



**DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS  
FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE  
BOGOTÁ S.A.**

Cristian David Camacho Pazmiño

Universidad El Bosque  
Facultad de Ingeniería  
Programa Ingeniería Ambiental  
Bogotá, 04/11/2019

**DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS  
FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE  
BOGOTA S.A.**

1901 - 051

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero Ambiental**

Director: Jaime Alberto Romero Infante

Línea de Investigación:  
Infraestructura Sustentable

Universidad El Bosque  
Facultad de Ingeniería  
Programa Ingeniería Ambiental  
Bogotá, Colombia

2019

Acta de sustentación



UNIVERSIDAD  
EL BOSQUE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL  
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO  
PROYECTO DE GRADO II  
ACTA SUSTENTACIÓN TRABAJOS DE GRADO

MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO: Ciclo terminal

FECHA: 28-10-19 HORA: 9:50 am.

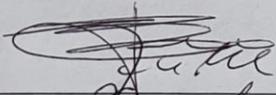
ESTUDIANTE (S): Cristian David Camacho pazmiño

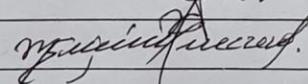
DIRECTOR (A): Jaimé Romero

TITULO: Determinación de la factibilidad para la implementación de celdas fotovoltaicas en las bodegas 11 y 22 de la corporación de abastos de Bogotá S.A.

OBSERVACIONES:

- ¿Cuál fue la metodología realizada y utilizada en la evaluación de impacto?
- Recomendación que pasaría con proyecto y que pasaría sin proyecto
- ¿Que tipos de residuos se generarían con proyecto y sin proyecto

FIRMA DIRECTOR: 

FIRMA JURADO 1: 

NOMBRE JURADO 1: María Eugenia Guerrero

FIRMA JURADO 2: \_\_\_\_\_

NOMBRE JURADO 2: \_\_\_\_\_

FIRMA REPRESENTANTE DEL COMITÉ: Natalia Velasquez R

NOMBRE REPRESENTANTE DEL COMITÉ: Natalia Velasquez R

FIRMAS ESTUDIANTES: \_\_\_\_\_

## **Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional**

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

*(Dedicatoria)*

*Dedico este trabajo de grado a mi familia, quienes son los cimientos de la persona que soy hoy en día, quienes a pesar de todos los tropiezos me ofrecieron su apoyo y dedicación a lo largo de mi carrera, y a mi abuela quien siempre ha creído en mí y a esperado más que nadie este triunfo.*

## **Agradecimientos**

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis estudios, por su apoyo a pesar de las diferentes complicaciones que les he dado y por su compromiso para hacer de mí una mejor persona con cada aprendizaje, también le agradezco a mi gran amigo Andrés Delgado por su apoyo incondicional y ayuda desinteresada, por alegrarme cada día en los cuales estuvo presente y en los que lo necesitaba.

## Tabla de Contenido

Resumen .....	1
Abstract .....	2
1. Introducción .....	3
2. Planteamiento del problema.....	5
2.1 Situación insatisfactoria. ....	6
2.2 Situación ideal .....	7
3. Objetivo general y específicos .....	7
3.1 Objetivo General .....	7
3.2 Objetivos específicos.....	7
4. Justificación .....	8
5. Marco referencial .....	10
5.1 Antecedentes .....	11
5.2 Estado del Arte .....	14
5.3 Teórico-conceptual .....	17
5.3.1 Energía .....	17
5.3.2 Energía no convencional o renovable .....	17
5.3.3 Energía solar .....	18
5.3.4 Energía solar fotovoltaica .....	19
5.3.5 Celdas solares (fotovoltaicas) .....	21
5.3.6 Orientación, inclinación y sombras de los módulos fotovoltaicos.....	22
5.3.7 Vida útil del módulo fotovoltaico .....	24
5.3.8 Mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos .....	24
5.3.9 Sistemas interconectados a red .....	25

5.3.10	Subsistema FV: .....	26
5.3.11	Inversor: .....	26
5.3.12	Transformador:.....	26
5.3.13	Sistema de medición .....	27
5.3.14	Disposición Final de los módulos fotovoltaicos .....	27
5.3.1.1	Factores y variables ambientales que determinan la factibilidad de los sistemas fotovoltaicos.....	28
5.3.1.2	Brillo solar .....	28
5.3.1.3	Radiación solar .....	29
5.3.1.4	Velocidad del viento.....	29
5.3.1.5	Nubosidad.....	30
5.3.1.6	Tasa interna de retorno y valor presente neto.....	30
5.3.1.7	Valor presente neto o valor actual neto denominado VPN .....	31
5.3.1.8	Tasa interna de retorno o tasa de inutilidad interna denominada TIR.....	32
5.3.1.9	Huella de carbono.....	33
5.3.2.1	Situación energética en Colombia.....	34
5.3.2.2	Ecoinnovación .....	40
5.4	Marco normativo .....	41
5.5	Marco geográfico .....	47
5.6	Marco institucional.....	48
6.	Diseño metodológico .....	51
6.1	Metodología.....	52
6.1.1	Metodología primer objetivo: “Diagnosticar una línea base de la situación energética actual de las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá.” .....	52
6.1.2	Metodología segundo objetivo: Diseñar alternativas ambientales, económicas y técnicas para el mejor aprovechamiento de la energía fotovoltaica. ....	54

6.1.3	Metodología tercer objetivo: Evaluar la factibilidad de los sistemas de aprovechamiento de energía fotovoltaica propuestos para la central de abastos Corabastos S.A.....	58
	7. Plan de trabajo .....	63
7.1	Cronograma.....	63
7.2	Presupuesto.....	64
	8. Resultados y discusión .....	66
8.1	Diagnosticar una línea base de la situación energética actual de las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá.....	66
8.1.1	Referencias bibliográficas e institucionales sobre la Corporación de Abastos de Bogotá S.A. 66	
8.1.2	Documentación técnica de Corabastos S.A .....	68
8.1.3	Documentación económica de Corabastos S.A. ....	79
8.1.4	Documentación ambiental de Corabastos S.A.....	82
8.1.4.1	Velocidad del viento en la ciudad de Bogotá.....	82
8.1.4.2	Brillo solar en la ciudad de Bogotá .....	84
8.1.4.3	Radiación solar .....	86
8.1.4.4	Temperatura.....	88
8.2	Diseñar alternativas ambientales, económicas y técnicas para el mejor aprovechamiento de la energía fotovoltaica.....	89
8.2.1	Sistemas fotovoltaicos.....	90
8.2.1.1	Comparación de sistemas fotovoltaicos .....	91
8.2.2	Diseño técnico del sistema fotovoltaico.....	94
8.2.2.1	Generador fotovoltaico.....	94
8.2.2.2	Regulador de carga.....	94
8.2.2.3	Acumulador eléctrico o batería .....	95
8.2.2.4	Inversor.....	95

8.2.2.5	Contadores.....	96
8.2.2.6	Soporte.....	96
8.2.2.7	Cálculo de número de módulos fotovoltaicos .....	97
8.2.2.8	Diagrama del sistema fotovoltaico aplicado en el área de estudio.....	99
8.2.3	Diseño económico del sistema fotovoltaico.....	101
8.2.4	Diseño ambiental del sistema fotovoltaico .....	105
8.2.4.1	Huella de carbono.....	105
8.2.4.2	Comportamientos ambientales responsables.....	111
8.3	Evaluar la factibilidad de los sistemas de aprovechamiento de energía fotovoltaica propuestos para la central de abastos Corabastos S.A.....	112
8.3.1	Identificación de aspectos e impactos ambientales del proyecto.....	113
8.3.2	Evaluación de impacto ambiental del proyecto (EIA).....	115
8.3.3	Medidas preventivas para los impactos severos de la implementación.....	116
8.3.4	Cotizaciones.....	119
8.3.5	Financiación.....	123
8.3.6	TIR y VPN.....	124
9.	Conclusiones.....	125
10.	Recomendaciones .....	127
	Bibliografía.....	128
	Anexos.....	139

#### Tabla de Figuras

Figura 1.	El paso a paso de la generación de energía solar.....	21
Figura 2.	Módulo fotovoltaico .....	23
Figura 3.	Posibles variaciones para un sistema interconectado .....	25

