Tabla 25. Desafíos y oportunidades del proyecto

Fuente: Equipo consultor, 2020



7 |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

01

Para la selección de medidas de eficiencia energética, que deberían estar enfocadas en luminarias, aires acondicionados y equipos de cómputo, se debe realizar una mesa de decisión que evalúe las posibilidades de la alcaldía para invertir a corto, mediano y largo plazo, y establecer una prioridad de acuerdo con sus objetivos y capacidades financieras.

02

Se estima que el sistema fotovoltaico dimensionado puede proveer a la Secretaría de Ambiente entre el 70% y el 100% de su consumo de energía eléctrica por medio de autogeneración.

03

La planta de generación de energía eléctrica tiene un costo de aproximadamente 65.000.000 COP, mientras que las medidas de eficiencia energética tienen un costo significativamente inferior, con 4.700.000 COP por cambio de luminarias, pintura interior de paredes, sensores de presencia con temporizadores y sin incluir cambio de aires acondicionados.

04

El sistema de generación con energía solar contribuye a una reducción de emisiones de GEI de entre 238 tonCO² y 285 tonCO² aproximadamente en los 25 años de la vida útil del sistema, que es comparativamente mucho más alta que lo que permiten las medidas de eficiencia energética.

05

Si el capital semilla y los recursos propios no son suficientes, la mejor opción de financiamiento es a través de ESCOs – Operador de Red por las siguientes razones:



06

La segunda mejor opción de financiamiento es por medio de un Banco comercial porque el tamaño del proyecto hace que un crédito, por el faltante contra el seed money, una línea tradicional sea fácilmente asequible.

REFERENCIAS

ABESCO. (2020). ¿Qué es una ESCO? Obtenido de <http://www.abesco.com.br/es/que-es-una-esco/>

Acciona. (15 de Febrero de 2018). Energía Renovables. Obtenido de https://www.acciona.com/es/energias-renovables/?gclid=CjwKCAjwydP5BRBREiwA-qrcGroD1s-2nDVO2x9BhJtG3mssC-YOALEY4hSPinwUwebvSF8pNegfJEBoc3HMQAvD_BwE

Área Metropolitana Valle de Aburrá. (2020). Movilidad Sostenible. Obtenido de <https://www.metropol.gov.co/la-movilidad/movilidad-sostenible>

Asobancaria. (2020). Leasing. Obtenido de <https://www.asobancaria.com/leasing/leasing/>

Baliño, L. (2 de Septiembre de 2019). D-2.4.CUBIERTA DE TEJA COLONIAL. Obtenido de ARQ Al Detalle: <https://arqaldetalle.com/d-2-4-cubierta-de-teja-colonial/>

Banco de la República de Colombia. (2020). Banca Comercial. Obtenido de https://enciclopedia.banrepultural.org/index.php/Banca_comercial

Banco Mundial. (1 de Diciembre de 2017). Eficiencia Energética. Obtenido de <https://www.banco-mundial.org/es/results/2017/12/01/energy-efficiency>

BEE. (24 de Julio de 2020). BEE Star Ratings for AC – The Complete Guide. Obtenido de ProductLo: https://productlo.com/bee-star-ratings-for-ac/?utm_source=latest_posts&utm_medium=organic&utm_campaign=website_traffic

Bijli Bachao. (7 de Mayo de 2019). Air conditioner selection: understand Tonnage, EER, COP and Star Rating. Obtenido de Bijli Bachao: <https://www.bijlibachao.com/air-conditioners/air-conditioner-selection-understand-tonnage-eer-cop-and-star-rating.html>

CENTElsa. (2020). CABLES CENTELFLEX PLUS. Obtenido de Centelsa: <https://www.centelsa.com/archivos/210290.pdf>

CENTElsa. (2020). Cables Fotovoltaicos. Obtenido de CENTELSA: <https://www.centelsa.com.co/archivos/Plegable-Cables-Fotovoltaicos.pdf>

Construdata. (2020). Costo Mano de Obra. Revista Construdata 194, <https://www.construdata.com/revistas/revista-construdata-194>.

Ecolite. (2020). Ecolite. Obtenido de Productos: Sensor Movimiento Incrustar en Pared ecolite® SE01: <https://ecolite.com.co/productos/sensor-movimiento-incrustar-en-pared-ecolite-se01-p243/>

Findeter. (09 de Abril de 2018). ¿Qué es findeter? Obtenido de <https://www.findeter.gov.co/publicaciones/500002/que-es-findeter/>

REFERENCIAS

Fronius. (2020). FRONIUS SYMO. Obtenido de Fronius: <https://www.fronius.com/en/photovoltaics/products/all-products/inverters/fronius-symo/fronius-symo-15-0-3-m>

ICONTEC. (2002). Eficiencia Energética en Acondicionadores de Aire para Recintos. Rangos de Eficiencia y Etiquetado. Bogotá: ICONTEC.

