

**CONTRIBUCIÓN AL ACCESO AL SERVICIO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN  
LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE TOLEDO (ANTIOQUIA).**

**JORGE IVÁN JIMÉNEZ CERQUERA**

**ASESOR Y/O DIRECTOR  
DEISON ULILO ACEVEDO MENDEZ**

**ESPECIALISTAS EN GESTIÓN DE PROYECTOS**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO**

**ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS  
MEDELLÍN**

**2018**

## CONTENIDO

1.	RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO.....	6
2.	MARCO TEÓRICO.....	8
2.1	Marco de Referencia .....	8
2.2	Marco de Antecedentes .....	19
2.3	Marco Conceptual .....	22
3.	JUSTIFICACIÓN .....	26
3.1	Entorno del proyecto .....	26
3.2	Análisis de la Situación Actual .....	28
4.	ANÁLISIS DE PROBLEMAS .....	32
4.1	Descripción de la situación existente con relación al problema.....	32
4.2	Problema Central.....	32
4.3	Magnitud actual del problema – Indicadores de línea base .....	33
4.4	Causas que generan el problema .....	33
4.4.1	Causas directas .....	34
4.4.2	Causas indirectas .....	34
4.5	Efectos generados por el problema.....	34
4.5.1	Efectos directos .....	34
4.5.2	Efectos indirectos .....	34
4.6	Diagrama de Árbol de Problemas.....	35
5	ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS.....	36
5.1	Contextualización del análisis a realizar.....	36
5.2	Matriz de Análisis de Involucrados.....	36
5.3	Población Afectada .....	38
5.4	Población Objetivo.....	38
6	ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....	40
6.5	Descripción de la alternativa.....	40
6.6	Localización.....	47
6.3	Aporte a la política pública .....	50
6.7	Análisis de necesidades.....	52

6.5	Objetivo General .....	53
6.6	Objetivos Específicos .....	54
6.8	Diagrama del árbol de Soluciones .....	55
7	MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS .....	56
8	COSTOS DE LA ALTERNATIVA.....	58
8.1	Estructura de Desglose de Trabajo.....	58
9	VALORACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS.....	60
9.1	Identificación y definición .....	60
9.2	Cuantificación de beneficios .....	62
10	MATRIZ DE MARCO LÓGICO .....	64
11	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....	66
12	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	67

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Metas de los objetivos de desarrollo sostenible relativos a la implementación de energías alternativas .....	10
Tabla 2. Metas de los objetivos de desarrollo sostenible relativos a la implementación de energías alternativas .....	37
Tabla 3. Horizonte de vida del proyecto .....	53
Tabla 4 Matriz de riesgo del proyecto.....	56
Tabla 4 Costo de la Alternativa .....	58
Tabla 6 Matriz de beneficio del proyecto.....	62
Tabla 7 Matriz de Marco Lógico .....	64
Tabla 8 Cronograma proyecto .....	66

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Proyectos de generación con energías renovables en Colombia (7) .....	15
Ilustración 2: Valores de radiación promedio para diferentes regiones del país (8). .....	17
Ilustración 3: Ubicación geográfica del Municipio de Toledo en Antioquia (14). .....	26
Ilustración 4: Calidad de Vida Municipio de Toledo (15).....	27
Ilustración 5: Calidad de Vida Municipio de Toledo. Fuente propia.....	35
Ilustración 6: Estimación de proyecciones de la población de la zona urbana del municipio de Toledo, Antioquia. (16).....	39
Ilustración 7: Promedio mensual de radiación Solar. Estación Maceo, Antioquia. (19).....	43
Ilustración 8: Esquema de luminaria mediante energía solar. (20).....	44
Ilustración 9: Esquema de luminaria mediante energía solar. (22).....	47
Ilustración 10: Departamento de Antioquia municipios de Medellín y Toledo. (23) .....	47
Ilustración 11: Subregión Norte departamento de Antioquia. (24).....	48
Ilustración 12: Cabecera municipal de Toledo Antioquia (1850 msnm). (25) .....	50
Ilustración 13: Diagrama de Soluciones. Fuente: Elaboración propia .....	55

## 1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO.

El presente documento de formulación expone una problemática cada vez más recurrente y se trata de las energías alternativas con todos sus beneficios para uso cotidiano, se elige el municipio de Toledo en el Departamento de Antioquia por las múltiples dificultades en cuanto a gestión de recursos para inversión pública y desarrollo general, además, ha mostrado interés en desarrollar este tipo de innovaciones en instalaciones públicas de la localidad. Por otro lado, presenta, el municipio, indicador de calidad de vida bajo debido, en parte, al nivel de desempleo que aqueja la comunidad y a la reducida inversión social que se hace en sectores estratégicos de desarrollo.

Por todo lo anterior, se motiva la presente iniciativa de inversión, procurando formular un proyecto que permita, en alguna medida, propiciar ahorros del gasto público y privado para que pueda ser destinado a otro tipo de proyectos con impacto en los ítems de más necesidad de la sociedad Toledana. Dicha iniciativa pretende impactar en el campo antes mencionado pero también, en la generación de espacios de sano esparcimiento y actividad física y cultural en horarios no acostumbrados, pero demandados, por la comunidad. Se pretende instalar y cambiar el sistema de iluminación de algunas infraestructuras municipales por alimentación a través de energías alternativas, para generar los espacios antes descritos, brindar mayor seguridad y motivar el mejoramiento de la percepción de los habitantes.

El valor de la presente iniciativa corresponde a cuatrocientos setenta y seis millones cuatrocientos setenta y dos mil ochocientos sesenta y un pesos (\$476.472.861).

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco de Referencia

#### DIMENSIÓN INTERNACIONAL

El proyecto piloto para el cambio de la fuente de energía y como consecuencia los equipos para la iluminación en escenarios deportivos, en instituciones educativas, en el parque y sus alrededores en el municipio de Toledo en Antioquia a partir de una fuentes de energía renovable no convencional, en particular mediante celdas solares fotovoltaicas para las luminarias tipo LED. Atendiendo el objetivo de desarrollo sostenible: “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”

A partir de la referencia de los objetivos de desarrollo sostenible podemos entender que es necesario priorizar en asuntos que mejoren la calidad de vida de las comunidades, y en particular en la época actual en la que el desarrollo impacta de manera significativa la sostenibilidad con la intervención de los recursos naturales.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), ha definido el desarrollo humano como aquel que sitúa a las personas en el centro de atención y que trata además de la promoción del desarrollo de las potencialidades de las personas, de las comunidades, mediante el aumento de sus posibilidades y del disfrute de la libertad, para vivir la vida. (1)

Con estas definiciones generales, es evidente la importancia de promover proyectos de desarrollo, que en este caso en particular atienden dos aspectos relevantes que son: la posibilidad para la comunidad de Toledo en el departamento de Antioquía de incursionar en el tema de energías renovables no convencionales mediante la implementación de un programa piloto de iluminación pública con celdas solares fotovoltaicas junto con luminarias LED buscando un impacto económico favorable para el municipio a mediano plazo mediante el uso de este tipo fuente de energía para la iluminación.

Esta implementación apunta, en el mediano plazo a incrementar el índice de calidad de vida de la población del Municipio de Toledo. Dentro de los impactos esperados a mediano plazo está el poder disminuir el gasto en servicios públicos en relación al servicio de iluminación, disminuyendo los gastos de funcionamiento del Municipio y de los ciudadanos.

Además que podría incrementarse la programación y la participación en actividades deportivas en la cancha sintética y en el coliseo cubierto de la zona urbana, además que mejora las condiciones de seguridad en estos sitios.

Se incluye también el mejoramiento de las condiciones de iluminación del parque, la estación de policía y algunas zonas cercanas y alrededor del parque central del pueblo. Se podrían mejorar las condiciones para realizar actividades culturales nocturnas en los sitios previstos en el municipio, pero limitados por los costos del servicio de energía eléctrica, y por último que ante la falla de la energía eléctrica, estas luminarias no saldrían de servicio porque no dependen del suministro eléctrico del sistema de distribución departamental para los servicios públicos.

En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2), en relación con el Objetivo 7: “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos” encontramos justificaciones desde la visión que indica: “... El acceso universal a la energía es esencial y que la energía sostenible es una oportunidad, que transforma la vida, la economía y el planeta”. Aunque el municipio de Toledo no tiene problemas con el suministro de energía eléctrica pues él cuenta con una cobertura en niveles del 98.3% para todo el municipio, siendo 100% en la cabecera municipal y 80% en la zona rural para 2016.

Tabla 1 Metas de los objetivos de desarrollo sostenible relativos a la implementación de energías alternativas

# Meta del objetivo de desarrollo sostenible a impactar	Descripción
<b>Objetivo 1</b> Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo	Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
Meta 1.4	Para 2030, garantizar que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres y los vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos, así como acceso a los servicios básicos, la propiedad y el control de las tierras y otros bienes, la herencia, los recursos naturales, las nuevas tecnologías apropiadas y los servicios financieros, incluida la microfinanciación.
<b>Objetivo 7:</b> Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos	Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. La energía sostenible es una oportunidad, que transforma la vida, la economía y el planeta. Las Naciones Unidas apoyan las iniciativas que aseguran el acceso universal a los servicios de energía modernos, mejoran el rendimiento energético y aumentan el uso de fuentes renovables.
Meta 7.b	De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo.
<b>Objetivo 12:</b> Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
Meta 12.7	Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales.
Meta 12.8	De aquí a 2030, asegurar que las personas de todo el mundo tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza.
<b>Objetivo 13:</b> Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos
Meta 13.3	Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

Ahora se tienen mayores posibilidades para mejorar las condiciones de acceso a la energía, específicamente mediante formas que surgen de la preocupación por el impacto ambiental que genera el uso de formas menos eficientes y otras con altos niveles de emisiones dañinas para el medio ambiente.

Las Naciones Unidas hablan de la meta de acceso universal a la energía, para el que lanzaron el programa “*Sustainable Energy for All: SE4ALL*” (3), con tres líneas de acción:

- Acceso universal a la energía,
- Energía limpia y renovable, y
- Eficiencia energética.

La *International Energy Agency*, dentro de la lista de condiciones que definen la “accesibilidad a energía moderna” para los servicios públicos, la salud, la educación, alumbrados públicos, entre otros, como uno de los hitos de accesibilidad a la energía. (4)

## DIMENSIÓN NACIONAL

En las últimas décadas, el Producto Interno Bruto (PIB) colombiano ha sido significativamente influido por el desarrollo e incremento de la cobertura de los servicios públicos, de manera importante y en particular en relación al sector de energía eléctrica.

Importante para la economía, además que se alinea con las políticas cuyo objetivo es fortalecer la generación de empleo y reducir los índices de pobreza.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un Nuevo País” (5), y con el fin de incentivar la utilización de fuentes no convencionales de energía, principalmente las renovables, se reglamentó el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE), orientado a financiar programas de penetración de fuentes no convencionales y la gestión eficiente de la energía, creado mediante la Ley 1715 de 2014 (6).

En la línea del crecimiento económico y el desarrollo social en el Plan Energético Nacional (PEN) se deja claro que es necesario diversificar la oferta de energía a través del uso de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) de manera que sean aprovechadas ya que el país cuenta con recursos renovables con potencial para ser transformados en energía útil.

En la Ley 1715 del 13 de mayo del 2014, están definidos los mecanismos e incentivos para el impulso de las fuentes no convencionales de energía, FNCE, para favorecer su desarrollo en el país. Esto, y los múltiples beneficios que aportan estas fuentes, tales como el aprovechamiento de los recursos renovables propios y gratuitos, la generación de empleo y el desarrollo técnico y tecnológico entre otros.

Colombia puede apuntar al aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía FNCE, beneficiado por la disponibilidad de estos recursos energéticos de manera que pueda proyectar los sitios estratégicos para futuras plantas de generación.

Para ella se establece que los recursos que financien el Fondo podrán ser aportados por la Nación, por entidades públicas o privadas, así como por organismos de carácter multilateral e internacional, el Fondo es reglamentado por el Ministerio de Minas y Energía.

Adicionalmente se indica que los recursos del fondo podrán financiar parcial o totalmente, entre otros programas y proyectos dirigidos entre otros para adecuaciones locativas, disposición final de equipos sustituidos y costos de administración e interventoría de los programas y/o proyectos.

En el Plan Nacional de Desarrollo “Todos por un Nuevo País” en el capítulo Colombia equitativa y sin pobreza extrema; y para el objetivo: Reducir las brechas poblacionales y territoriales en la provisión de servicios de calidad en salud, educación, servicios públicos,

infraestructura y conectividad y para la construcción de ciudades amables y sostenibles para la equidad, con el que se trata de la planificación y actuación coherente y articulada de los sectores de vivienda, agua potable y saneamiento básico, y movilidad urbana, en el marco de actuaciones urbanas integrales para el fortalecimiento de los instrumentos de planeación y ordenamiento regional y local.

La estrategia de ciudades amables y sostenibles para la equidad contribuye a la superación de la pobreza en zonas urbanas a través del mejoramiento de las condiciones de habitabilidad (vivienda y su entorno, agua potable y saneamiento básico) y movilidad.

Adicionalmente, da continuidad al cumplimiento de visiones y metas de largo plazo de país, tales como los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), la Visión Colombia 2019: Construir Ciudades Amables, y la Política Nacional para Consolidar el Sistema de Ciudades de Colombia a 2035.