Figura 4. Explotación y producción nacional de recursos energéticos en el año 2012.....	35
Figura 5. Demanda de energía final por sector en el año 2012.....	36
Figura 6. Capacidad de generación eléctrica del SIN a diciembre de 2014.....	38
Tabla 7. Valor de externalidades para energía solar .....	39
Figura 7. UPZ N° 80 correspondiente a Corabastos S.A .....	48
Figura 8. Estructura organizacional Corporación de Abastos de Bogotá S.A. ....	49
Figura 9. Organigrama de la secretaria general de la Alcaldía Mayor de Bogotá .....	50
Figura 10. Organigrama del Ministerio de Agricultura de Colombia.....	51
Figura 11. Metodología primer objetivo: “Diagnosticar una línea base de la situación energética actual de las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá”.....	53
Figura 12. Metodología segundo objetivo: Diseñar alternativas ambientales, económicas y técnicas para el mejor aprovechamiento de la energía fotovoltaica. ....	56
Figura 13. Metodología para seleccionar los paneles fotovoltaicos pertenecientes a la segunda metodología.....	57
Figura 14. Metodología tercer objetivo: Evaluar la factibilidad de los sistemas de aprovechamiento de energía fotovoltaica propuestos para la central de abastos Corabastos S.A .....	59
Figura 15. Cronograma del proyecto .....	64
Figura 16. Imagen satelital de la zona de estudio Corabastos S.A .....	67
Figura 17. Imagen satelital de las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A.....	68
Figura 18. Planos estructurales pertenecientes a Corabastos S.A.....	69
Figura 19. Planos estructurales de las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A. ....	70
Figura 20. Planos eléctricos pertenecientes a Corabastos S.A primera sección .....	72
Figura 21. Planos eléctricos pertenecientes a Corabastos S.A segunda sección.....	73
Figura 22. Planos eléctricos pertenecientes a Corabastos S.A. tercera sección.....	74
Figura 23. Planos eléctricos pertenecientes a Corabastos S.A. cuarta sección .....	75
Figura 24. Planos eléctricos pertenecientes a Corabastos S.A. quinta sección.....	76
Figura 25. Convenciones del plano eléctrico perteneciente a Corabastos S.A. primera parte.....	77
Figura 26. Convenciones del plano eléctrico perteneciente a Corabastos S.A. segunda parte .....	78
Figura 27. Convenciones del plano eléctrico perteneciente a Corabastos S.A. tercera parte. ....	79
Figura 28. Recibo de servicio de luz eléctrica generado por Enel-Codensa.....	80
Figura 29. Recibo de servicio de luz eléctrica generado por Enel-Codensa respaldo. ....	81

Figura 30. Velocidad del viento en la ciudad de Bogotá. ....	83
Figura 31. Velocidad máxima del viento en la ciudad de Bogotá. ....	84
Figura 32. Mapa de brillo solar en la ciudad de Bogotá. ....	85
Figura 33. Horas de luz en la ciudad de Bogotá. ....	86
Figura 34. Radiación solar global en el municipio de Cundinamarca. ....	87
Figura 35. Promedio mensual de radiación global en Bogotá ....	87
Figura 36. Radiación solar en días sin brillo solar del municipio de Cundinamarca.....	88
Figura 37. Temperatura máxima y mínima promedio en la ciudad de Bogotá.....	89
Figura 38. Sistemas Fotovoltaicos de Conexión a Red (SFCR). ....	91
Figura 39. Sistemas Fotovoltaicos Autónomos (SFA).....	92
Figura 40. Componentes de un sistema fotovoltaico. ....	97
Figura 41. Planos en AutoCAD para la instalación de 220 módulos fotovoltaicos en las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A. ....	100
Figura 42. Comparación huella de carbono con SFV y sistema convencional.....	111

#### Tabla de Tablas

Tabla 1. Proyectos de inversión fotovoltaicos ....	13
Tabla 2. Ejemplos de sistemas fotovoltaicos a nivel mundial ....	15
Tabla 3. Componentes de la energía solar fotovoltaica ....	19
Tabla 4. Diferencia entre los módulos según tecnología de fabricación. ....	20
Tabla 5. Escala de huracanes de Saffir-Simpson ....	30
Tabla 6. Valores de radiación promedio para diferentes regiones del país.....	39
Tabla 7. Valor de externalidades para energía solar ....	39
Tabla 8. Marco normativo relacionado con la energía renovable.....	41
Tabla 9. Diseño metodológico para cada objetivo del proyecto ....	61
Tabla 10. Presupuesto del proyecto ....	65
Tabla 11. Ventajas y desventajas del sistema fotovoltaico aislado.....	103
Tabla 13. Huella de carbono 2018 ....	106
Tabla 14. Huella de carbono 2019 ....	107

Tabla 15. Huella de carbono 2018 con SFV .....	109
Tabla 16. Huella de carbono 2019 con SFV .....	110
Tabla 17. Fases y aspectos del sistema de módulos fotovoltaicos.....	114
Tabla 18. Ficha ambiental para la modificación del paisaje .....	118
Tabla 19. Ficha ambiental para la generación de residuos .....	119
Tabla 20. Comparación de diferentes modelos de paneles .....	120
Tabla 21. TIR y VPN .....	124

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

## Resumen

Este estudio de investigación fundamenta una determinación de la factibilidad para para la implementación de celdas fotovoltaicas en las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá s.a. como una alternativa para la minimización de costos de energía eléctrica, estableciendo metodologías para promover el ahorro energético y aprovechamiento de los diferentes recursos naturales presentes, En pro de aportar una posible solución a un problema crucial como la contaminación ambiental y el cambio climático, consecuencias de la generación de electricidad a partir de fuentes convencionales, desencadenando así impactos negativos en la población del municipio. El método implementado consistió en diagnosticar una línea base de la situación actual, diseñar alternativas ecológicas, técnicas, sociales y económicas para mejorar el rendimiento del sistema fotovoltaico propuesto y evaluarlo.

Se revisaron diferentes propuestas metodológicas y económicas para la elección de una posible implementación de los sistemas fotovoltaicos en las bodegas 11 y 22 de la corporación de abastos de Bogotá Corabastos S.A, así mismo, se evaluaron los puntos a favor y en contra de la utilización de estas técnicas de energía no convencionales y el aporte que se brindaría a la zona. Esta metodología representa un cambio en la oferta y demanda energética. La implementación y puesta en marcha de este proyecto puede crear un ejemplo para infraestructuras y sectores económicos similares los cuales pueden obtener resultados similares a los que se proyectan en esta investigación.

*Palabras clave:* Factibilidad, Energía convencional, Energía fotovoltaica, Evaluación de proyectos.

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

## Abstract

This research study bases a determination of the feasibility for the implementation of photovoltaic cells in wineries 11 and 22 of the Bogotá Corabastos S.A. As an alternative for the minimization of electric energy costs, establishing methodologies to promote energy saving and use of the different natural resources present, in order to provide a possible solution to a crucial problem such as environmental pollution and climate change, consequences of The generation of electricity from standard sources, thus triggering negative damage to the population of the municipality. The method implemented is to diagnose a baseline of the current situation, design ecological, technical, social and economic alternatives to improve the performance of the proposed photovoltaic system and evaluate it.

Different methodological and economic proposals for the election of a possible implementation of the photovoltaic systems in warehouses 11 and 22 of the Bogotá supply corporation were reviewed, likewise, the points in favor and against the use of these techniques were evaluated. Of non-standard energy and the contribution that would be provided to the area. This methodology represents a change in energy supply and demand. The implementation and implementation of this project can create an example for infrastructure and economic sectors similar to those that can obtain similar results to those projected in this research.

Keywords: Feasibility, Conventional energy, Photovoltaic energy, Project evaluation.

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

## 1. Introducción

La presente investigación hace referencia a la producción y uso de la energía; el 81% del consumo mundial se satisface mediante fuentes convencionales y el 19% restante se satisface mediante fuentes no convencionales, teniendo en cuenta estos porcentajes se hace evidente que el mayor porcentaje de la demanda a nivel mundial se satisface mediante fuentes convencionales de energía. A pesar de que estas fuentes de energía no renovables satisfacen la demanda, producen impactos negativos al ambiente y la salud de la población ya que estas emiten gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>, los cuales se acumulan en la atmósfera e impiden que la radiación proveniente del sol regrese fuera de la atmósfera y a su vez genera aumentos en la temperatura contribuyendo al incremento del cambio climático global. En la actualidad la problemática más grande y amenazante es el deterioro de los recursos naturales no renovables a nivel mundial y se busca en todos los sectores ralentizar esta degradación, esto ha dado lugar a diferentes propuestas y metodologías como son los paneles fotovoltaicos para suplir una demanda energética la cual es de vital importancia para el desarrollo constante de la raza humana, así mismo, se busca un aprovechamiento racional el cual comprenda los pilares fundamentales del desarrollo sostenible y de paso a garantizar un estilo de vida óptimo a las futuras generaciones. (UPME, 2015).