JINKO. (2020). Jinko Solar. Obtenido de Solartex: <https://www.solartex.co/tienda/wp-content/uploads/2019/10/CheetahPerc-JKM390-410M-72H-A2-EN.pdf>

Learn Metrics. (6 de Abril de 2020). EER Rating. Obtenido de Learn Metrics: <https://learnmetrics.com/eer-rating/>

MinEnergía. (2019). Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP. Obtenido de Ministerio de Energía: <https://www.minenergia.gov.co/retilap>

Ministerio de vivienda . (2020). Construcción sostenible. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/cambio-climatico/mitigacion/construccion-sostenible#:~:text=Una%20construcci%C3%B3n%20sostenible%20es%20aquella, donde%20se%20construye%20la%20edificaci%C3%B3n>

PROCOLOMBIA. (2020). Nociones básicas de los fondos de capital privado en la legislación colombiana. Obtenido de https://www.inviertaencolombia.com.co/images/Adjuntos/Fondos_de_Capital_Privado_en_Colombia.pdf

S-5! (2020). RibBracket I-IV™. Obtenido de S-5!: <https://s-5.com/products/clamps-brackets/ribbracket-i-iv/seam-profiles/>

S-5! (2020). S-5!® PVKIT® 2.0 Solar Rooftop Solutions. Obtenido de S-5: <https://s-5.com/products/solar-solutions/pvkit-2-0/>

S-5! (2020). S-5!® PVKIT® 2.0 Solar Rooftop Solutions. Obtenido de S-5!: <https://s-5.com/products/solar-solutions/pvkit-2-0/exposed-fastened/>

S-5! (2020). S-5!® PVKIT® Solar Solutions. Obtenido de S-5!: <https://s-5.com/products/solar-solutions/s-5-pv-solar-attachment-solutions/>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2020). Importancia de la producción más limpia en IPS. Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3988006/capitulo+1.+Importancia+de+la+Producci%C3%B3n+mas+limpia+en+IPS.pdf>

Solar Reviews. (29 de Mayo de 2020). Blog: Comparing micro inverters vs string inverters, plus other inverter types. Obtenido de Solar Reviews: <https://www.solarreviews.com/blog/pros-and-cons-of-string-inverter-vs-microinverter>

SolarReviews. (8 de Mayo de 2020). Wiring solar panels: Do you wire solar panels in series or parallel? Obtenido de Solar Reviews: <https://www.solarreviews.com/blog/do-you-wire-solar-panels-series-or-parallel>

REFERENCIAS

Solartex. (2020). Medidor Bidireccional Smart Meter US-240V Fronius. Obtenido de SOLARTEX: <https://www.solartex.co/tienda/producto/medidor-bidireccional-smart-meter-us-240v-fronius/>

Solartex. (2020). Panel Solar Jinko Cheetah 390 Watts. Obtenido de SOLARTEX: <https://www.solartex.co/tienda/producto/panel-solar-jinko-cheetah-390-watts/>

Stäubli. (2020). Electrical Connectors AG. Obtenido de Stäubli Alternative Energies: [https://ec.staubli.com/AcroFiles/Catalogues/PV_Sol-Main-11014092_\(en\)_hi.pdf#page=26-27](https://ec.staubli.com/AcroFiles/Catalogues/PV_Sol-Main-11014092_(en)_hi.pdf#page=26-27)

Suntree. (2019). SPD. Obtenido de Solartex: <https://www.solartex.co/tienda/wp-content/uploads/2020/01/DPS-Suntree.pdf>

UNIRAC. (2020). Solar Hooks. Obtenido de UNIRAC: <https://unirac.com/solarhooks/>

UPME. (2014). Guía para el consumo conciente, racional y eficiente de la energía. Bogotá: Min Minas. Obtenido de <http://www.si3ea.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=wru7z0gVd/1%3d&tabid=90&mid=449&language=es-ES>

UPME. (2016). Invierta y Gane con Energía: Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014. Bogotá: Ministerio Energía.

Uribe Escobar, J. D. (2009). La banca multilateral como fuente de financiación del crecimiento económico en América Latina y en Colombia. Obtenido de https://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/octubre.pdf



I.C.L.E.I
Gobiernos
Locales por la
Sustentabilidad

mitsidi
PROJETOS

icare
& consult

MARUP
energía
finanzas
competencia

Hill