Teniendo presente que Colombia cuenta con su sistema eléctrico nacional relativamente bajo en emisiones de carbono, en comparación con otros países con mayor participación de combustibles fósiles en su canasta eléctrica, no dependiente de energéticos importados, y al mismo tiempo con suficiente capacidad de generación actual y en desarrollo para satisfacer su demanda eléctrica en el corto plazo.

Desde esta perspectiva no se tendrían fuertes razones para impulsar el desarrollo de fuentes de energía alternativa, como son la necesidad de reducir la emisión de gases de efecto invernadero –GEI–, ni la necesidad de reducir la dependencia en combustibles importados o la presión de atender incrementos en la demanda mediante nueva capacidad instalada con base en recursos económicos propios.

A su vez, al contar con recursos fósiles abundantes como el carbón y posibles yacimientos de gas y petróleo aún no explotados, aparentemente el país parece no tener la necesidad de acudir a recursos y tecnologías no convencionales como sí lo han empezado a

hacer países en un contexto energético o socioeconómico similar al de Colombia, como es el caso de Brasil, Argentina, México, Chile y Perú.

Lo anterior ha limitado la percepción del sector energético colombiano en general a las formas tradicionales de desarrollo de proyectos para generación, razón por la cual el país no ha buscado de manera importante el desarrollo de energías renovables no convencionales hasta el momento.

Sin embargo, hoy, las tendencias en reducción de costos y de los riesgos asociadas con las fuentes no convencionales de energías renovables, FNCER, aprovechando experiencias exitosas junto con los desarrollos técnicos actuales que ya han empezado a sentar las bases que justifican la adopción de una estrategia para el desarrollo de esas fuentes en Colombia.

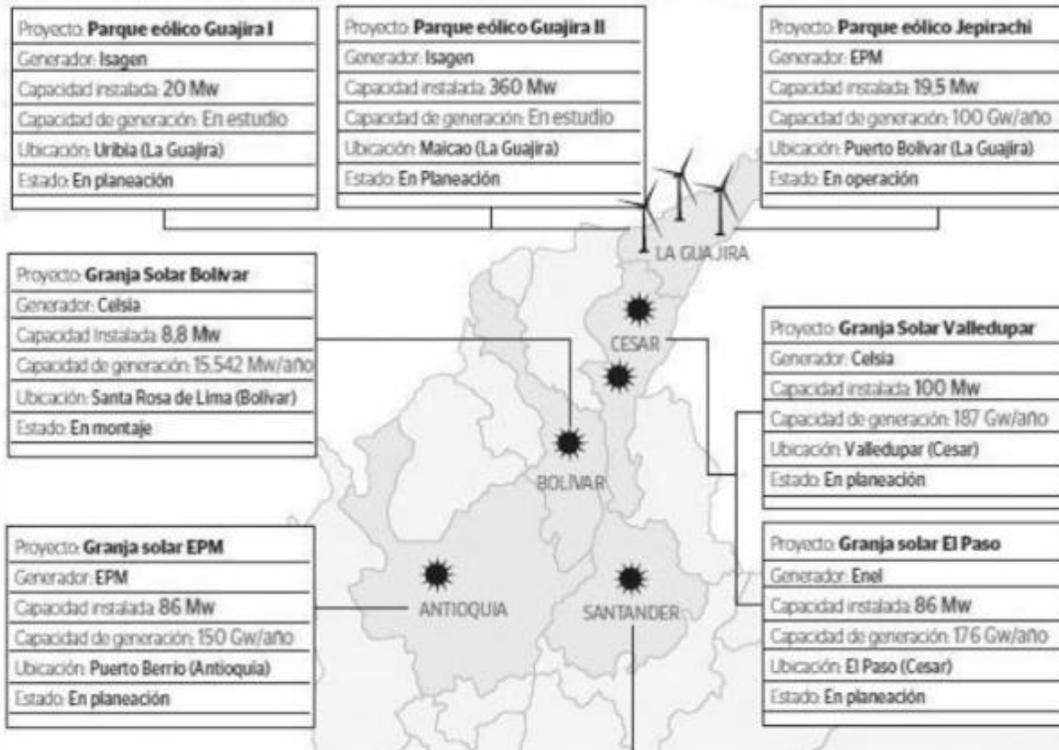
Las motivaciones para trabajar en la implementación de fuentes de energía renovables no convencionales en Colombia son identificadas como sigue:

La gran cantidad de fuentes hídricas que han permitido un gran desarrollo de ese tipo para la generación de energía que ha generado una alta dependencia de Colombia en sus recursos hidroeléctricos y que lo pone en riesgo frente a la escasez y altos precios de la energía, como ha sido recurrente en las crisis energéticas generadas por el fenómeno de “El Niño” en los años 1992 y 1993 y 2016 o también por los altos precios de energía experimentados en 2009, 2010, 2013, 2014 y 2016.

Más aún, recientemente se ha pronosticado que la vulnerabilidad a las sequías crecerá significativamente en Colombia debido al cambio climático por lo que se debería actuar estratégicamente para protegerse contra los riesgos derivados de la dependencia en recursos hidroeléctricos.

Ahora debería, a través del desarrollo y uso de otras energías renovable en lugar de procurar la expansión de su parque de generación térmica con base en combustibles fósiles, como se evidencia en la ilustración que se presenta abajo.

## Principales proyectos de generación renovable



Fuente: Empresas generadoras

FUENTE: EMPRESAS GENERADORAS

Ilustración 1 Proyectos de generación con energías renovables en Colombia (7)

### Oportunidad de desarrollo económico

El aprovechamiento de la energía renovable, además de procurar la independencia energética en algunas partes dependientes de combustibles fósiles o por motivaciones ambientales, puede ser utilizado como una estrategia de desarrollo económico ya que la implementación de estas tecnologías como es el caso de la solar fotovoltaica crea más

empleos que las inversiones en proyectos de generación con combustibles fósiles y pudiera mantiene los empleos “locales” para la instalación y el mantenimiento.

Adicionalmente, la energía renovable instalada en sitios particulares puede significar para los negocios las instituciones públicas y para los hogares e industrias una oportunidad de generar ahorros en los costos por el servicio de energía.

#### Tendencia de precios de la energía renovable

Actualmente, y por el nivel de desarrollo de las tecnologías relacionadas con las energías renovables sorprende la velocidad con la que sus costos han venido reduciéndose, especialmente en el caso de la energía solar fotovoltaica.

Hoy, tanto los beneficios de las energías renovables, como la reducción de los costos de los sistemas y tecnologías asociados siguen creando la posibilidad de que los mercados de energías renovables continúen creciendo.

Con una tendencia a la disminución de costos y con el potencial de recursos renovables que se tienen disponibles a nivel nacional, se espera que las autoridades responsables de la formulación de política en Colombia fomenten la implementación de estas tecnologías que podrán traer beneficios en el mediano y largo plazo al país, a través del establecimiento de lineamientos de política que se traduzcan en un marco normativo y regulatorio favorable para su participación

A continuación se presentan algunos de los motivos que, según una visión internacional experta, motivan la promoción de estas fuentes a nivel nacional.

Entre tanto, para el caso de Colombia, las fuentes disponibles de información de recurso solar indican que el país cuenta con una irradiación promedio de 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/d, la cual supera el promedio mundial de 3,9 kWh/m<sup>2</sup>/d, y está muy por encima del promedio

recibido en Alemania (3,0 kWh/m<sup>2</sup>/d) país que hace el mayor uso de la energía solar fotovoltaica a nivel mundial, con aproximadamente 36 GW de capacidad instalada a 2013.

En el caso de Colombia y los países ecuatoriales se cuenta con la ventaja de tener un buen recurso promedio a lo largo del año al no experimentar el fenómeno de las estaciones.

De acuerdo con el Atlas de Radiación Solar de la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, regiones particulares del país como son La Guajira, una buena parte de la Costa Atlántica y otras regiones específicas en los departamentos de Arauca, Casanare, Vichada y Meta, que presentan niveles de radiación por encima del promedio nacional que pueden llegar al orden de los 6,0 kWh/m<sup>2</sup>/d, recurso comparable con algunas de las regiones con mejor recurso en el mundo como es el caso del desierto de Atacama en Chile o los estados de Arizona y Nuevo México en Estados Unidos.

Por otro lado, regiones como la Costa Pacífica reciben niveles por debajo del promedio, los cuales sin embargo siguen estando, por ejemplo, por encima de los niveles anuales promedio recibidos en Alemania. En la ilustración 2 se presentan los valores de irradiación promedio para diferentes regiones del país.

Tabla 2.2. Valores de irradiación promedio para diferentes regiones del país.	
Región	Promedio irradiación (kWh/m <sup>2</sup> /día)
Guajira	6,0
Costa Atlántica	5,0
Orinoquía	4,5
Amazonía	4,2
Región Andina	4,5
Costa Pacífica	3,5

Fuente: UPME, IDEAM, 2005.

Ilustración 2: Valores de radiación promedio para diferentes regiones del país (8).

## **DIMENSION DEPARTAMENTAL**

El programa de Energía para la Ruralidad, del Plan de Desarrollo Departamental “Antioquia Piensa en Grande” (9), tiene como fin aumentar la cobertura, calidad y continuidad del servicio, implementando proyectos con sistemas tradicionales y alternativos que diversifiquen la oferta y mejoren las finanzas de los municipios, teniendo en cuenta la dependencia de sistemas convencionales que abastecen la demanda.

Dentro de las posibles fuentes no convencionales de energía renovables para ser implementadas en Antioquia según diagnósticos y estudios técnicos contratados por la Gerencia de Servicios Públicos se encuentran:

Energía Eólica.

Energía proveniente de fuentes Hídricas y centrales hidroeléctricas – PCH’s  
Pequeñas Centrales Hidroeléctricas,.

Energía Proveniente de biomasa.

Energía solar Fotovoltaicas.

Es de anotar que la generación de energía con sistemas alternativos tiene mínimos efectos adversos ambientales, toda vez que no producen emisiones de CO<sub>2</sub> ni afectaciones al terreno, al agua, a la flora y a la fauna. Se trata de sistemas que, igualmente, no causan contaminación por ruido.

Lo anterior deberá ser el compromiso por parte de los municipios para la ejecución de proyectos sostenibles con energías alternativas. Eso permitirá buscar el cumplimiento de las metas establecidas y mejorar las condiciones de la demanda y el mercado de una manera eficiente.

Es de anotar que el programa se enfoca al desarrollo integral de las zonas rurales del Departamento, apuntando a indicadores que permitan aumentar la competitividad de la región y ser líderes en el sector energético. Al brindar acceso a alternativas energéticas de calidad, eficientes y amigables con el medio ambiente, se logrará mejorar los aspectos sociales que disminuyan las brechas de desigualdad en el territorio antioqueño.

## **DIMENSION MUNICIPAL**

En el Plan de Desarrollo del Municipio de Toledo “De la Mano con el Campesino por un Toledo Incluyente, con Oportunidades y Bienestar Social” (10), en el componente estratégico con el objetivo de cerrar brechas para el mejoramiento de la calidad de vida de los Toledanos- En la dimensión del bienestar social para el desarrollo se maneja el tema de deporte y recreación que incluye el acceso a la práctica y disfrute del deporte y la recreación. Para ello se planea adecuar y construir infraestructura deportiva para la práctica de actividades deportivas.

En la dimensión Toledo avanza y se transforma competitivamente con más y mejores servicios públicos con el objetivo de todos conectados ampliando la electrificación rural.

### 2.2 Marco de Antecedentes

Las energías renovables han tenido un progreso importante, llegando a tener una participación significativa en el mercado energético mundial, complementando a los combustibles fósiles y con posibilidades de convertirse en el principal recurso primario de energía en el mediano o largo plazo. Tales fuentes son sostenibles y no son contaminantes, su aprovechamiento implica también beneficios sociales y económicos al contribuir a elevar la calidad de vida.

Si bien todavía no son competitivos con los combustibles fósiles, sus costos de generación experimentan una disminución continua debido a los avances tecnológicos y las

economías de escala, siendo esto una condición imprescindible para lograr la popularización de las tecnologías renovables.

El mercado del carbono y los Certificados de Emisiones Reducidas, constituyen un caso notable de la contribución de las energías renovables a la mitigación de las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) mediante su participación en los proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), en los cuales, Colombia está empezando a participar.

Se concluye que las energías renovables tienen efectos altamente positivos en todos los ámbitos de la economía y constituyen un elemento importante en el alcance del desarrollo sostenible. (11)

Para enunciar algunos proyectos que se darían idea de que se ha ejecutado en el país y que darán ideas de la posibilidad que este proyecto sea viable.

El Sistema de Gestión de Información y Conocimiento en Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (SGIC - FNCER) es una iniciativa puesta en marcha por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), impulsada con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a través de fondos de cooperación internacional provenientes del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). (12)

El proyecto “Energía limpia y sostenible para la comunidad de San Antonio”, que consiste en un sistema de energía solar fotovoltaico de 15kW con banco de baterías de 86.4kW para la escuela y 18 viviendas de la Vereda San Antonio en río Raposo, Distrito de Buenaventura. Proyecto financiado por Colciencias, con recursos del BID, dentro del marco del programa: “Ideas para el Cambio: Pacifico Pura Energía”. Este proyecto es financiado por Colciencias (70%).Un proyecto para una zona no interconectada.