A pesar de que Colombia es uno de los países con mayor cantidad de recursos naturales como cantidad de biomasa y horas de sol percibidas a diario, se encuentra hasta el momento en la apertura a las energías no convencionales en el parque energético nacional desde la ley 1715, los beneficios que aporta esta ley a la legislación colombiana son de gran importancia para la generación de oportunidades de negocio enfocados a la instalación e implementación de autogeneración energética a partir de celdas fotovoltaicas en el sector privado y público. El gobierno nacional busca incentivar estas técnicas entre los sectores que demanden gran cantidad de recursos energéticos como la reducción de sus impuestos o incentivos económicos, esto se realiza para crear un acompañamiento del gobierno con los sectores para brindar una mejor calidad de vida ya que la producción más limpia en muchos procesos es vital para minimizar el calentamiento global y la fuerza de impacto de las

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

actividades humanas sobre los diferentes ecosistemas que son alterados directa y/o indirectamente por las malas prácticas. (Peña, G. A, s.f)

Actualmente Colombia posee una crisis energética debido a la escasez de fuentes convencionales de energía y la sobre explotación de recursos naturales. Colombia ha aprovechado la presencia de cuencas hídricas y el pronunciado relieve del país para la implementación de hidroeléctricas que infortunadamente generan grandes impactos ambientales y efectos negativos a la sociedad (Pinzón, 2016). El calentamiento global ha afectado el territorio nacional en toda su extensión, el fenómeno de El Niño el cual se basa en la escasez de pluviosidad es el mayor problema que se tiene por sus afectaciones ambientales, sociales y económicas. Este fenómeno ha significado una duda exponencial hacia el camino correcto de las hidroeléctricas en el país. Por este motivo varios sectores nacionales han optado por el uso de energías no convencionales para poder suplir la demanda de electricidad, estas energías no logran cubrir la totalidad de la demanda, así mismo, el crecimiento poblacional y económico es una variable la cual se debe tener en cuenta para la implementación de más proyectos con diferentes objetivos y metas a nivel nacional. (Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B., 2007).

La realización de este estudio se basa en el interés de contribuir al incremento de la información limitada de estudios de fuentes de energías renovables o no convencionales lo cual trae repercusiones positivas para la sociedad y el estado, además de esto identificar estas fuentes de energía como posible solución para la problemática energética emergente del país y del mundo. La búsqueda de soluciones y diferentes metodologías realizadas a través del mundo pueden ser una base metodológica con principios bibliográficos para la adecuación, implementación y puesta en marcha de los proyectos dependiendo sus características demográficas y climáticas respectivamente. (Muñoz, D. F., 2005).

Por medio de la presente investigación, avances tecnológicos y el desarrollo de fuentes de energías renovables es posible prevenir, mitigar, compensar y corregir impactos negativos generados por el uso excesivo de las fuentes convencionales. Finalmente, en el campo de la ingeniería ambiental la importancia que tiene la aplicación de las energías renovables en especial la energía fotovoltaica, es

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

la visión holística donde se integran y analizan diferentes componentes como el ecológico, social y económico. De esta manera surge la pregunta de investigación con la cual se basa el proyecto. ¿Es factible la implementación de sistemas fotovoltaicos en las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá desde el punto de vista técnico?

## 2. Planteamiento del problema

La demanda energética es creciente en Colombia y en el mundo, ya que va de la mano con el crecimiento económico y social. Una posible solución para suplir la demanda energética y minimizar los problemas causados por la generación de energía convencional es el aprovechamiento de la energía fotovoltaica; hay que tener en cuenta que Colombia cuenta con un potencial de radiación solar óptimo a lo largo de su territorio y esto se puede aprovechar con la implementación de diferentes tecnologías (Valencia, M., 2016). La demanda energética de Colombia en el año 2018 creció un 3,9% para las residencias y pequeños establecimientos y un 5% en el campo de la industria y el comercio. (Grimaldo Guerrero, J. W., Mendoza Becerra, M. A., & Reyes Calle, W. P., 2017).

Corabastos S.A. llevo a cabo la adecuación estructural de las bodegas 11 y 22 con la finalidad de implementar un proyecto de aprovechamiento de energía solar por medio de celdas fotovoltaicas, pero a pesar de realizar las adecuaciones no se llevó a cabo el proyecto y la infraestructura está siendo inutilizada. En este momento la empresa gasta cientos de millones en energía producida convencionalmente, el uso de petróleo, gas y carbón producen cerca de 13.700 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> que se concentran directamente en la atmosfera, esto ocasionando un incremento en la temperatura media terrestre, aumentando los niveles del mar, fenómenos de erosión y salinización en áreas costeras y propagación de enfermedades infecciosas entre otros. El abuso por la sobre-explotación y el uso de los combustibles fósiles han ocasionado serios daños al medio ambiente: gases de efecto invernadero, contaminación del agua, suelo y daños irreparables a los sistemas ecológicos (Cepeda, s.f.).

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

En la actualidad el desarrollo y progreso de diferentes sectores está sujeto a la energía, en algunos casos se utiliza solo energía convencional por falta de confianza y estudios permanentes y concisos a los resultados positivos que podría dar la producción de energía de maneras no convencionales, así mismo, se busca crear conciencia de la situación actual a nivel global y de las problemáticas ambientales con la maximización de los periodos de sequía en diferentes regiones, la explotación de los recursos naturales conlleva a que el ser humano como ser racional deba buscar soluciones a la gran problemática contemporánea para desarrollar con éxito y cabalidad su pensamiento y visión holística, de esta manera se busca dar a conocer los beneficios reales de la producción de energía con diferentes y nuevas metodologías que en ocasiones optimizan los procesos y brindan mejores resultados que la energía convencional. (Frolova, M., 2010).

## **2.1 Situación insatisfactoria.**

Corabastos S.A. lleva a cabo procesos de iluminación y refrigeración principalmente, esta tiene un funcionamiento constante en el día, la empresa de servicios públicos de Bogotá expresa que genera un gasto económico de \$ 300'000.000 e impactos ambientales de gran alcance, así mismo, la carga de contaminación adjudicada a Corabastos S.A. tiene la posibilidad de generar una isla de calor y aumento de temperatura en esta área específicamente delimitada, el deterioro de la calidad de vida por parte de sus trabajadores y personas sentadas a sus alrededores crea una crisis social la cual puede ser un factor detonante para diferentes impactos ambientales los cuales pueden afectar diferentes zonas de Bogotá por la producción de vectores y el deterioro de la capa de ozono perteneciente a la ciudad. Esta es una problemática principal que se da por el consumo elevado de energía sin tener en cuenta las diferentes alteraciones que se producen en subprocesos anexos al mismo. Debido a que las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A. presentan una adecuación en su infraestructura siendo esta eficiente para la implementación de celdas fotovoltaicas, se está generando una pérdida por el desaprovechamiento de la misma y la posibilidad de ser una empresa líder en innovación energética y dar un ejemplo de uso y aprovechamiento de energías renovables.

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

## **2.2 Situación ideal**

Corabastos S.A. realiza adecuaciones estructurales en las bodegas 11 y 22 con la finalidad de implementar un sistema de módulos fotovoltaicos, el cual produce energía limpia que reducirá los costos energéticos de manera innovadora mitigando impactos ambientales generados por el aprovechamiento convencional de energía. La comunidad es consciente de los beneficios que esta trae para los sectores económico, social y ambiental, promoviendo la implementación de energías alternativas o limpias, apoyando a la administración municipal, en el plan de desarrollo “Bogotá Mejor Para Todos” con el fin de cumplir con los objetivos de sostenibilidad, eficiencia energética y uso racional de los recursos naturales, además de esto se ayudara con el cumplimiento de metas y/o compromisos adquiridos por Colombia.

### 3. Objetivo general y específicos

#### **3.1 Objetivo General**

Determinar la factibilidad de la implementación de aprovechamiento de energía solar para el funcionamiento de las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Diagnosticar una línea base de la situación energética actual de las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá.
- Diseñar alternativas ambientales, económicas y técnicas para el mejor aprovechamiento de la energía fotovoltaica.

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

- Evaluar la factibilidad de los sistemas de aprovechamiento de energía fotovoltaica propuestos para la central de abastos Corabastos S.A.

### 4. Justificación

Esta propuesta de implementación de celdas para aprovechamiento de energía fotovoltaica puede aportar al cumplimiento del Objetivo 7 de la agenda 2030 el cual consiste en aumentar el uso de energías limpias a un 15% para el año 2030, adicionalmente a esto con lo firmado por Colombia en el acuerdo de Copenhague en el que se asumió aumentar el uso de energías renovables y se está contribuyendo a las acciones propuestas en el Plan de Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 en el cual se busca incrementar la generación de energías renovables no convencionales en el territorio Nacional. De esta manera se deben crear metodologías las cuales tienen la posibilidad de minimizar el problema del calentamiento global y el cambio climático y maximizar un panorama alentador en el cual Corabastos S.A. y Bogotá comprendan un desarrollo sostenible y sustentable para las diferentes actividades humanas que se practican en la ciudad. (Colglazier, W., 2015).

Bogotá posee aptitudes para desarrollar diferentes proyectos de innovación por su localización estratégica y su gobernanza. De esta manera se necesitan investigaciones de interés las cuales promuevan a la ciudadanía a crear diferentes metodologías para contrarrestar las afectaciones climáticas, estas metodologías pueden convertirse en modelos de vida empezando desde los sectores domésticos donde se debe crear el hábito del ahorro de recursos naturales no renovables y el buen uso de los mismos, las fuentes hídricas con las que cuenta la ciudad deben ser protegidas para que no sean contaminadas con residuos sólidos, peligrosos o vertimientos de diferentes fuentes, de esta manera se puede empalmar un proyecto energético el cual puede ser ambicioso para colocar a Bogotá como una ciudad amigable con el ambiente, sostenible y sustentable. (Rengifo, B., Quitiaquez, L., & Mora, F., 2012).

El aumento de la producción en diferentes sectores y el consumo de las fuentes energéticas convencionales para la obtención de servicios eléctricos para el crecimiento y desarrollo industrial y

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

tecnológico en un plano exponencial en el último periodo de tiempo ha generado impactos negativos en las atmósferas ambientales pertenecientes a diferentes zonas y regiones del mundo, así mismo, el agotamiento y escasez de los recursos no renovables es un factor que preocupa a toda la comunidad internacional, se han celebrado diferentes reuniones y cumbres donde el principal objetivo es frenar el cambio climático y lograr que el ser humano en general adopte una visión holística. La sobreexplotación de los recursos conlleva a crisis sociales y de salubridad, esto se debe a la proliferación de enfermedades que son causadas por las diferentes emisiones tóxicas y la degradación de calidad de vida. El sector económico también es altamente afectado por la constante oferta y demanda que se tiene para el progreso y/o desarrollo de un territorio, esto afecta el poder adquisitivo del ser social y genera problemáticas, así mismo, se deben crear soluciones como energías innovadoras con producción más limpia que mitiguen y minimicen los impactos. (García, Corredor, Calderón, & Gómez, 2013).

Estudiar la factibilidad de la implementación de energías renovables, genera una oportunidad para evitar la producción de gases de efecto invernadero como metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que genera la operación de las plantas de energía hidroeléctrica o de combustión de energía termoeléctrica. Siendo estos un gran contribuyente negativo para el cambio climático (García, Corredor, Calderón, & Gómez, 2013).

En el panorama nacional se ha visto reflejado en el año 2015 la necesidad de energía eléctrica y los riesgos de apagones y racionamiento de este servicio vital para las actividades en sí, así mismo, se produjo un punto de inflexión donde la comunidad en diferentes sectores se vio obligada a tomar diversas medidas para satisfacer y suplir su necesidad, esto dio origen a un gran movimiento de energías renovables importadas de otros países los cuales tuviesen una infraestructura y características similares a Colombia y más específicamente a los lugares donde se planeaba implementar estas técnicas. La inestabilidad climática presente en el mundo por consecuencia al cambio climático genera oportunidades para visiones holísticas las cuales son de gran interés en la actualidad. Siempre se busca un desarrollo sostenible para que las futuras generaciones hereden un ecosistema global en óptimas condiciones. (Pabón, J. D., 2003).

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

La Unidad de Planeación Minero Energética dicta que “El planeamiento energético del país requiere necesariamente considerar la utilización, despliegue y desarrollo de tecnologías con fuentes no convencionales de energía renovable”, de esta manera se busca incentivar de diferentes maneras a los sectores a buscar e implementar diferentes proyectos en pro de la consecución de recursos energéticos. En un punto se identificó a las hidroeléctricas como una solución de primer nivel a la crisis energética ya que estas utilizarían y optimizarían el territorio hidrológico del país para poder suplir la demanda, así mismo, se empezaron las obras y planos para que esto fuese una realidad sin contar con las problemáticas sociales y económicas que esto podría causar a los municipios aledaños a estas mega obras de infraestructura y operación. Los proyectos fueron catalogados como de interés nacional por las proyecciones que se daban antes de empezarlos, el caso de Hidroituango es el proyecto más simbólico de la Nación ya que cuenta con avales nacionales e internacionales como un éxito seguro, pese a esto se ha dado lugar a las comunidades afectadas las cuales advierten que la puesta en marcha de este megaproyecto daría final a sus modelos económicos y sociales de vida. El uso indebido de los cuerpos de agua y el redireccionamiento de los mismos da lugar a una devaluación de los estándares óptimos de la calidad de vida de los habitantes y se producen diferentes afectaciones a los mismos. (UPME, 2015)

Cada proyecto que se deba hacer en el territorio debe comprender de manera prioritaria los puntos a favor y en contra de sus diferentes fases y procesos, una hidroeléctrica puede ser una medida cautelar de excelentes avales para el país, así mismo, se debe salvaguardar el ambiente y los intereses de las comunidades aledañas, estos proyectos generan gran tensión social por parte de los diferentes actores involucrados ya que vuelve frágil todo un ecosistema equilibrado. Es por esto que una alternativa a implementar en Colombia por su gran potencial y diversificación de matriz energética son las fuentes renovables de energía, las cuales son inagotables o poseen la capacidad de regeneración en un tiempo menor a su tiempo de uso. (Hernández, C. A., 2011).

### 5. Marco referencial

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

A continuación se relacionan las principales teorías, conceptualizaciones y datos epistemológicos que soportan y fundamentan el desarrollo investigativo. Este capítulo aborda algunos temas fundamentales acerca de energías renovables como lo es la energía fotovoltaica, la aplicación de esta, sus componentes y demás características. El presente marco de referencia se basa en antecedentes, estado de arte, teorías, conceptos y normatividad para la generación de energía por medio de módulos fotovoltaicos. De igual manera para el desarrollo del presente marco se tuvo en cuenta las características geográficas e institucionales de la zona donde se encuentra la central de abastos, Corabastos S.A.

## 5.1 Antecedentes

En los últimos años Colombia ha venido incursionando en la cuestión de energías renovables. En los años 80, precisamente en Bogotá en los sectores de Ciudad Salitre y Ciudad Tunal se instalaron sistemas de paneles para calentar autónomamente el agua en tanques de reserva, así mismo en la ciudad de Medellín se implementó esta tecnología con el mismo fin. En el año 2018 se inauguró en la ciudad de Bogotá el Colegio Distrital Ramón Jimeno, este proyecto requirió una inversión de 480 millones de pesos y se implementó el aprovechamiento de energía solar por medio de celdas fotovoltaicas con lo cual se genera 21,62 KW y se dejó de emitir 22 toneladas de CO<sub>2</sub>. (Ñustes Cuellar, W. A., & Rivera Rodríguez, S. R., 2017)

La implementación de energías renovables se ha evidenciado en Estados Unidos y Europa como un método eficiente de reducción de emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> las cuales contribuyen al aceleramiento del cambio climático en el mundo. Con el fin de tomar decisiones factibles para la implementación de Fuentes No Convencionales de Energía, como la energía fotovoltaica, se deben evaluar los impactos ecológicos, sociales y económicos (Pasqualino, Cabrera, & Vanegas, 2015).