El Proyecto “*Asomaroquia - swissbank* de generación fotovoltaica en municipios no interconectados”, desarrollado en el Municipio de la Primavera, en el departamento de

Vichada. El proyecto finalizado en 2017 se divide en dos etapas y brindara en el Municipio de la Primavera la capacidad de generar energía al proyecto de la Estación Piscícola y para los habitantes del casco urbano del municipio. Con una capacidad de 500 KW, proyecto en zona no interconectada.

Proyecto piloto en el Hospital Universitario del Valle. Se instaló un sistema fotovoltaico tipo *GRIDTIE* con una capacidad pico de 45kW, compuesto por 3 inversores trifásicos y 144 paneles solares marca *BlueSun*. Se espera una Generación de energía diaria promedio de 180kW. Con una capacidad instalada de 45 KWh/mes. Conectado al Sistema Interconectado.

Proyecto “Energía solar fotovoltaica edificio de la Empresa de Energía de Bogotá”. En marzo de 2015 se terminó la ingeniería, el montaje y la puesta en funcionamiento de los 18,5 kW de energía solar fotovoltaica ubicadas en las cubiertas de la Empresa de Energía de Bogotá.

Es un proyecto de autoconsumo directamente conectado a la red interna. Se instalaron paneles solares de muy alta eficiencia (>20% eficiencia por panel), con los respectivos inversores trifásicas *Fronius* con alta eficiencia. Con una capacidad de 18KW. Conectado al Sistema Interconectado.

Proyecto “Implementación de la prueba de eficiencia energética en sistemas fotovoltaicos para alumbrado público. En este proyecto será diseñado e implementado un módulo de pruebas en laboratorio para el ensayo de eficiencia energética de sistemas fotovoltaicos de baja potencia y energía (3 kW y 12 horas de operación continua), empleados en cargas aisladas de la red eléctrica.

El proyecto solar de Punta Soldado en Buenaventura. Iniciativa pionera de energía híbrida solar/diésel en el Pacífico Colombiano. El proyecto, que le entrega energía a 114 familias, está compuesto por 288 paneles fotovoltaicos, con capacidad de 74.88 kWp, así

como la subestación que alberga equipos electrónicos que transforman la energía solar en energía eléctrica.

### 2.3 Marco Conceptual

Las energías renovables (ER) han tenido un progreso considerable en las últimas décadas, alcanzando una participación importante en el mercado energético mundial, complementando a los combustibles fósiles.

Tales fuentes son muy poco contaminantes, sostenibles y su aprovechamiento puede tener impactos con beneficios sociales y económicos que contribuyen a elevar la calidad de vida y la economía local con la posibilidad de generar empleo.

Siendo aún no tan competitivas en relación con los combustibles fósiles, sus costos de generación experimentan una disminución continua como consecuencia de los avances tecnológicos y las economías de escala, siendo esto una condición imprescindible para lograr la popularización de las tecnologías renovables.

En relación a la problemática energética mundial; relacionada con el agotamiento de las energías fósiles y su impacto al medio ambiente además que se da cuenta que la estructura energética mundial es no sustentable y se requiere una actualización hacia la eficiencia energética y el uso de fuentes alternas como las energías renovables (ER).

El crecimiento de la demanda energética mundial a un ritmo anual del 2.47 % con un panorama al 2030 de transformación de la matriz energética mundial que considera una economía baja en carbón para proteger el medio ambiente, de manera que todas las fuentes primarias contribuyan a satisfacer la demanda energética. Las fuentes primarias de energía que más crecen son el gas y las ER.

- Fuentes convencionales de energía. Son aquellos recursos de energía que son utilizados de forma intensiva y ampliamente comercializados en el país.

- FNCE- Fuentes No Convencionales de Energía

- FNCER- Fuentes No Convencionales de Energía Renovable. Son aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, actualmente en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Otras fuentes podrán ser consideradas como FNCER según lo determine la UPME.

- Eficiencia Energética. Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, que busca ser maximizada a través de buenas prácticas de reconversión tecnológica o sustitución de combustibles. A través de la eficiencia energética, se busca obtener el mayor provecho de la energía, bien sea a partir del uso de una forma primaria de energía o durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre el ambiente y los recursos naturales renovables.

El Ministerio de Minas y Energía, a través de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) por medio del Programa de Energía Limpia para Colombia (CCEP) unen esfuerzos para convocar e invitar a empresarios, inversionistas y ciudadanos en general, para que le apuesten a las energías limpias.

- Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE). Son aquellos recursos de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles. Se consideran fuentes no convencionales de energía: la energía nuclear o atómica, la energía del sol y el viento por ejemplo.

Las energías renovables no convencionales, presentan una alternativa limpia y poco invasiva al medio ambiente. Son fuentes generativas como la energía eólica, la solar, la mareomotriz, la biomasa, la geotérmica, siendo estas las más conocidas y desarrolladas. Lo importante de ellas es que se minimiza la llamada dependencia de combustibles fósiles que hasta la fecha resultan ser la energía vital para la generación en algunos países del mundo, Colombia no es el caso.

Se indica en general que los proyectos con energías no convencionales presentan un alto grado de “aceptación ciudadana” por parte de las comunidades cercanas, sean estas de corte medioambientalistas, político, social, gremial o simple gente del vecindario.

Además, las energías renovables no convencionales se han transformado una nueva fuente de autogeneración energética para empresas privadas del rubro forestal, papelerero o de celulosa con las centrales de Biomasa que utilizan los residuos industriales de estas como fuente de generación energética, abaratando los costos y optimizando recursos operativos. Estas energías tienen tres grandes falencias comparativas respecto a sus pares de tipo convencional.

- Generan energía a un mayor costo en materia de producción o generación.
  - Energías que dependen en gran medida de las condiciones climatológicas, como es el caso particular de las fuentes eólicas, solares o mareomotrices.
  - Su debilidad está en la conectividad o accesibilidad de los proyectos, en relación a los centros urbanos o de las redes de transmisión a las cuales poder empalmarse. Esto debido a que las fuentes se encuentran en lugares complejos y alejados como es el caso de desiertos, planicies costeras, costa litoral, o sectores cordilleranos.
- Nuevas inversiones en proyectos de FNCE. Se consideran nuevas inversiones el aporte y/o erogaciones de recursos financieros que tengan como objetivo el desarrollo de Fuentes

No Convencionales de Energía y que se realicen a partir de la vigencia del Decreto 2143 de 2015.

- Nuevos proyectos de FNCE. Son aquellas actividades interrelacionadas que se desarrollan de manera coordinada para instalar capacidad de generación de energía eléctrica a partir de FNCE desde la expedición del Decreto 2143 de 2015.

Puede incluir actividades como investigación y desarrollo tecnológico o formulación e investigación preliminar, estudios técnicos, financieros, económicos y ambientales definitivos, adquisición de equipos, elementos, maquinaria, y montaje y puesta en operación.

- Medición y evaluación de los recursos para la producción y utilización de energía a partir de FNCE. Es el conjunto de actividades para la cuantificación de los potenciales de dichos recursos, su distribución espacial, estacionalidad, entre otros aspectos, basada en mediciones de ciertos parámetros y variables que permiten reducir la incertidumbre sobre la disponibilidad de los recursos.

- Etapas de proyectos de FNCE o gestión eficiente de la energía. En la aplicación de los incentivos de que trata el Decreto 2143 de 2015, se entenderán por etapas del proyecto las siguientes:

- i) Etapa de preinversión (investigación y desarrollo tecnológico o formulación e investigación preliminar);
- ii) Etapa de inversión (estudios técnicos, financieros, económicos y ambientales definitivos, montaje e inicio de operación); y
- iii) Etapa de operación (administración, operación y mantenimiento).

### 3. JUSTIFICACIÓN

#### 3.1 Entorno del proyecto

Toledo es un municipio localizado en la subregión Norte del departamento de Antioquia a 164 kilómetros de la ciudad de Medellín. Limita por el norte con los municipios de Ituango por el oriente con los municipios de Briceño y Yarumal, al sur con San Andrés de Cuerquia y por el occidente con el municipio de Sabanalarga. (17)

El área ocupada por el municipio es de 141 Km<sup>2</sup>, su densidad poblacional es de 45 personas/Km<sup>2</sup>, y su población total es de 6 550 habitantes, de los cuales el 52% son mujeres. La población urbana es de 1 100 habitantes. Con una población potencialmente activa del 55%.

El municipio se beneficia por los programas de familias en acción, de cero a siempre y Colombia mayor.



Ilustración 3: Ubicación geográfica del Municipio de Toledo en Antioquia (14).

El Municipio ubicado en cuenca del río Cauca, con una geografía diversa pues tiene acceso al río Cauca en la cota 250 msnm y en el corregimiento Buenavista a 2 400 msnm, tiene zonas de clima cálido con 39km<sup>2</sup>, en el clima templado tiene 88 km<sup>2</sup> y en el clima frío 14 km<sup>2</sup>, por esto la diversidad de productos que cultiva desde caña para azúcar hasta café, este último para 2015 correspondió a 75% de la producción agrícola comercial de 3 000 toneladas. Apenas el 10% del área total del municipio es de bosques nativos.

En la dimensión desarrollo económica, el municipio concentra menos del 1,6% del Valor Agregado. El municipio tiene muy baja capacidad de creación de valor agregado, baja capacidad de recaudo de recursos propios, bajos ingresos SGR y SGP.

En cuanto a la calidad de vida medida a través del IPM, siendo TIP-G el municipio está en la categoría que corresponde a los más pobres del país desde la óptica multidimensional. Teniendo en cuenta que el IPM nacional es igual a 48,97 y que para Toledo es de 18,3, en 2015, desempeño inferior a la media nacional.

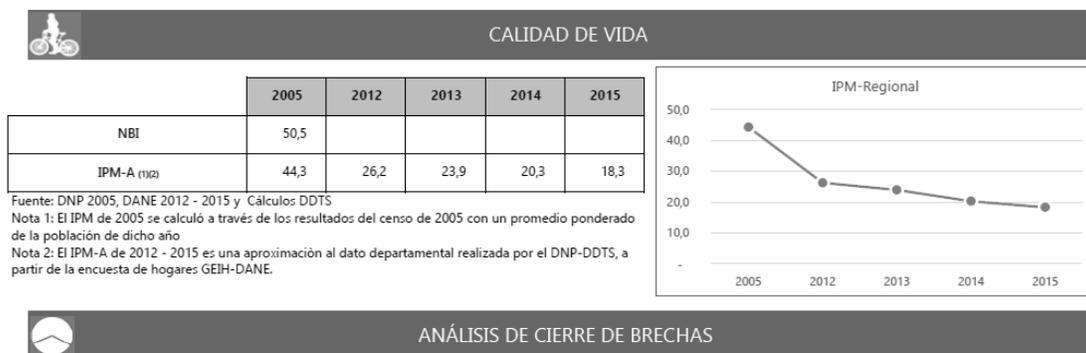


Ilustración 4: Calidad de Vida Municipio de Toledo (15).

A partir de los indicadores de Desempeño Fiscal y de Requisitos Legales, en la dimensión institucional, que es una medida de la capacidad de gestión de la administración territorial, busca hacer seguimiento a ciertos conceptos todos ellos referidos al asunto financiero de las entidades territoriales como la autofinanciación de sus gastos de funcionamiento, el porcentaje de recursos destinados a pagar las deudas, la dependencia de

las transferencias que se realizan desde el nivel nacional y de las regalías, generación de recursos propios, porcentaje de recursos que están destinados a la inversión, entre otros.

Un indicador positivo relacionado con los recursos económicos que administra, supondría mayor posibilidad de generar atención de necesidades insatisfechas a través de la acción pública. Es decir un indicador positivo debería significar mayor inversión en obras físicas necesarias como colegios, hospitales, vías, parques y espacios públicos, acueducto y alcantarillado, plantas de agua potable, jardines infantiles, bibliotecas.

Además, de inversión social como programas para acceder al sistema educativo mejorando su calidad, para aumentar la productividad y los ingresos de los campesinos, la generación de fuentes de trabajo, seguridad alimentaria y nutricional, generación de actividades y procesos culturales y artísticos, apoyo a ideas de emprendimiento entre muchas posibilidades para mejorar el índice de calidad de vida de una sociedad.

### 3.2 Análisis de la Situación Actual

Entender la realidad de municipios como Toledo en el departamento de Antioquia, que afrontan la realidad de ser municipios con grandes retos en términos de desarrollo económico, salud, educación, recreación., que de acuerdo al diagnóstico del Grupo de Estudios Territoriales de la Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible, donde el municipio de Toledo en la clasificación entorno de desarrollo temprano, tipología G.

Para 2017 se encuentra un 62% de la población pertenece al régimen subsidiado en salud y al contributiva sólo el 15%.

El municipio no cuenta con planta de tratamiento de agua potable ni de aguas residuales. La cobertura del acueducto es del 95% urbano y del 54 rural, alcantarillado con coberturas del 94% urbano y 6% rural.

El suministro de energía eléctrica alcanza un 100% de cobertura en la zona urbana y un 88% en la rural, dando cuenta que aún hoy, en el área rural hay faltantes que, posiblemente se deban a los costos de implementación.

Es importante que las administraciones territoriales conozcan que el aprovechamiento de las energías renovables, que les permite en casos específicos alcanzar la independencia energética fundamentados en motivaciones ambientales, económicas además que también pueda ser utilizada como una estrategia de desarrollo económico ya que la implementación de estas tecnologías como es el caso de la solar fotovoltaica crea más empleos que las inversiones en proyectos de generación mayores y pudiera generar empleos “locales” para la instalación y el mantenimiento.