A comienzos de los años 80 Telecom con la asistencia de la Universidad Nacional, realizó la instalación de pequeños generadores fotovoltaicos de 60 Wp (vatios pico) para suministrar energía a

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

pequeños radioteléfonos rurales, luego de esto se instalaron sistemas de 3 y 4 Wp para antenas satelitales. Este fue el primer paso para que en la actualidad se utilicen sistemas fotovoltaicos para el funcionamiento de repetidoras de microondas, boyas, estaciones remotas, y otras diversas aplicaciones para el sector de las telecomunicaciones rurales del país. En el año 2009 el costo de un sistema de autoabastecimiento tenía un costo de 1200 a 1500 dólares, este valor se veía incrementado por los altos costos de instalación en zonas remotas, así mismo en este año las entidades como la FAZNI (Fondo de Apoyo Financiero para la energización de las Zonas No Interconectadas) y el IPSE (Instituto para la promoción de Soluciones Energéticas) tenían programas de financiación para el apoyo de estos proyectos en pro de las más de 1 millón de familias que carecían de este servicio en Colombia. (Zapata, C. M., Zuluaga, M. M., & Dyner, I., 2005).

En la Universidad Autónoma de Occidente, en Santiago de Cali, en el año 2011 se trabajó en el diseño y la construcción de un generador solar fotovoltaico, con una capacidad de 20kWp conectado a la red, que incluyera los cálculos necesarios para determinar la radiación solar, la posición del panel, la cantidad de paneles, el cálculo del inversor y el cálculo del rendimiento energético de la instalación, también basándose en las condiciones meteorológicas de la Universidad brindado para la misma, con el propósito de realizar su instalación y que sirviera como herramienta pedagógica para los que deseen ampliar sus conocimientos o masificar ese tipo de (Gutiérrez & Franco, 2011).

En el municipio de Yumbo, Valle del Cauca podemos encontrar un proyecto llamado Celsia, este suministra energía a 8000 viviendas y cuenta con 35000 paneles solares, en una extensión de 18 hectáreas, estos evitan 6600 Toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> al año, este proyecto requirió de una inversión de 11 millones de dólares. Este proyecto se levantó en un terreno en el cual hace 20 años operaba una planta de energía térmica a base de carbón llamada Termoyumbo, este hecho es de bastante importancia para la empresa Celsia ya que marca la transición de energías fósiles a energías renovables y no convencionales. Además de ser un hito en el sector energético este proyecto ha traído beneficios al sector técnico, universitario y ha generado gran cantidad de empleos y posibilidades de negocio con los cuales Colombia se ve beneficiada. (García, R., 2016). En la siguiente tabla se puede observar los diferentes proyectos de inversión fotovoltaica a nivel nacional en el año 2016.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

**Tabla 1. Proyectos de inversión fotovoltaicos**

PROYECTOS DE INVERSIÓN FOTOVOLTAICOS - 2016				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PROYECTO	POBLACIÓN BENEFICIADA	VALOR EN PESOS
Amazonas	Resguardo Indígena Ticoya San Martín de Amacayacu - Leticia	Implementación de sistema solar fotovoltaico para el Centro Educativo y centro de salud Resguardo Indígena Ticoya San Martín de Amacayacu del Municipio de Leticia - Amazonas	125 personas beneficiadas de 542	262.184.716
	Resguardo Indígena Mocagua - Leticia	Implementación de sistema solar fotovoltaico para el Centro Educativo y centro de salud Resguardo Indígena Mocagua del Municipio de Leticia - Amazonas	118 personas beneficiadas de 617	224.793.793
	Resguardo Indígena Santa Sofía - Leticia	Implementación de sistema solar fotovoltaico para el Centro Educativo y centro de salud Resguardo Indígena Santa Sofía del Municipio de Leticia - Amazonas	97 personas beneficiadas de 582	259.277.777
Arauca	vereda San José - Cravo Norte	Electrificación rural con generación fotovoltaica individual en la Vereda San José ubicado en el municipio de Cravo Norte del departamento Arauca	20 personas beneficiadas de 120	166.444.677
	Vereda Juriepe - Cravo Norte	Electrificación rural con generación fotovoltaica individual en la Vereda Juriepe Ubicado en el municipio Cravo Norte del departamento Arauca	19 personas beneficiadas de 114	158.047.924
Putumayo	Centro Educativo e Internado Luis Vidales - Puerto Leguizamo	Implementación de sistema solar fotovoltaico para el Centro Educativo e Internado Luis Vidales Comunidad Piñuña Negro del Municipio de Puerto Leguizamo - Putumayo	98 personas beneficiadas de 600	289.128.922
Vichada	Centro Educativo La venturosa - Puerto Carreño	Implementación de sistema solar fotovoltaico para el Centro Educativo La venturosa del Municipio de Puerto Carreño - Vichada. Dentro de este proyecto también se provee electricidad a un centro de salud durante las 24 horas del día	98 personas beneficiadas de 300	177.934.119
Guajira	Nazareth y Puerto Estrella - Alta Guajira	Implementación de sistema solar fotovoltaico para los usuarios localizados en el corredor entre Nazareth y Puerto Estrella en la Alta Guajira	86 personas beneficiadas de 1.032	1.249.074.511
	comunidades indígenas de Malirrachon, Ushuru y Mapuain - Manaure - Alta Guajira	Implementación de sistema solar fotovoltaico para usuarios de las comunidades indígenas de Malirrachon, Ushuru y Mapuain Municipio de Manaure Alta Guajira	40 personas beneficiadas de 480	367.500.333
	Comunidades indígenas de Juluguaipa y Ampuita - Manaure - Alta Guajira	Implementación de sistema solar fotovoltaico para usuarios de las comunidades indígenas de Juluguaipa y Ampuita Municipio de Manaure Alta Guajira	30 personas beneficiadas de 360	280.297.908
	Comunidades indígenas de Cuniche - Manaure - Alta Guajira	Implementación de sistema solar fotovoltaico para usuarios de las comunidades indígenas de Cuniche Municipio de Manaure Alta Guajira	30 personas beneficiadas de 624	469.656.758
Chocó	vereda Los Tibirre alto, medio y bajo -Acandí	Implementación de sistemas fotovoltaicos individuales para la generación de energía eléctrica en la vereda Los Tibirre alto, medio y bajo. Municipio de Acandí. Departamento del Chocó	79 personas beneficiadas de 948	982.367.318
	Vereda Titiza -Acandí	Implementación de sistemas fotovoltaicos individuales para la generación de energía eléctrica en la vereda Titiza. Municipio de Acandí. Departamento del chocó	59 personas beneficiadas de 278	736.662.971

Tabla 5. Proyectos de Inversión Fotovoltaica 2015 y 2016.  
Fuente: Autor, a partir de [7]

Fuente: (Gómez, J., 2016)

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

## 5.2 Estado del Arte

Para el correcto desarrollo de este capítulo se consultaron alrededor de 30 referentes bibliográficos nacionales e internacionales de los cuales se seleccionaron tres teniendo en cuenta los referentes que más se ajustan al estudio de investigación, problema de investigación y objetivo que se quiere llegar, realizando el resumen analítico de investigación. Adicionalmente, para la correcta filtración de los diferentes referentes consultados se tuvieron en cuenta aquellos que pueden aportar al marco teórico-conceptual y a la metodología de la presente investigación, de esta manera se logra realizar la discusión de resultados. El presente estado del arte contiene y revisa ejemplos relevantes de la bibliografía disponible, que permite identificar a la investigación y análisis que se está considerando para la aplicación de energía fotovoltaica en el funcionamiento de diferentes procesos. Para la revisión bibliográfica se presentan las ideas generales de cada estudio en cuanto al tema, metodología aplicada, resultados y conclusiones obtenidas de cada referente.

La factibilidad de la implementación de sistemas fotovoltaicos se ha visto demostrada en estudios como el realizado por Sandy Rodrigues y otros autores, el objetivo de este estudio fue analizar y comparar la factibilidad económica de diferentes zonas alrededor del mundo como Brasil, Japón, países de la Unión Europea y Sur África. En este estudio se tuvo en cuenta factores como la disponibilidad de recurso solar, tarifas de distribución de energía eléctrica y las políticas gubernamentales que ofrece cada país en los cuales se llevó a cabo la instalación de sistemas fotovoltaicos evaluado. En este se llegó a la conclusión de que la factibilidad de los sistemas fotovoltaicos y su puesta en marcha depende de tres factores: costos de energía eléctrica, el recurso solar disponible en la zona y los incentivos ofrecidos por el gobierno presente allí (Rodrigues, S., Torabikalaki, R., Faria, F., Cafofo, N., Chen, X., Ivaki, A. R., . . . Morgado-Dias, F. (2016).