Adicional a que el alumbrado público actual genera un alto consumo de energía eléctrica, que como consecuencia igual genera altos costos económicos, que si no son controlados puede ocasionar un déficit financiero para el municipio y con ello problemas de funcionamiento y sostenibilidad o que esta obligación no permita atender otras necesidades.

Considerando que dentro de las políticas del municipio se por el mejoramiento de desempeño fiscal de manera que el Municipio mejore en su desempeño hacia la sostenibilidad tanto financiera con impacto en el desarrollo social.

Es por esto que dentro de las actividades de manejo eficiente de la administración se pueden buscar otras alternativas de energías amigables con el medio ambiente y que disminuyan a mediano plazo los costos, ya que el no utilizar energía está dentro de las opciones, pero se afectarían sensiblemente la percepción de seguridad, disponibilidad de infraestructura deportiva y cultural.

Adicionalmente, la energía renovable instalada en instituciones públicas puede ser una oportunidad que genera ahorros en los gastos el servicio de energía.

El nivel de intervención entonces se refiere a la implementación de iluminación pública mediante celdas solares fotovoltaicas para las instituciones de educación escolar en la zona urbana y la cancha de fútbol entregada como parte de la inversión social por el Proyecto Hidroeléctrico Ituango. Esta intervención debe ser acompañada con una sensibilización para los usuarios de la cancha y toda la comunidad académica de la IE J. Emilio Valderrama.

Toledo actualmente es un municipio con una caracterización municipal en un entorno de desarrollo temprano y con tipología grado G.

En el tema de entorno de desarrollo temprano, indica que este municipio es apartado y desconectado de los mercados, con escasa participación en el PIB nacional y con economía sin especialidad, algo de agricultura. Alejada de ciudades importantes y la mayor parte de la población dispersa en las zonas rurales, que para Toledo corresponde al 75% de su población es decir un pueblo ampliamente rural. Generar desarrollo en este municipio requiere intervenciones eficaces para lograr transformaciones de indicadores sociales.

En el tema de recursos para la generación de energía y su incidencia en el territorio. Recientemente, en el primer semestre de 2016 el País afrontó una situación de niveles de los embalses en niveles de escases por efecto del fenómeno del niño. Esta situación llevó al país a realizar un esfuerzo en ahorro en el consumo de agua y de electricidad para sortear la posibilidad casi inminente de un racionamiento. Teniendo en cuenta que el país posee una matriz energética para la producción de energía tiene un componente hidráulico del 67% contra una componente térmica del 28%

Colombia por tener un potencial hidroeléctrico amplio ha emprendido la mayoría de sus esfuerzos en la generación de energía a través de la generación hidráulica esto ha puesto al país en un riesgo asociado a la escasez de agua cuando los veranos son prolongados, estos asociados al fenómeno del niño, fenómenos que se han materializado en 1992 y 1993, o más recientemente en 2009, 2010, 2013, 2014 y 2016, que aunque no terminen en racionamiento sí impactan fuertemente los precios en la bolsa, donde se negocia la venta de

energía para el consumo Nacional. Es más, se prevé que la vulnerabilidad a las sequías crecerá significativamente en Colombia debido al cambio climático.

Algunos países que dependen de sus embalses y plantas de generación hidroeléctrica, han enfrentado continuas crisis energéticas por causa de las sequías y del crecimiento de su demanda. Algunos han optado por incluir plantas de generación térmica con altos costos de operación por el suministro de combustibles. Estas plantas térmicas exponen a esos países a los riesgos asociados con la volatilidad de precios del mercado internacional de los combustibles fósiles.

En alguna parte se combina de manera estratégica la energía hidráulica de manera que se utilice para balancear y complementar la generación variable de otras fuentes renovables (como es el caso de la energía eólica y la energía solar).

En el caso de Colombia, además de los Planes de expansión de referencia - Generación y transmisión de la UPME 2013-2027 y 2014-2028, y análisis conducidos por algunos de los agentes generadores que monitorean mediciones de viento obtenidas en la Alta Guajira, han demostrado la existencia de patrones de complementariedad estacional entre los recursos nacionales eólicos e hidráulicos.

Basado en estos hechos y evidencias, Colombia podría actuar estratégicamente para protegerse contra los riesgos derivados de la dependencia en recursos hidroeléctricos, a través del desarrollo y uso de otras energías renovables en lugar de procurar la expansión de su parque de generación térmica con base en combustibles fósiles, que actualmente depende principalmente de gas natural.

## 4. ANÁLISIS DE PROBLEMAS

### 4.1 Descripción de la situación existente con relación al problema

Debido a que el departamento de Antioquía, se produce gran parte de la energía hidráulica del país, consecuente con esto el municipio de Toledo tiene un cobertura del 100% en la zona urbana y un 88% en la zona rural.

Estas coberturas tal altas, entre otros aspectos hacen difícil la incorporación de otras alternativas de energías renovables y en particular las no renovables.

Es tal vez por esa razón entre otras como el desconocimiento de estas tecnologías, posiblemente su costo y dentro de las necesidades del municipio otras de mayor impacto que no se ha visibilizado la posibilidad de alternativas energéticas diferentes a las tradicionales. Es por esto que la cobertura con energías alternativas es del 0% para el municipio.

### 4.2 Problema Central

Limitado acceso al servicio de energías renovables en la zona urbana del municipio de Toledo en Antioquia

El problema central se enuncia como el limitado acceso al servicio de energías renovables no convencionales en la zona urbana de Toledo en Antioquia.

Tiene más como una oportunidad para el municipio de acceder a esta tecnología de manera novedosa que le permita alguna independencia en el servicio y un ahorro económico correspondiente al pago de los servicios públicos en los que pudiera disminuir sus gastos en proporción a los sistemas reemplazados.

Lo que se pretende indicar, es que a partir de la sustitución de algunos sistemas de alumbrado público mediante luminarias LED con sus respectivas celdas solares fotovoltaicas, es que no se apunta a la necesidad de cubrir un faltante en iluminación por la imposibilidad de acceso a los servicios de energía eléctrica, que como se indicó antes en la zona urbana se dispone de una cobertura del 100%.

Para esta categoría de municipio es indispensable el mejoramiento de la calidad de vida y esta puede ser modificada por el beneficio de disminuir valor de los gastos de funcionamiento de la administración municipal.

#### 4.3 Magnitud actual del problema – Indicadores de línea base

El municipio en la penetración por energías alternativas no convencionales tiene un 0% de cobertura en sistemas de energías alternativas renovables no convencionales.

#### 4.4 Causas que generan el problema

El hecho de estar en una zona que no tiene dificultades para el acceso al servicio de energía eléctrica y con un prestador del servicio eficiente, pero único, hace invisible cualquier alternativa de cambio en la medida que es una necesidad cubierta.

Es por eso que se entiende que no surjan iniciativas desde la comunidad, ni desde la administración.

Esta falta de interés o de búsqueda de un problema donde no lo hay, será siempre la una dificultad para estas aplicaciones que se acompañan del desconocimiento específico, aunque en general se hable con propiedad del cambio climático y de las soluciones para este problema mundial.

#### 4.4.1 Causas directas

- Baja gestión pública para la implementación de soluciones con energías alternativas renovables para las instituciones públicas en la zona urbana del municipio.
- Deficientes sistemas de provisión de energías alternativas en las instituciones públicas de la zona rural del municipio.

#### 4.4.2 Causas indirectas

- Débil esquema institucional en el Municipio para atender las necesidades de la población.
- Escasas iniciativas públicas para el desarrollo y uso de las energías renovables.
- Limitadas alternativas de provisión de energías renovables en instalaciones públicas.
- Inadecuado funcionamiento de los sistemas de provisión de energía alternativa existentes

#### 4.5 Efectos generados por el problema

Los efectos que genera la problemática planteada pasan directamente por todo el municipio ya que afecta tanto a los pobladores de forma directa como de forma indirecta.

##### 4.5.1 Efectos directos

- Dificultad para la utilización de escenarios deportivos en horarios nocturnos.
- Altos gastos del servicio público de energía en las instituciones públicas del municipio.

##### 4.5.2 Efectos indirectos

- Aumento de la inseguridad en las zonas de escenarios deportivos.
- Limitada disponibilidad para actividades deportivas y culturales.
- Disminución de los recursos públicos para inversiones sociales.
- Aumento de los niveles de gestión del gasto público en funcionamiento.

#### 4.6 Diagrama de Árbol de Problemas

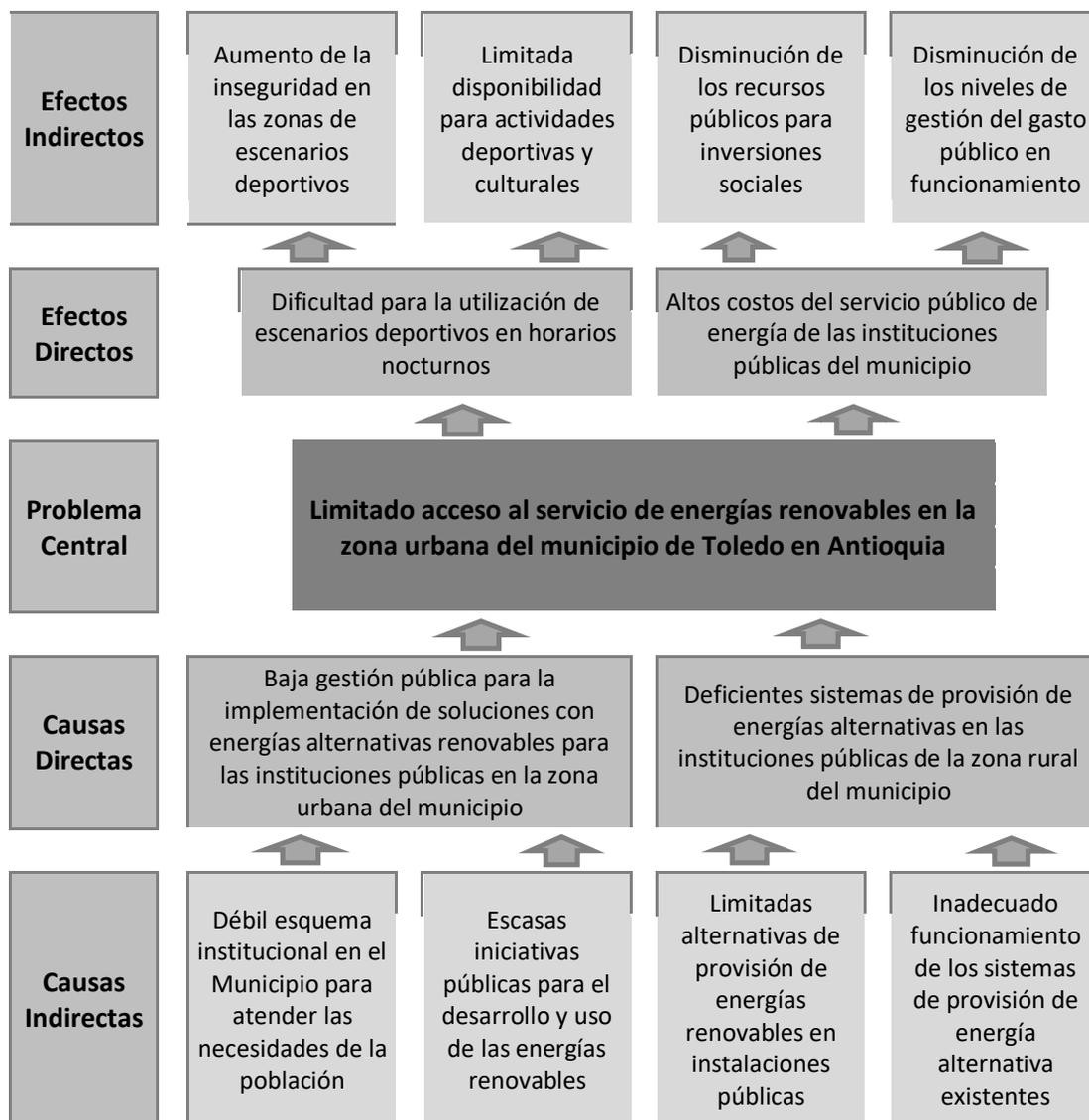


Ilustración 5: Calidad de Vida Municipio de Toledo. Fuente propia.

## 5 ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

### 5.1 Contextualización del análisis a realizar.

Teniendo en cuenta que el proyecto pretende implementación de luminarias de energía solar fotovoltaica para la iluminación interior de la IE J. Emilio Valderrama que hoy cuenta con 315 estudiantes tanto en la jornada diurna como nocturna, además del suministro de este mismo servicio para la cancha sintética del municipio que fue entregada como parte de la intervención social del Proyecto Hidroeléctrico Ituango que beneficiará las iniciativas de programas deportivos propios del municipio como a los practicantes ocasionales, el coliseo cubierto y el parque del centro del pueblo, que beneficiaría la totalidad de la población del área urbana correspondiente a 1 053 habitantes para 2016

### 5.2 Matriz de Análisis de Involucrados

El ministerio de minas y energía a través del Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE). Los recursos del fondo podrán financiar parcial o totalmente, entre otros, programas y proyectos dirigidos al sector residencial de estratos 1, 2 y 3, tanto para la implementación de soluciones de autogeneración a pequeña escala, como para la mejora de eficiencia energética, igualmente se podrán financiar estudios y auditorías energéticas, adecuaciones locativas, disposición final de equipos sustituidos y costos de administración e interventoría de los programas y/o proyectos.