Estudios como los realizados por Aristizábal, Banguero, Jaime Hernandez y David Velasco, se centraron en la necesidad del gobierno de aplicar incentivos económicos para lograr la factibilidad requerida y hacer de estas tecnologías algo competitivo, además de esto en la universidad nacional se llevó a cabo un proyecto de 4 años en el cual se realizó la puesta en marcha de un sistema de paneles

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

fotovoltaicos y se llegó a la conclusión de que sin los incentivos existentes en otros lugares del mundo, estos sistemas son económicamente factibles y el ahorro monetario es evidente. (Bitar, S., Susana, M., & Chamas, B., 2017).

En los últimos años se ha logrado identificar un crecimiento en el uso de energías renovables el cual le ha abierto puertas a nuevos mercados a nivel mundial. Además de lo anterior el aumento de licitaciones para proyectos de energía no renovable y específicamente de energía fotovoltaica a gran escala se han visto desde América Latina hasta el Medio Oriente, siendo un ejemplo de esto China quien alcanzó a suplir el 100% de su demanda energética con energía solar. Según estudios de la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA) entre el año 2010 y 2014 se vio un incremento exponencial de sistemas fotovoltaicos y además de esto en estudios realizados se identifica un estimado de 508 GW en generación energética no convencional para el año 2030. (Chica Dussán, A. C., & Gómez Abella, s.f)

### *Tabla 2. Ejemplos de sistemas fotovoltaicos a nivel mundial*

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

Pais	Ciudad	Descripción	Año
Japón	Tokio	Objetivo de 1GW en sistema fotovoltaicos para esta ciudad.	2024
India	Bangalore	Acumulado de instalaciones fotovoltaicas de 14 MW gracias a las políticas de la entidades locales y estaleres referente al marco de las energías renovables no convencionales.	2014-2016
Sudáfrica	Cap town	A través del programa de medición neta de electricidad, esta ciudad ha logrado mas de 4.5 MW de capacidad en sistemas solares fotovoltaicos	N/A
USA	San Francisco	Resolución expedida, exige que sistemas solares fotovoltaicos seán instalados en las nuevas construcciones de más de 10 pisos de altura, es la primera gran ciudad en Estados Unidos en hacerlos.	N/A
Suecia	Uppsala	La construcción de un sistemas fotovoltaico fue integrada existosamente a un edificio residencial de 70 apartamentos.	2014

Fuente: (Chica Dussán, A. C., & Gómez Abella, s.f)

En las diferentes fuentes de investigación se presentan diferentes documentos, análisis e investigaciones asociadas a la factibilidad de la implementación de sistemas no convencionales de autogeneración energética y energía fotovoltaica. De esta manera se identifican factibilidades positivas que se han implementado en diferentes regiones con características similares a la ciudad de Bogotá, Colombia.

Teniendo en cuenta los referentes consultados para el estado del arte, es posible definir el rumbo en el que se orienta el estudio actual, pues estas investigaciones científicas demuestran que para llevar a cabo la adecuada implementación de los sistemas fotovoltaicos es necesario tener en cuenta factores ecológicos, sociales, técnicos y económicos. Por ejemplo, para el ámbito social se debe tener en cuenta si el proyecto fotovoltaico beneficia o afecta a la población de Chiquinquirá; en el componente técnico es importante la ubicación, orientación, inclinación, eficiencia, entre otros de los módulos

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

fotovoltaicos; para la dimensión económica se debe analizar el costo-beneficio y finalmente en el componente ecológico es fundamental tener en cuenta los posibles impactos que se generen al ambiente y la huella de carbono del proyecto.

## 5.3 Teórico-conceptual

Esta sección tiene como propósito fundamental, situar el problema de investigación dentro de un conjunto de conocimientos que permitan delimitar teóricamente los conceptos planteados, a través de la revisión bibliográfica.

### 5.3.1 *Energía*

En la actualidad la energía es un pilar fundamental en las diferentes actividades humanas, estas actividades se desarrollan sin una conciencia por los diferentes impactos que se pueden producir en los diferentes ecosistemas a nivel global, la quema de combustibles fósiles como el carbón, gas y/o petróleo afectan directa e indirectamente al calentamiento global y su deterioro exponencial, el 66% del suministro energético a nivel global se supe por los combustibles anteriormente mencionados, de esta manera la demanda que se obtiene es maximizada la cual busca diferentes orígenes de energía para un mejor desarrollo sostenible. (Abur, A., Alvarado, F. L., Bel, C. A., Cañizares, C., Pidre, J. C., Navarro, A. J. C.,... & Expósito, A. G., 2002).

### 5.3.2 *Energía no convencional o renovable*

La energía no convencional es aquella que se basa en la minimización de agotamiento de recursos en sus diferentes procesos para el producto final, así mismo, se optimiza un tiempo de vida de las diferentes técnicas y productos con el valor agregado de contribuir a los ecosistemas y ralentizar su degradación. Los impactos ambientales de este tipo de energía se reducen significativamente en una

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

comparación de producción/tiempo de vida útil ante la energía convencional o no renovable. La optimización y maximización de los diferentes beneficios brindados por este tipo de energía depende de su instalación y condiciones demográficas específicas de cada lugar donde se desee implementar estas metodologías. (Castillo, Y., Gutiérrez, M. C., Vanegas-Chamorro, M., Valencia, G., & Villicaña, E., 2015).

### 5.3.3 *Energía solar*

La energía solar constituye la principal fuente de vida en la Tierra, la cual dirige los ciclos biofísicos, geofísicos y químicos que mantienen la vida en el planeta. La energía del Sol es la que induce el movimiento del viento y del agua, y el crecimiento de las plantas, por ello la energía solar es el origen de la mayoría de las fuentes de energía renovables: eólica, hidroeléctrica, biomasa. De las olas y corrientes marinas, además de la propia solar (Espejo, C, 2004).

Existen tres tipos de radiación Solar:

1. Radiación directa: Proporciona mayor energía ya que no posee cambios al ingresar a la superficie terrestre.
2. Radiación difusa: Presenta obstáculos debido a la nubosidad, polución o partículas contenidas en la atmósfera, lo que ocasiona su desviación.
3. Radiación reflejada: Es la energía que proviene del Sol, que al chocar con la superficie terrestre rebota o se refleja.

La cantidad de radiación solar que llega a la Tierra depende de situaciones tales como:

- Distancia de la Tierra al Sol
- Angulo de radiaciones para entrar a la atmósfera
- Rotación y traslación de la Tierra

Según el Atlas de Radiación Solar elaborado por la Unidad de Planeación Minero Energética UPME para el año 2015, Bogotá cuenta con una radiación solar promedio multianual de 3.5 a 4.0 kWh/m<sup>2</sup>

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

(Mapas de Radiación Solar Global Sobre Una Superficie Plana, 2015). Para el aprovechamiento de esta energía, se hace uso de diferentes dispositivos tecnológicos los cuales permiten la captación de la radiación solar con la finalidad de transformarla y usarla (Amaya, & Ramos, 2010).

**5.3.4 Energía solar fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica se basa en la radiación directa del sol la cual mediante los procesos adecuados puede ser transformada en energía eléctrica por medio de paneles fotovoltaicos. Estos paneles fotovoltaicos pueden estar constituidos por diferentes tipos de células fotovoltaicas las cuales son previamente adecuadas para la captación óptima de la radiación, en la actualidad se encuentran diferentes opciones enfocadas en estructuras y condiciones determinadas previamente para garantizar la optimización y maximización de la puesta en marcha de la metodología de procesos. (Méndez, J., & Cuervo, R., 2007)

**Tabla 3. Componentes de la energía solar fotovoltaica**

<b><i>Células fotovoltaica</i></b>	<b><i>Módulo fotovoltaico</i></b>
------------------------------------	-----------------------------------

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

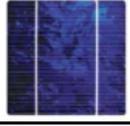
<p>Las células fotovoltaicas son mecanismos que convierten directamente la radiación solar a electricidad.</p>	<p>Los módulos fotovoltaicos están compuestos por un grupo de células que generan electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos. Se dividen en tres diferentes clases.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Silicio monocristalino</li> <li>- Silicio policristalino</li> <li>- Silicio amorfo</li> </ul>
--	--

Fuente: (Méndez, J., & Cuervo, R., 2007.)

Dadas las diferentes clases de módulos fotovoltaicos, estos se clasifican de acuerdo a las características y rendimientos relacionados con el tipo de silicio con el cual han sido fabricados. Como se evidencia en la tabla 4, las células monocristalinas son las que tienen mayor eficiencia tanto de forma directa como en el laboratorio, debido a que el silicio se obtiene de forma pura, mientras que la célula con menor rendimiento es la amorfa.

***Tabla 4. Diferencia entre los módulos según tecnología de fabricación.***

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

CÉLULA		EFICIENCIA EN LABORATORIO	EFICIENCIA DIRECTA
	Mono-cristalina	24%	14-17%
	Poli-cristalina	19-20%	11-14%
	De película delgada (amorfas)	16%	<10%

Fuente: (Soto, I. E. P., 2005).

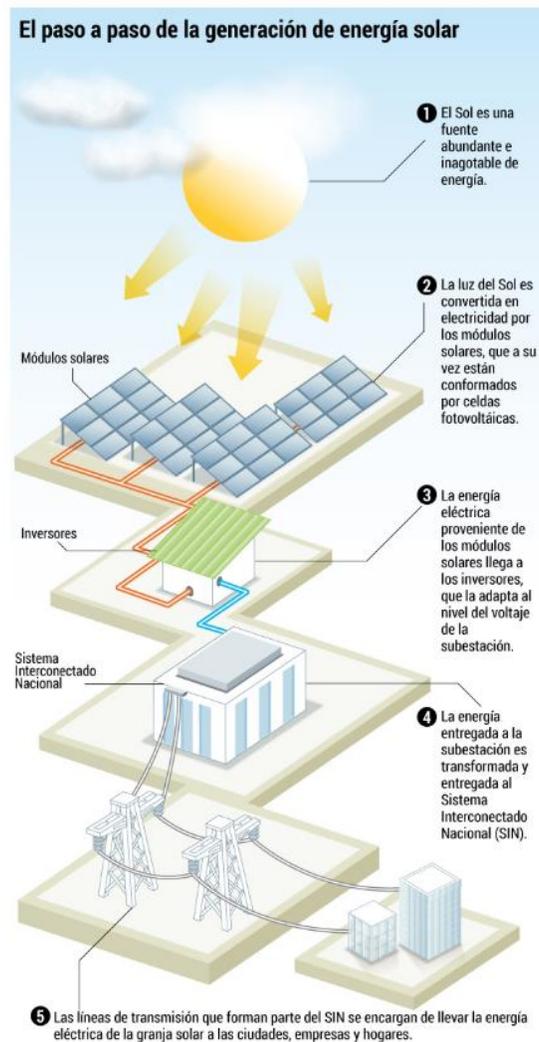
5.3.5 *Celdas solares (fotovoltaicas)*

Son dispositivos que absorben energía de los fotones presentes en la luz, que incide sobre ellas y la convierten en energía eléctrica. El efecto fotovoltaico ocurre en dispositivos en los cuales:

- a) En los materiales que los componen se generan portadores móviles de carga eléctrica mediante la adsorción de la energía de los fotones presentes en la luz
- b) Existe, además, una barrera de potencial que permite separar a los portadores de carga de la región en que se generan.

*Figura 1. El paso a paso de la generación de energía solar*

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.



Fuente: (El Espectador, 2017)

**5.3.6 Orientación, inclinación y sombras de los módulos fotovoltaicos**

Para garantizar el éxito de la técnica se deben implementar de manera correcta los paneles fotovoltaicos, esto depende de los puntos cardinales y las horas óptimas de sol en diferentes periodos de tiempo, la orientación, inclinación y sombras de módulos fotovoltaicos son variables las cuales deben ser definidas antes de la implementación y puesta en marcha del proyecto.

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

(Lamigueiro, O. P., 2013). Para el primer criterio, se busca el aprovechamiento máximo de la radiación solar y como norma general se aplican los criterios de ubicación de módulo:

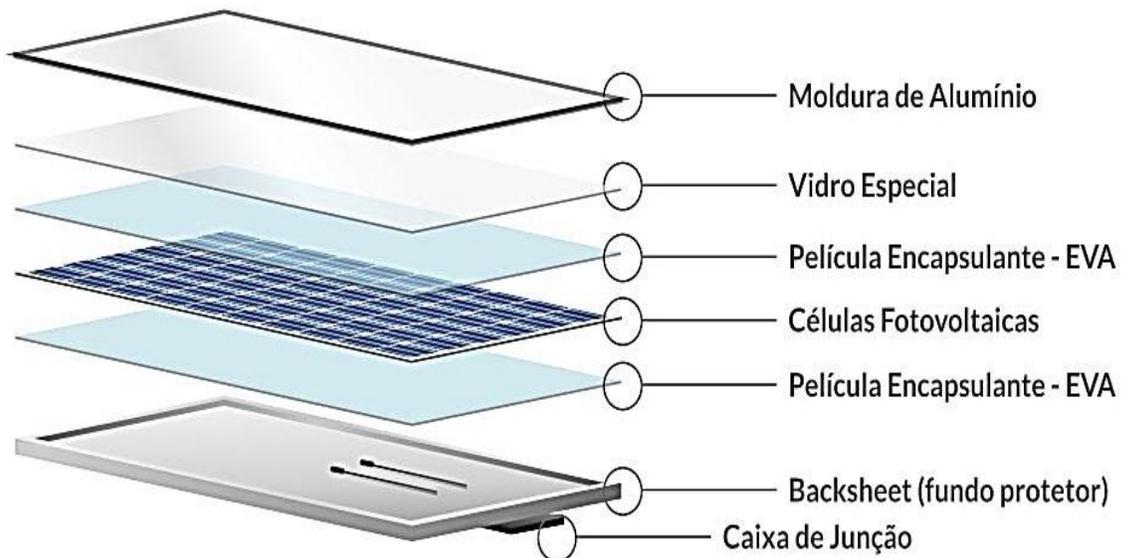
- Estando en el hemisferio Norte, con orientación hacia el Sur geográfico
- Estando en el hemisferio Sur, con orientación hacia el Norte geográfico

La inclinación del módulo fotovoltaico será, respecto al horizontal  $10^\circ$  superior a la latitud del lugar y el captador estará orientado hacia el sur. Donde el valor estimado para el ángulo  $\alpha$  es:

$$\text{INCLINACIÓN } \alpha = \text{Latitud} + 10^\circ$$

En cuanto al criterio de las sombras, es indispensable elegir un lugar para la implementación de módulos fotovoltaicos evitando sombras que puedan surgir desde edificios, vegetación o terreno y los propios módulos. (Martínez, F., 2012)

**Figura 2. Módulo fotovoltaico**



Fuente: (BlueSol, 2018.)

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

### *5.3.7 Vida útil del módulo fotovoltaico*

Los paneles y módulos fotovoltaicos poseen una vida útil. Esta es la principal variable para la adecuación y puesta en marcha de los proyectos teniendo en cuenta los tiempos de optimización y vida útil real, así mismo, la vida útil de los módulos fotovoltaicos depende de su mantenimiento y correcta utilización, esta técnica existe hace décadas y se busca el desarrollo tecnológico de los mismos para prolongar su tiempo de vida útil y la maximización de los servicios que este ofrece a las personas las cuales realizan la instalación. En la actualidad los módulos fotovoltaicos poseen una vida útil promedio de dos décadas aproximadamente. Esta proyección en el tiempo está sujeta a una degradación exponencial la cual sufre el módulo por su normal funcionamiento. (Sidrach de Cardona, m., Sánchez-Friera, p., Piliouguine, m., Peláez, j., carretero, j., & mora-López, l., 2010).