Tabla 2. Metas de los objetivos de desarrollo sostenible relativos a la implementación de energías alternativas

Actor	Posición	Tipo de Contribución	Experiencia
MINMINAS	Cooperante	Los recursos del fondo podrán financiar parcial o totalmente, entre otros programas y proyectos dirigidos al sector residencial de estratos 1, 2 y 3, tanto para la implementación de soluciones e autogeneración a pequeña escala, como para la mejora de eficiencia energética, igualmente se podrán financiar estudios y auditorías energéticas, adecuaciones locativas, disposición final de equipos sustituidos y costos de administración e interventoría de los programas y/o proyectos.	Proyectos de energía renovable que beneficia a unas 60.000 personas, con inversiones de más de 200.000 millones de pesos.
Gobernación de Antioquia. Gerencia de Servicios Públicos de la gobernación de Antioquia	Cooperante	Ejecutor del proyecto con recursos propios y técnico	Un proyecto que busca instalar paneles solares en 134 escuelas rurales ubicadas en las veredas más alejadas de Antioquia, de manera que se puedan usar aparatos tecnológicos, gracias a que tendrán energía fotovoltaica. Inversión de 6.792 millones de pesos.
Municipio de Toledo	Beneficiario	Realizar el mantenimiento de las luminarias y sus equipos asociados de la cancha sintética del municipio	Ninguna
Comunidad estudiantil IE J Emilio Valderrama.	Beneficiario	Personal de sostenimiento de la Institución educativa, encargada de la operación y el mantenimiento.	Ninguna
Comunidad participante de los torneos de fútbol en la cancha sintética y del coliseo cubierto del municipio de Toledo	Beneficiario	Evitar acceso a las redes sociales para que no divulguen sus fechorías	No aplica.

En el análisis de involucrados se pueden evidenciar concertaciones en el año 2018 entre el la Gerencia de Servicios públicos de la Gobernación de Antioquia y quien contrata el suministro y puesta en servicio de sistemas fotovoltaicos para electrificación rural mediante sistemas de energía fotovoltaica por un valor de 6 792 millones de pesos, servicio que se instalará en 134 escuelas.

Esas actividades están dentro del programa Energía para la ruralidad, programa del plan de desarrollo “Antioquia Piensa En Grande” que busca aumentar la cobertura, calidad y continuidad del servicio implementado proyectos con sistemas tradicionales y alternativos.

### 5.3 Población Afectada

No se consideran afectados por el desarrollo del proyecto. Sólo se visualiza a la empresa prestadora de los servicios de alumbrado público en relación a la salida de operación del servicio del alumbrado público en la cancha sintética, con todos sus equipos asociados.

### 5.4 Población Objetivo

Este proyecto pretende favorecer directamente a la comunidad de la zona urbana del municipio de Toledo y en particular a la comunidad académica de la IE J Emilio Valderrama, los usuarios de la cancha sintética y del coliseo cubierto, además de las los comerciantes, la Iglesia, el Comando de la Policía y en general de todos los habitante del casco urbano de Toledo que para 2016 eran 1 053 habitantes.

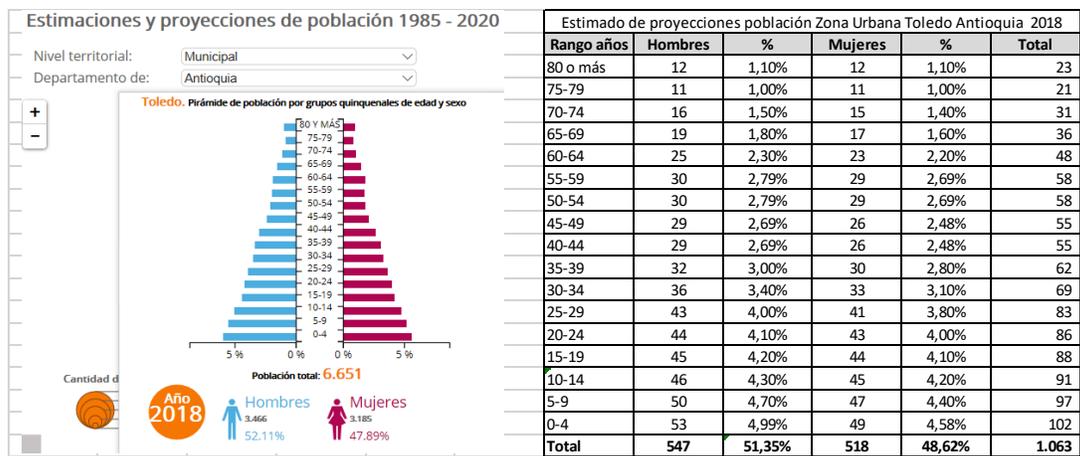


Ilustración 6: Estimación de proyecciones de la población de la zona urbana del municipio de Toledo, Antioquia. (16)

## 6 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

### 6.5 Descripción de la alternativa.

Una luminaria solar es un dispositivo de iluminación compuesto por una lámpara LED, un panel solar fotovoltaico, y una batería recargable. Las luminarias solares para alumbrado público deben tener la lámpara, el panel fotovoltaico, el controlador, el regulador de carga y la batería integrados en una sola unidad.

La alternativa que se implementará en la cancha sintética, la IE J. Emilio Valderrama, el coliseo cubierto y el parque, todos en la zona urbana del municipio de Toledo y que beneficiará a las personas de la cabecera municipal actualmente con 1 100 habitantes, incluidos los 310 estudiantes.

Esta alternativa incluye las lámparas, los postes, el controlador de encendido y apagado automático, el regulador de carga, las baterías y los paneles.

En términos generales, las celdas solares fotovoltaicas consisten en instalaciones destinadas a convertir la radiación solar en energía eléctrica. Existen tres tipos de instalaciones fotovoltaicas dependiendo de su conexión:

- Móviles, aquellas que pueden cargarse y utilizarse en diferentes lugares.
- Aisladas de la red eléctrica, son estacionarias y autónomas.
- Las interconectadas a la red eléctrica.

Para el caso particular se utilizarán las aisladas de la red, estacionarias y autónomas. Así mismo, se pueden caracterizar en dos grupos:

Para la definición de normas y estándares mínimos de calidad, se determinaron los componentes principales de este proyecto tipo (Panel, Regulador de Carga Solar y Batería), que deben cumplir con la siguiente normatividad técnica:

El Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 en su sección 690 Lo dispuesto en este Artículo se aplica a sistemas eléctricos de energía fotovoltaica incluyendo circuitos del sistema, unidades de acondicionamiento de potencia y controladores para tales sistemas.

Los sistemas solares fotovoltaicos cubiertos por este Artículo pueden ser interactivos con otras fuentes de producción de energía eléctrica o autónomos, con o sin almacenamiento de energía eléctrica, como baterías. Estos sistemas pueden tener salidas para utilización en corriente alterna o corriente continua.

Los literales tratados en esta sección son los siguientes:

- Generalidades: Artículos 690-1 a 690-5.
- Requisitos de los Circuitos: Artículos 690-7 a 690-9.
- Medios de Desconexión: Art. 690-13 a 690-18.
- Métodos de Alambrado: Art. 690-31 a 690-34.
- Puesta a Tierra: Art. 690-41 a 690-47.
- Rotulado: Art. 690-51 a 690-52.
- Conexión a Otras Fuentes de Energía: Art. 690-61 a 690-64.
- Baterías de Acumuladores: Art. 690-71 a 690-74.

En el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE se establecen los requisitos que garanticen los objetivos de protección contra los riesgos de origen eléctrico, para esto se han recopilado 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. (17)

Es un instrumento técnico-legal que permite garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y utilización de la energía eléctrica, cumplan con los siguientes objetivos:

Este reglamento aplica a las instalaciones eléctricas, a los productos utilizados en ellas y a las personas que las intervienen.

Para los equipos se tienen los siguientes requerimientos de calidad

Paneles Fotovoltaicos: Deben cumplir con las especificaciones contempladas en la norma IEC-61730 de 2009, sobre seguridad en módulos fotovoltaicos, ésta norma está dividida en dos partes, en la IEC 61730- 1:2016 “*Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 1: Requirements for construction*”, requisitos para la construcción y la IEC 61730-2: 2016 IEC 61730-2:2016 “*Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 2: Requirements for testing*” requisitos para las pruebas.

Dependiendo del tipo de panel a instalar, la normatividad técnica aplicable es así:

- i. Paneles de Silicio Cristalino: norma NTC 2883 “Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. calificación del diseño y aprobación de tipo” de 2006.
- ii. Paneles fotovoltaicos de película delgada (*Thin Film*): norma NTC 5464 “Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para uso terrestre. calificación del diseño y homologación” de 2010.
- iii. Paneles en condiciones especiales norma NTC 5512 “Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV)” de 2013.

Regulador de Carga Solar: Se debe cumplir con la norma NTC6016 “Controladores de carga de batería para instalaciones fotovoltaicas. Comportamiento y rendimiento” de 2013.

Baterías: Se debe cumplir la norma NTC 5287 “Baterías para sistemas solares fotovoltaicos. Requisitos generales y métodos de ensayo” de 2009, la cual suministra la información necesaria referente a los requisitos de las baterías que se utilizan en los sistemas solares fotovoltaicos y de los métodos de ensayo típicos utilizados para verificar la eficiencia de las baterías.

Para el cumplimiento de las normas anteriormente enunciadas, se debe justificar éstos requisitos mediante la presentación del certificado emitido por algún laboratorio acreditado por el ILAC (*International Laboratory Accreditation Cooperation*). (18)

En relación con la iluminación dentro de análisis del proyecto en el cual se identifique la demanda visual, técnica y estética de iluminación para la cancha, y establecer los alcances y limitaciones del diseño.

Para la caracterización del sitio donde se instalarán los paneles se debe identificar la altura sobre el nivel del mar y los valores de radiación.

Para el municipio de Toledo ubicado a 1 850 msnm, se tomará el promedio de la radiación solar del municipio de Maceo, en Antioquia, donde existe una estación de medición para el atlas de radiación solar, correspondiente a un promedio anual de 4 650Kwh/m2 por día. Maceo posee una estación de medida correspondiente en Antioquia a una altura de 1 100msnm, que se tomará como referencia.

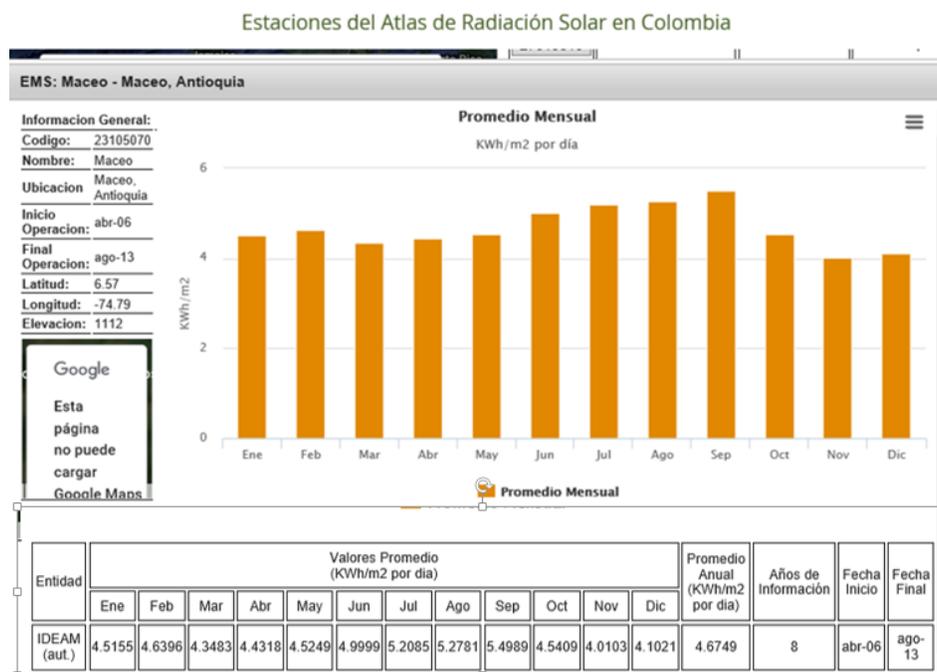


Ilustración 7: Promedio mensual de radiación Solar. Estación Maceo, Antioquia. (19)

En el Sistema Fotovoltaico a instalar, como solución para la iluminación pública y la cantidad de paneles va en relación a la radiación de la localidad, y la cantidad de baterías del banco va de acuerdo al consumo promedio del sistema dimensionado.

Se propone la implementación de un sistema solar fotovoltaico que estará compuesto por los elementos descritos en el siguiente esquema:

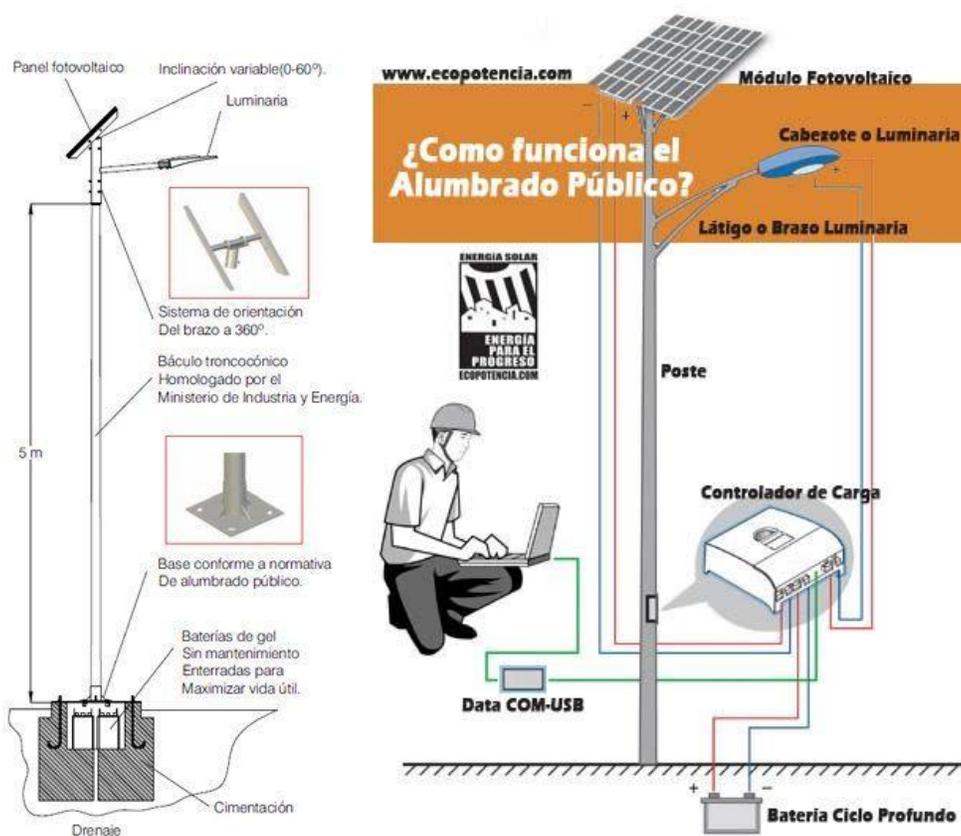


Ilustración 8: Esquema de luminaria mediante energía solar. (20)

## Diseño eléctrico del sistema de iluminación

El diseño eléctrico del sistema de alumbrado tiene como fin optimizar la relación visual entre los usuarios y el medio ambiente, e incrementar la funcionalidad de la infraestructura (cancha sintética).

- Plano general del sistema – unifilar, planta.
- Detalles los paneles fotovoltaico, la caja del controlador de carga, la batería, el sistema automática de encendido y apagado de luminarias.

El contenido mínimo que debe tener el estudio de validación para el diseño eléctrico proporcionado es:

- Análisis del proyecto: en el cual se identifique la demanda visual, técnica y estética de iluminación para la cancha, y establecer los alcances y limitaciones del diseño.
- Planteamiento general: validar para el diseño proporcionado, la fuente de alimentación, el trazado de la instalación, la selección de las luminarias, conductores y su instalación.
- Diseño detallado: debe contar con el estudio fotométrico y de demanda eléctrica del sistema, el cuadro de cargas, y la validación o ajuste de los esquemas a detalle presentados para el sistema de montaje de luminarias, acometidas, cajas, tierras y controles eléctricos.
- Análisis de riesgos eléctricos y validación de distancias de seguridad.

Los elementos del diseño que no son objeto de ajuste son la cantidad, ubicación y la altura de los postes y luminarias, y que el tendido de la red entre postes debe ser siempre subterráneo.

El implementador debe tener en cuenta que la instalación de la caja equipo de medida y del tablero de distribución de circuitos que deben realizarse acorde al RETIE y a las normas del operador de red de la zona del proyecto.

En cuanto a la selección de las luminarias, estas obedecen al análisis de costos y proveedores de la entidad que realice la implantación. Siempre que se cumpla con el nivel de iluminancia mínimo que establece el diseñador eléctrico de acuerdo a la normativa existente, se podrá seleccionar lámparas tipo LED. Tenga en cuenta que el uso de luminaria tipo LED implicará una menor carga demandada por el escenario deportivo, lo cual favorecerá a que se brinde el servicio desde redes eléctricas existentes con baja disponibilidad.

La cancha para grama sintética que se desarrollará en este documento, cuenta con un área de competencia de  $44 \text{ m} \times 24 \text{ m} = 1056 \text{ m}^2$  y un área total de  $47 \text{ m} \times 27 \text{ m} = 1269 \text{ m}^2$  (incluyendo los sobre anchos de la zona de seguridad y andenes) tendrá una dotación mínima de dos arcos con sus mallas y sus elementos de anclaje y soporte.

#### Instalaciones de iluminación pública con paneles solares

La iluminación del área de competencia debe garantizarse, en horas de baja o nula iluminación natural. Por lo anterior, se requiere contar con un mecanismo de control que permita la activación y desactivación manual de la iluminación según corresponda

El suministro eléctrico se diseña para no ser conectado al sistema de alumbrado público, la red de alimentación debe tener la capacidad de carga y voltaje de manera que la iluminación se logre mediante la instalación de luminarias de sodio, metal Halide de 400 W o led ubicadas sobre 6 postes de 12 m (4 luminarias en cada poste) las instalaciones deben ejecutarse siguiendo lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP. (21)

La disposición general del sistema de alumbrado puede consultarse en el plano correspondiente, anexo.

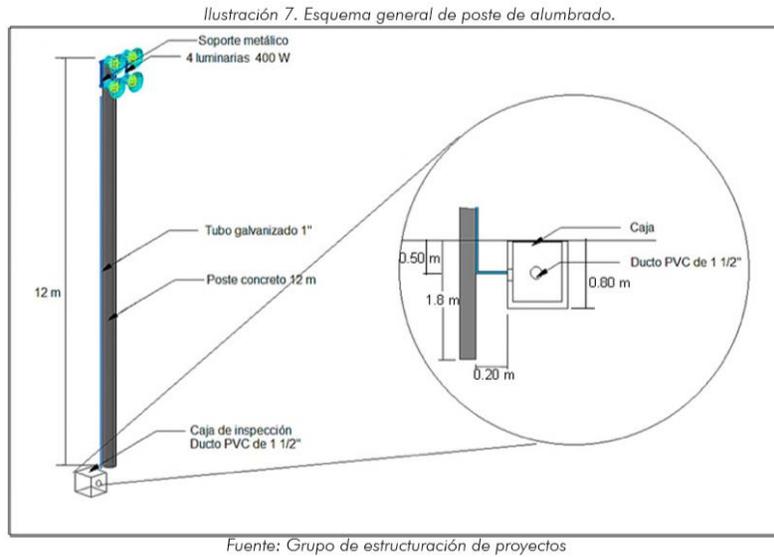


Ilustración 9: Esquema de luminaria mediante energía solar. (22)

## 6.6 Localización

El norte antioqueño es una zona de Antioquia que representa una de las 9 subregiones en que está dividido este departamento. La subregión está localizada en plena cordillera Central, entre el área norte del Valle de Aburrá y el nudo de Paramillo, límite de la cordillera Occidental.



Ilustración 10: Departamento de Antioquia municipios de Medellín y Toledo. (23)

El norte antioqueño se subdivide en dos zonas: la del altiplano conformada por los municipios de Santa Rosa de Osos, San Pedro de los Milagros, San José de la Montaña, Don Matías, Entreríos, Belmira, Carolina del Príncipe, Gómez Plata, Yarumal, Angostura e Ituango.

La otra zona la conforma la vertiente hacia los ríos Cauca y Nechí, donde se encuentran los municipios de Ituango, Toledo, Briceño, San Andrés de Cuerquia, Campamento, Guadalupe y Valdivia.

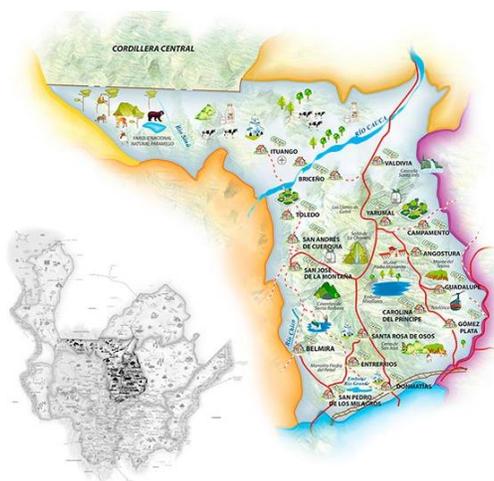


Ilustración 11: Subregión Norte departamento de Antioquia. (24)

Esta subregión tiene una gran riqueza hídrica, está bañada por los ríos Cauca, Nechí, Río Grande, Río Chico, Guadalupe, San Andrés, Valdivia, Espíritu Santo, Ituango, Pescador, además de numerosas caídas y fuentes de agua que lo potenciaron como gran productor de energía mediante los embalses de Riogrande, Miraflores, Porce y Troneras.

El río Cauca es el eje del sistema hidrográfico y sirve como sistema de comunicación en algunos tramos.

El accidente geográfico más importante de la subregión es el Nudo de Paramillo donde está ubicado el Parque Nacional Natural Paramillo. Allí nacen las serranías de Abibe, San Jerónimo y Ayapel y los ríos San Jorge y Sinú.

Se encuentran también zonas boscosas, los robledales en los municipios de Yarumal, Belmira, Entrerriós, San José de la Montaña, Santa Rosa de Osos y el bosque de Miraflores en Carolina del Príncipe con 5 mil hectáreas que protegen el embalse del mismo nombre. Y los bosques de pino pátula, eucalipto y ciprés plantados con fines comerciales en Angostura, San Pedro, Don Matías, Carolina y Entrerriós.

Toledo es un municipio de Colombia, localizado en la subregión Norte del departamento de Antioquia a 164 kilómetros de la ciudad de Medellín. Limita por el norte con los municipios de Ituango por el oriente con los municipios de Briceño y Yarumal, al sur con San Andrés de Cuerquia y por el occidente con el municipio de Sabanalarga.

El área ocupada por el municipio es de 141 Km<sup>2</sup>, su densidad poblacional es de 45 personas/Km<sup>2</sup>, y su población total es de 6 550 habitantes, de los cuales el 52% son mujeres. La población urbana es de 1 100 habitantes. Con una población potencialmente activa del 55%.

El municipio se beneficia por los programas de familias en acción, de cero a siempre y Colombia mayor.

El Municipio ubicado en cuenca del río Cauca, con una geografía diversa pues tiene acceso al río Cauca en la cota 250 msnm y en el corregimiento Buenavista a 2 400 msnm, tiene zonas de clima cálido con 39km<sup>2</sup>, en el clima templado tiene 88 km<sup>2</sup> y en el clima frío 14 km<sup>2</sup>, por esto la diversidad de productos que cultiva desde caña para azúcar hasta café, este último para 2015 correspondió a 75% de la producción agrícola comercial de 3 000 toneladas. Apenas el 10% del área total del municipio es de bosques nativos.



Ilustración 12: Cabecera municipal de Toledo Antioquia (1850 msnm). (25)

### 6.3 Aporte a la política pública

En la línea del crecimiento económico y el desarrollo social en el Plan Energético Nacional (PEN) se deja claro que es necesario diversificar la oferta de energía a través del uso de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) aprovechando que el país cuenta con recursos renovables con potencial para ser transformados en energía útil.

En la Ley 1715 del 13 de mayo del 2014, se define los mecanismos e incentivos para el impulso de las fuentes no convencionales de energía FNCE para favorecer su desarrollo en el país. Esto, y los múltiples beneficios que aportan estas fuentes, tales como el aprovechamiento de los recursos renovables propios, la generación de empleo y el desarrollo técnico y tecnológico entre otros.

Desde la visión de un desarrollo sostenible para el país se puede visualizar un desarrollo económico incluyente y descentralizado. Colombia puede apuntar al aprovechamiento de

las FNCE, caracterizando la disponibilidad de los recursos energéticos y proyectar los sitios estratégicos para futuras plantas de generación.

En el tema: “Ideas para una política de largo plazo” del documento Plan Energético Nacional. Colombia 2014 – 2050: ideario energético 2050, se propone viabilizar la generación distribuida local a pequeña escala (generación de energía eléctrica por medio de muchas pequeñas fuentes de energía en lugares lo más próximos posibles a las cargas), por lo que se propone trabajar en la posibilidad de que los usuarios se auto-abastezcan instalando equipos de pequeña capacidad y utilicen la red como respaldo, o tengan equipos para uso no continuo como respaldo cuando falla en el suministro de la red.

Se puede tomar como base para el plan piloto entidades oficiales, dentro de las motivaciones se tienen el objeto de disminuir el impacto financiero que generan a los prestadores de los servicios de energía eléctrica por el no pago de los servicios de energía por algunas entidades oficiales.

La generación distribuida es una oportunidad para la incorporación de energías renovables, dado que las últimas tendencias del mercado muestran inclinación a equipamiento pequeño, diseñado para el usuario individual residencial como un medio de garantizar su abastecimiento, manejar sus propios patrones de consumo, y aumentar su control sobre su consumo. Adicionalmente, no representan el mismo reto constructivo en relación a las plantas de mayor escala, específicamente respecto a licencias, impacto por adquisición de predios.

En el nivel departamental en su plan de desarrollo “Antioquia Piensa en Grande”, y para la línea estratégica: La nueva ruralidad para vivir mejor en el campo tiene el componente acceso a bienes y servicios de apoyo con el programa energía para la ruralidad que busca mejorar la cobertura, calidad y continuidad del servicio, implementando proyectos con sistemas tradicionales y alternativos que permita diversificar la oferta, teniendo en cuenta la dependencia de sistemas convencionales para abastecer la demanda.

Dentro de las posibles fuentes no convencionales de energía renovables para ser implementadas en Antioquia según diagnósticos y estudios técnicos contratados por la Gerencia de Servicios Públicos se encuentran:

- Energía Eólica.
- Energía proveniente de fuentes Hídricas y centrales hidroeléctricas – PCH.
- Energía Proveniente de biomasa.
- Energía solar Fotovoltaicas.

En el Plan de Desarrollo Municipal: “De la Mano con el Campesino por un Toledo Incluyente, con Oportunidades y Bienestar Social”, se tienen en la línea estratégica “Inclusión y bienestar social para el desarrollo de Toledo” la componente, Más deporte y recreación para un Toledo más saludable y en esta el programa adecuación y construcción de equipamiento e infraestructura deportiva para la promoción y la práctica del deporte.

Además en la línea estratégica, Toledo avanza y se transforma competitivamente, en la dimensión, Alcaldía Municipal, institución eficiente, eficaz y de calidad para el fortalecimiento de las finanzas municipales con el programa Toledo eficaz, eficiente y sostenible en el tiempo.

## 6.7 Análisis de necesidades

El proyecto ofrece el servicio de iluminación pública mediante energías alternativas no convencionales para la infraestructura del municipio en su cabecera municipal, además de la capacitación mediante un programa de educación en el uso eficiente de la energía y las alternativas desde las fuentes renovables de energía no convencionales dirigidos a los grupos de interés organizados e identificados en municipio, y en especial los grupos de usuarios de la cancha de fútbol, del coliseo cubierto, el personal de la administración municipal y la comunidad educativa de la I.E. J. Emilio Valderrama.

La población beneficiada se estima que serán todos los habitantes de la cabecera municipal de Toledo correspondientes a 1 063 habitantes.

El proyecto tiene una vida estimada esperada que se relaciona con la vida útil de los equipos que corresponde a 15 años.

Tabla 3. Horizonte de vida del proyecto

<b>Horizonte de vida del proyecto</b>			
Año	Oferta	Demanda	Déficit
2013	0	1 062	1 062
2014	0	1 043	1 043
2015	0	1 025	1 025
2016	0	1 028	1 028
2017	0	1 016	1 016
2018	0	1 023	1 023
2019	0	1 025	1 025
2020	0	1 033	1 033

Fuente: Elaboración propia

## 6.5 Objetivo General

Incrementar el acceso al servicio de energías renovables en la zona urbana del municipio de Toledo en Antioquia.

Implementar un sistema de iluminación pública mediante la instalación de luminarias que funcionan a partir de celdas fotovoltaicas en la cancha de fútbol de grama sintética, del coliseo cubierto acompañado de la implementación de un mecanismo de sensibilización respecto a uso racional de la energía y las alternativas a partir de energías renovables no convencionales, mediante presentaciones a las comunidades organizadas del municipio, en particular la comunidad educativa de la I.E. J. Emilio Valderrama.

Para el caso particular de este proyecto se estima como indicadores de público objetivo los 310 estudiantes de la I.E. J. Emilio Valderrama, los funcionarios de la administración municipal y los nueve concejales.

## 6.6 Objetivos Específicos

Se exponen los Objetivos Específicos que dan respuesta a las Causas Directas definidas anteriormente.

- Aumentar la gestión pública para la implementación de soluciones con energías alternativas renovables para las instituciones públicas en la zona urbana del municipio.
- Implementar sistemas de provisión de energías alternativas en las instituciones públicas de la zona rural del municipio.
- Fortalecer el esquema institucional en el Municipio para atender las necesidades de la población.
- Presentar nuevas iniciativas públicas para el desarrollo y uso de las energías renovables.
- Encontrar alternativas de provisión de energías renovables en instalaciones públicas.
- Mejorar el funcionamiento de los sistemas de provisión de energía alternativa existentes.
- Facilitar la utilización de escenarios deportivos en horarios nocturnos.
- Disminuir costos del servicio público de energía de las instituciones públicas.

6.8 Diagrama del árbol de Soluciones

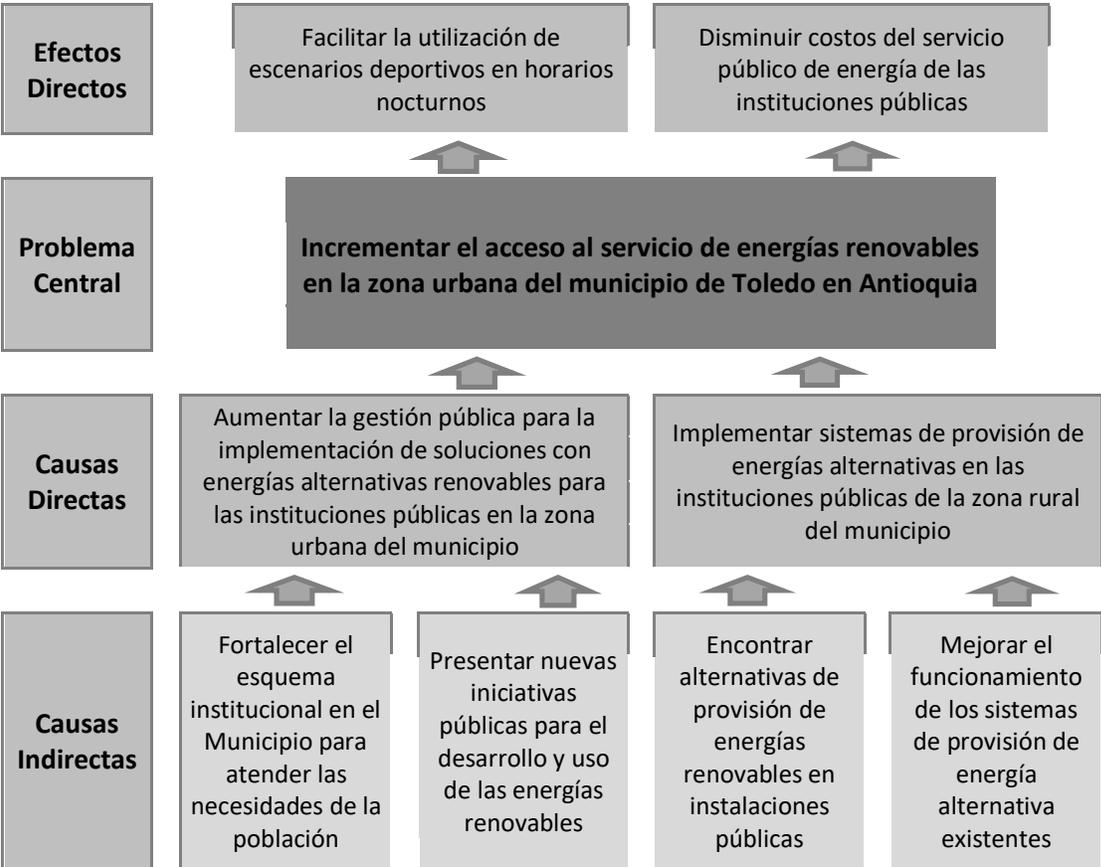


Ilustración 13: Diagrama de Soluciones. Fuente: Elaboración propia

## 7 MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS

La alternativa relacionada en el presente documento presenta una serie de riesgos propios de toda actividad y de todo proyecto de inversión que se elabora, es de recordar que dichos riesgos son externos al proyecto y no dependen de él para su realización.

Tabla 4 Matriz de riesgo del proyecto

Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Efecto	Medidas de mitigación
Imposibilidad de conseguir apoyo de entes públicos para la implementación de energías alternativas no renovables.	Alta	Mayor	No ejecución el proyecto	Presentación del informe de viabilidad técnica y económica del Proyecto a entes públicos para su apoyo y respaldo. Además de gestiones previas de fuentes de financiación o de subsidios a los que pueda aplicar el Proyecto
Declaración desierto el proceso de contratación.	Improbable	Mayor	Retrasos en la ejecución del proyecto	Realizar sondeo de mercado, insumo con el que se pueden definir los requisitos de participación y realizar una amplia difusión y promoción de la convocatoria a nivel regional, departamental y nacional
Incumplimiento por parte del contratista	Improbable	Mayor	Retrasos en la ejecución del proyecto	Exigirle a los proponentes la adquisición de pólizas de cobertura total de las actividades, objeto y todos los componentes del proyecto y de la obra misma. Hacer un estricto seguimiento por parte de la interventoría.
Baja calidad de los insumos y demás elementos requeridos para el proyecto	Improbable	Mayor	Inestabilidad de la obra e inseguridad de los beneficiarios	Definir claramente las especificaciones técnicas y las normas técnica aplicable a los productos del proyecto. Efectuar una eficiente

				interventoría técnica y solicitar garantía de calidad.
Daños a terceros en la ejecución del contrato	Moderada	Moderado	Afectación en el desarrollo del contrato	Se exige dentro de los requisitos la consecución de garantía (Póliza) de Responsabilidad civil extracontractual y demás, que cubran este tipo de riesgos.
Cambio de prioridades económicas o políticas que afecten la ejecución del Proyecto	Improbable	Mayor	La ejecución se pospondría y continuaría la problemática planteada	Garantizar la asignación de recursos para el proyecto ya sea desde el inicio de la vigencia o con la transferencia en su gran totalidad de los mismos. Asegurar la formalización del contrato de manera que se deban cumplir las obligaciones por las partes.
Imposibilidad de ejecución del proyecto por orden público	Improbable	Mayor	No ejecución del Proyecto	Solicitar el acompañamiento de la fuerza pública y trabajar de la mano con ellos y la comunidad. Incluir en el contrato la posibilidad de suspensión del mismo en caso de ocurrencia de este riesgo.
Bajo interés y participación de la comunidad en las actividades	Moderada	Mayor	No realización de un componente vital del proyecto	Involucrar a la comunidad beneficiada mediante la socialización de las características del proyecto y sus beneficios. Además, hacer una amplia difusión y promoción de las actividades.

Fuente: Elaboración propia

## 8 COSTOS DE LA ALTERNATIVA

### 8.1 Estructura de Desglose de Trabajo

A continuación se presenta discriminados los costos de la alternativa que fue seleccionada para la resolución de la problemática planteada, es de considerar que los costos relacionados hacen referencia a los precios de mercado actuales y están sujetos a modificaciones o variaciones. También es de resaltar que se contemplan los costos del componente de sensibilización a la población y se valoran algunos insumos de forma simbólica o como medio de retribución a los administradores de las instalaciones donde se desarrollaran dichas capacitaciones.

Tabla 5 Costo de la Alternativa

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	PRODUCTO	ACTIVIDADES	INSUMO	CANT	UNID	VALOR UND	VALOR TOTAL
Incrementar el acceso al servicio de energías renovables en la zona urbana del municipio de Toledo en Antioquia, pasando de 0 a 1 100 beneficiarios en la zona urbana del municipio	Implementar el uso de sistemas de provisión energías alternativas en las instalaciones de iluminación pública en seis sitios en la zona urbana del municipio	Instalar seis sistemas de luminarias mediante la utilización de como fuente de energía la solar fotovoltaica en la zona urbana del municipio.	Instalar los sistemas de iluminación para la cancha sintética en la zona urbana del municipio de Toledo.	Instalar lámpara led "all in one SMLN - 120W" SUN MASTER en Cancha sintética	6	un	2,853,600	17,121,600
				Instalar lámpara led "all in one SMLN - 120W" SUN MASTER en IE J Emilio Valderrama	6	un	2,853,600	17,121,600
				Instalar lámpara led "all in one SMLN - 120W" SUN MASTER en Coliseo Cubierto	15	un	2,853,600	42,804,000
				Instalar lámpara led "all in one SMLN - 120W" SUN MASTER en Parque Central	7	un	2,853,600	19,975,200
				Instalar lámpara led "all in one SMLN - 120W" SUN MASTER en Piloto distribución centro del pueblo	30	un	2,853,600	85,608,000
				Instalar lámpara led "Flybird 50 Watt Solar Street Light" en Parque Central	6	un	4,698,000	28,188,000
				Poste poliéster reforzado con fibra de vidrio 9,5m.	43	un	1,300,000	55,900,000
				Montaje e instalación por unidad poste luminaria.	50	un	507,000	25,350,000
				Montaje e instalación por unidad sin poste	21	un	253,500	5,323,500

			Administrar (10% de los costos directos de la instalación)	1	gl	29,739,190	29,739,190		
			Supervisar (5% de los costos directos de la instalación)	1	gl	16,356,555	16,356,555		
Incrementar el nivel de gestión pública para la implantación de soluciones con energías alternativas renovables para las instituciones públicas en la zona urbana del municipio.	Sensibilización y capacitación para mostrar el uso y los beneficios de los sistemas a instalar con el proyecto	Realizar los talleres de uso racional de la energía eléctrica	Energías renovables no convencionales en particular la energía solar fotovoltaica aplicada a la iluminación pública	6	un	1,200,000	7,200,000		
			Instalaciones IE J Emilio Valderrama	1	gl	700,000	700,000		
			Administrar (10% de los costos directos de la instalación)	1	gl	120,000	120,000		
		Realizar los talleres de uso racional de la energía eléctrica	Energías renovables no convencionales en particular la energía solar fotovoltaica aplicada a la iluminación pública	2	un	1,200,000	2,400,000		
			Instalaciones Coliseo cubierto Público en general	1	gl	800,000	800,000		
			Administrar (10% de los costos directos de la instalación)	1	gl	120,000	120,000		
		Realizar los talleres de uso racional de la energía eléctrica	Energías renovables no convencionales en particular la energía solar fotovoltaica aplicada a la iluminación pública	2	un	1,200,000	2,400,000		
			Instalaciones Administración municipal y concejo municipal	1	gl	150,000	150,000		
			Administrar (10% de los costos directos de la instalación)	1	gl	120,000	120,000		
		<b>SUBTOTAL</b>							357,497,645
		<b>Imprevistos y utilidad 12%</b>							42,899,717
		<b>Subtotal</b>							400,397,362
<b>IVA del 19%</b>							76,075,499		
<b>TOTAL</b>							476,472,861		

Fuente: Elaboración propia

## 9 VALORACIÓN DE INGRESOS Y BENEFICIOS

### 9.1 Identificación y definición

Ahorro en el gasto de funcionamiento del municipio en lo que tiene que ver con el pago del servicio público de energía de la cancha sintética, el coliseo cubierto y la IE J Emilio Valderrama, toda vez que al usarse en dichos escenarios los sistemas propuestos en el presente documento no se usaría la energía eléctrica y este servicio público se vería rebajado.

Esta estimación está dada en la cantidad aproximada de kilovatios hora (Kwh) que producirían las luminarias, 27 del total del proyecto, si fuesen alimentadas con energía eléctrica durante ocho meses de un año y durante cuatro horas diarias, que sería el servicio adicional que prestarían las luminarias, sin considerar el uso diurno cuando es requerido. Este valor por el costo actual del kilovatio hora del mercado.

Ahorro en el valor de la factura de servicios públicos de los habitantes del municipio por la disminución en el consumo de energía en el alumbrado público en la cabecera municipal. Esto dado que 43 de las luminarias instaladas prestaran el servicio en zonas comunes del municipio y si estuviesen conectadas a la energía eléctrica sería cobrado a través de este ítem en la factura de servicios públicos a toda la comunidad.

Este dato se valora por la cantidad aproximada de kilovatios hora (Kwh) que producirían las luminarias si fuesen alimentadas con energía eléctrica durante doce meses del año y durante doce horas diarias, que sería el servicio normal que prestarían las luminarias, sin considerar el uso diurno cuando es requerido por diferentes razones. Este valor por el costo actual del kilovatio hora del mercado.

Ahorro en gastos de seguridad y judicialización del sistema jurídico y legal del país al incrementar el número y el tiempo de niños, niñas y adolescentes en actividades deportivas, recreativas y culturales, toda vez que al estar ocupados en dichas actividades, se evita su

ingreso a grupos ilegales y la propensión a actividades delictivas que tendrían sin que tengan alternativas de ocupación sana del tiempo libre.

Esta valoración está dada por un número mínimo de niños, niñas y adolescentes que, según las cifras del Icbf, tienen propensión al delito teniendo en cuenta la población total de estos grupos etareos, por el costo aproximado mínimo de los gastos en que se incurre desde la captura de una persona hasta los primeros trámites de judicialización como son la custodia, el tiempo hora invertido por fiscales, jueces, agentes del orden, abogados, funcionarios en general de la rama judicial, entre otros.

Ahorro en gastos médicos por el mejoramiento de la condición física y de la salud general de los usuarios regulares de la cancha sintética y el coliseo cubierto debido a que pueden realizarse nuevamente actividades en el horario nocturno.

Esta cuantificación está dada por el número aproximado de personas del municipio con tendencia a sufrir enfermedades cardiovasculares por su edad, según el artículo de prensa <https://www.eltiempo.com/vida/salud/gasto-por-enfermedades-cardiacas-en-el-sistema-de-salud-de-colombia-63672>, multiplicado por el costo promedio, que según el mismo artículo se gasta el sistema de salud colombiano en tratar una de las patologías asociadas y más frecuentes que es la hipertensión.

## 9.2 Cuantificación de beneficios

Tabla 6 Matriz de beneficio del proyecto

<b>PROYECTO</b>			
<b>Acceso al servicio de energías renovables en la zona urbana del municipio de Toledo en Antioquia</b>			
<b>BENEFICIOS</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Promedio</b>	<b>Total Proyecto</b>
Ahorro en el gasto de funcionamiento del municipio en lo que tiene que ver con el pago del alumbrado público de la cancha sintética, el coliseo cubierto y la IE J Emilio Valderrama.	51,840	\$551.44	\$28,586,650
Ahorro en el valor de la factura de servicios públicos de los habitantes del municipio por la disminución en el consumo de energía en el alumbrado público en la cabecera municipal.	371,520	\$551.44	\$204,870,989
Ahorro en gastos de seguridad y judicialización del sistema jurídico al incrementar el número de niños, niñas y adolescentes en actividades deportivas y recreativas, toda vez que al estar ocupados se evita su ingreso a grupos ilegales y propensión a actividades delictivas.	6	\$46,758,210	\$280,549,260
Ahorro en gastos médicos por el mejoramiento de la condición física y de la salud general de los usuarios regulares de la cancha sintética y el coliseo cubierto debido a que pueden realizarse nuevamente actividades en el horario nocturno.	130	\$486,000	\$63,180,000
<b>TOTAL</b>			<b>\$577,186,898.40</b>

Fuente: Elaboración propia



## 10 MATRIZ DE MARCO LÓGICO

Tabla 7 Matriz de Marco Lógico

	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<b>FIN</b>	<p><b>Objetivos De Desarrollo Sostenible</b>                      Objetivo 1: "Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo."                      Objetivo 7: "Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos."                      Objetivo 12: "Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles."                      Objetivo 13: "Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos."</p> <p><b>Plan de desarrollo nacional - “Todos por un nuevo país”</b>                      En el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, con el fin de incentivar la utilización de fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas renovables, se reglamentó el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE), orientado a financiar programas de penetración de fuentes no convencionales y la gestión eficiente de la energía, creado mediante la Ley 1715 de 2014. Para ella se establece que los recursos que financien el Fondo podrán ser aportados por la Nación, por entidades públicas o privadas, así como por organismos de carácter multilateral e internacional, el Fondo es reglamentado por el Ministerio de Minas y Energía.</p> <p><b>Plan de desarrollo departamental - “Antioquia piensa en Grande”</b>                      Las bases del plan de desarrollo 2016 – 2019 del doctor Luis Pérez Gutiérrez incluye el programa de Energía para la Ruralidad, del Plan de Desarrollo Departamental “Antioquia Piensa en Grande”, tiene como fin aumentar la cobertura, calidad y continuidad del servicio, implementando proyectos con sistemas tradicionales y alternativos que diversifiquen la oferta y mejoren las finanzas de los municipios, teniendo en cuenta la dependencia de sistemas convencionales que abastecen la demanda. Dentro de las posibles fuentes no convencionales de energía renovables para ser implementadas en Antioquia según diagnósticos y estudios técnicos contratados por la Gerencia de Servicios Públicos se encuentran: Energía Eólica, Energía proveniente de fuentes Hídricas y centrales hidroeléctricas – PCH´s Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, Energía Proveniente de biomasa y Energía solar Fotovoltaicas.</p>			
<b>PROPÓSITO</b>	Incrementar el acceso al servicio de energías renovables en la zona urbana del municipio de Toledo en Antioquia, pasando de 0 a 1 100 beneficiarios en la zona urbana del municipio.	Porcentaje de sistemas instalados META: 100%	Informe Final del proyecto	Se mantienen favorables las condiciones de orden público. Se conserva durante la ejecución del Proyecto la Tasa Representativa del Mercado.

<b>COMPONENTES</b>	1	Implementar el uso de sistemas de provisión energías alternativas en las instalaciones de iluminación pública en seis sitios en la zona urbana del municipio.	Número de sistemas operando.  META: 6	Registro de la disminución del consumo o tarifa de alumbrado público. Informe final de Interventoría.	La gestión de recursos para el proyecto se hace de forma efectiva y se consigue garantizar la financiación del mismo.
	2	Incrementar el nivel de gestión pública para la implantación de soluciones con energías alternativas renovables para las instituciones públicas en la zona urbana del municipio.	Número de Talleres realizados.  META: 10	Listados de Asistencia  Registro Fotográfico	La participación de la comunidad en general del Corregimiento es la esperada y se logra impactar en la población.
<b>ACTIVIDADES</b>	1.1.	Instalar los sistemas de iluminación para la cancha sintética en la zona urbana del municipio de Toledo.	Número de luminarias instaladas.  META: 71	Informes de Interventoría Registro fotográfico	El proceso se realiza con las garantías legales exigidas y no se producen problemas mayores a terceros.
	1.2.	Operación de los sistemas de iluminación instalados.	Número de luminarias con mantenimiento.  META: 71	Informes de Interventoría Registro fotográfico	Los recursos se garantizan desde el inicio del proyecto y los mantenimientos se realizan en los periodos establecidos.
	2.1.	Realizar los talleres de uso racional de la energía eléctrica a la población de la IE J Emilio Valderrama.	Número de Talleres realizados.  META: 6	Listados de Asistencia  Registro Fotográfico	La población de la IE J Emilio Valderrama recibe y aplica los conocimientos adquiridos en los Talleres de forma efectiva.
	2.2.	Realizar los talleres de uso racional de la energía eléctrica en el Coliseo cubierto dirigida a la población en general.	Número de Talleres realizados.  META: 2	Listados de Asistencia  Registro Fotográfico	La población general del Municipio recibe, multiplica y aplica los conocimientos adquiridos en los Talleres de forma efectiva.
	2.3.	Realizar los talleres de uso racional de la energía eléctrica al personal de la Administración municipal y el Concejo municipal.	Número de Talleres realizados.  META: 2	Listados de Asistencia  Registro Fotográfico	El personal de la Administración municipal y el Concejo municipal recibe y aplica los conocimientos adquiridos en los Talleres de forma efectiva.

Fuente: Elaboración propia



## 12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- (2) <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- (3) <https://www.seforall.org/>
- (4) <https://www.iea.org/energyaccess/>
- (5) Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un Nuevo País”
- (6) Ley 1715 del 13 de mayo del 2014.
- (7) <http://www.portafolio.co/economia/los-proyectos-de-energia-renovable-que-piden-pista-515628>.
- (8) <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/Celdas/ptceldas.pdf>.  
<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>
- (9) <http://www.culturantioquia.gov.co/documentos/ORDENANZAPLANDEDESARROLLODEANTIOQUIA2016-2019.pdf>. El programa de Energía para la Ruralidad, del Plan de Desarrollo Departamental “Antioquia Piensa en Grande”
- (10) Plan de Desarrollo del Municipio de Toledo “De la Mano con el Campesino por un Toledo Incluyente, con Oportunidades y Bienestar Social”
- (11) Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia  
CONVENIO ATN/FM-12825-CO  
Componente I  
Proyecto inversiones catalizadoras para energía geotérmica

Promoción de criterios de mercado para las energías renovables no convencionales a través de la eliminación de barreras para su desarrollo.

(12) [http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/INTEGRACION\\_ENERGIA\\_S\\_RENOVANLES\\_WEB.pdf](http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/INTEGRACION_ENERGIA_S_RENOVANLES_WEB.pdf)

(13) Rol de las Fuentes No Convencionales de Energía en el sector eléctrico colombiano

York Castillo<sup>1</sup>, Melisa Castrillón Gutiérrez<sup>1</sup>, Marley Vanegas-Chamorro<sup>1</sup>, Guillermo Valencia<sup>1</sup>, Eunice Villicaña<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Atlántico, Gestión Eficiente de la Energía Kaí - marleyvanegas@mail.uniatlantico.edu.co

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz-México, energias.renovables@utcv.edu.mx

Recibido 20/11/14, Aceptado 26/12/2014

(14) <https://www.google.com/maps/dir/Medellín,+Antioquia/Toledo,+Antioquia>

(15) Fuente: <https://terridata.dnp.gov.co/#/perfiles> (15)

(16) <https://geoportal.dane.gov.co/laboratorio/estimaciones/indicador1.html>

(17) ESTUDIO TECNICO Y FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS SOLARES DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LAS ZONAS COMUNES DE CONJUNTOS RESIDENCIALES

GLORIA LILIANA OSSA OSSA

TRABAJO DE GRADO

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Tecnologías

Escuela de Tecn

2016.

- (18) <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/Celdas/ptceldas.pdf>.
- (19) <https://www.energie.ws/datos-radiacion-solar-colombia-atlas>
- (20) <http://www.smartcityjaen.com/2012/06/20/farolas-solares-instaladas-en-jaén/>.
- (21) [https://www.minminas.gov.co/documents/10180/23931303/RES180540\\_2010.pdf/a8e7e904-dc75-41a3-be82-9b990dd6ddb6](https://www.minminas.gov.co/documents/10180/23931303/RES180540_2010.pdf/a8e7e904-dc75-41a3-be82-9b990dd6ddb6)
- (22) <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/Celdas/ptceldas.pdf>.
- (23) <https://www.google.com/maps/dir/Medellín,+Antioquia/Toledo,+Antioquia>
- (24) <http://antioquia.gov.co/images/subregiones/norte.jpg>
- (25) [https://es.wikipedia.org/wiki/Toledo\\_\(Antioquia\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Toledo_(Antioquia))