### *5.3.8 Mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos*

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es de vital importancia para la consecución de metas y objetivos propuestos antes de comenzar el proyecto, la capacidad del sistema se evalúa en condiciones ideales las cuales poseen diferentes variables de las actividades humanas y del correcto cuidado de los diferentes sistemas instalados, así mismo, se busca el desarrollo original de todas las funciones las cuales son estratégicas. (Rasero, C. M., 2011)

Existen diferentes estudios comparativos los cuales brindan bases bibliográficas y de experiencia en diferentes zonas a nivel mundial, estos estudios dictaminan que la implementación y puesta en marcha de los módulos fotovoltaicos posee un gran gasto inicial para la compra y/o importación de la materia prima para lograr los objetivos. Existen fuentes de energía no renovables las cuales poseen la posibilidad de ser más económicas en un tiempo cero del proyecto, así mismo, cuando se proyectan diferentes metodologías con diversas fuentes de energía los módulos fotovoltaicos logran un mayor índice de ganancia y retribución monetaria por encima de las diferentes fuentes. El mantenimiento de los módulos fotovoltaicos representa el índice de menor valor monetario de gasto frente a los demás. Se añade que la sustentabilidad de este sistema y la contribución hacia el medio ambiente es un valor

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

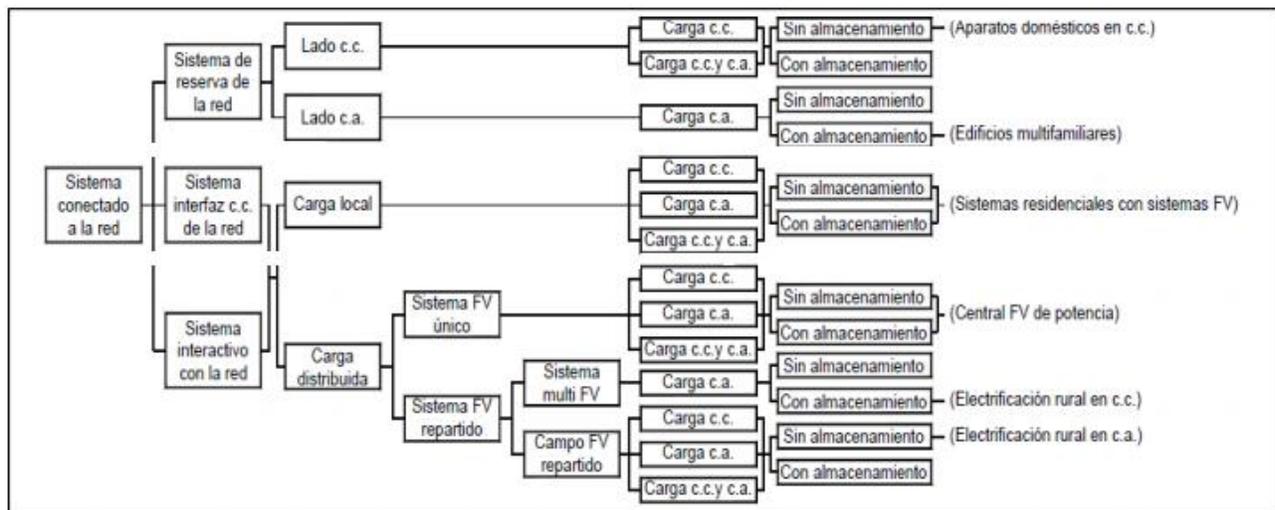
agregado el cual el gobierno incentiva económicamente con reducciones de tasas para la instalación de más elementos. (Rasero, C. M., 2011)

El mantenimiento de estos sistemas no requieren de un alto nivel de complejidad, se debe limpiar el modulo solar y realizar una revisión del estado actual de las baterías y la eficiencia de los módulos es directamente proporcional al cuidado, esto facilita e incentiva el cuidado de estas tecnologías. Para un óptimo mantenimiento se debe crear un plan de seguimiento el cual se divide en cuatrimestres revisando el estado total del sistema. (Rasero, C. M., 2011)

### 5.3.9 *Sistemas interconectados a red*

Esta clase de sistemas son los que inyecta a la red eléctrica el potencial generado por los paneles, esto ocurre con la ayuda de un inversor sincrónico de alta potencia, este tipo de sistemas se conecta a la red de una compañía eléctrica dependiendo de su utilización se va a variar el tipo y número de elementos a utilizar. Para este proyecto en particular se va a necesitar principalmente de arreglos fotovoltaicos, transformador e inversores a disposición para su funcionamiento. (Chica Dussán, A. C., & Gómez Abella, s.f). Cuando el sistema se encuentra conectado a la red electica se dice que es de tipo “On Grid”.

**Figura 3. Posibles variaciones para un sistema interconectado**



# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

Fuente: (Chica Dussán, A. C., & Gómez Abella, s.f)

## **5.3.10 Subsistema FV:**

Se define como un conjunto de componentes mecánicos y eléctricos que forman una unidad la cual permite producir potencia de corriente continua, este sistema se compone de paneles los cuales deben estar instalados de la manera más provechosa por lo cual se debe realizar con estudios previos, valoraciones físicas, económicas, análisis financieros y estudios meteorológicos, etc. (Chica Dussán, A. C., & Gómez Abella, s.f)

## **5.3.11 Inversor:**

Es un artefacto que se encarga de recibir la corriente directa que generan los paneles solares y la convierte en corriente alterna, la cual es el tipo de electricidad comúnmente utilizada por los electrodomésticos y equipos. (Guevara, S. S., & GIL, J. F., 2016). Los inversores deben ser seleccionados de tal manera que se tenga en cuenta su aplicación y las necesidades que se van a satisfacer con este equipo, otro factor importante es tener en cuenta si el regulador va a estar alimentado por baterías o por los paneles directamente. (Acevedo, F. D. J., 2016).

## **5.3.12 Transformador:**

Es un dispositivo eléctrico que se encarga de convertir corrientes y tensiones de un valor y una naturaleza determinadas, a un valor diferente pero una misma naturaleza, este debe encargarse de soportar las potencias máximas generada por el sistema. (Chica Dussán, A. C., & Gómez Abella, s.f).

Los transformadores pueden clasificarse de diferentes maneras:

- De distribución: los cuales tienen capacidad de 5 hasta 500 kVA.
- De potencia: los cuales tienen una capacidad mayor a 500 kVA.

Por el número de fases:

- Monofásico: estos transformadores son conectados a una línea o fase y a un neutro.

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

- Trifásico: estos transformadores son conectados a 3 líneas y puede estar conectado a uno o más neutros o tierra (González, D., Luis, P., & Narváez, C. A., 2018).

### *5.3.13 Sistema de medición*

Este dispositivo es utilizado para realizar medición del consumo de energía eléctrica en una instalación, en la actualidad existen diferentes tipos de medidores, los aplicables a este proyecto son:

- Colocar 2 medidores donde uno mida la energía consumida y el otro mida la energía producida por el sistema fotovoltaico.
- Colocar un medidor bidireccional, este se encargara de tomar la medida sobre la carga teniendo en cuenta el origen de la energía consumida. Para este caso la empresa prestadora de servicios eléctricos tendría que realizar una sola medida y de acuerdo a esta realizar el cobro correspondiente por la energía consumida. (Guevara, S. S., & GIL, J. F., 2016).

### *5.3.14 Disposición Final de los módulos fotovoltaicos*

La correcta disposición final de los módulos fotovoltaicos es un punto de inflexión para el éxito de la técnica la cual debe velar por conservar en un estado óptimo las diferentes esferas en las cuales se puede realizar este tipo de proyectos. Existen varias empresas las cuales poseen metodologías certificadas para una correcta disposición final de estos residuos. Los casos más relevantes de reciclaje y posible reutilización manteniendo una política ambiental de las 3 R's son empresas situadas en el continente europeo como lo es PV CYCLE la cual ofrece en su portafolio empresarial una metodología para la correcta gestión de los residuos cumpliendo con las normativas a nivel nacional e internacional dependiendo específicamente de un área delimitada en la región. (Marchionni, N., 2019).

En el continente europeo se ha puesto en marcha un ambicioso proyecto el cual se denomina High Technology Waste Treatment (HTWT) el cual busca brindar una óptima gestión integral de residuos de pantallas LCD, plasmas y placas fotovoltaicas. Este proyecto se basa en el reciclaje y reutilización de estos elementos para la obtención de materias primas las cuales pueden ser utilizadas en los mismos procesos o subprocesos del sistema, existe un amplio margen el cual brinda la certeza de que los

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

diferentes componentes de los módulos fotovoltaicos pueden ser implementados en más procesos diferentes a los usualmente conocidos. (de Madrid, C., & ÚNICA, D. F., 2006).

En el territorio nacional no se cuenta con una empresa certificada la cual brinde la seguridad de una correcta gestión integral de los residuos generados, esta falencia abre una brecha para nuevos negocios los cuales se basan en una venta individual o de pequeños grupos de componentes de los módulos, este modelo de negocio representa una línea alterna de ingresos económicos para las empresas y sectores que utilicen este tipo de energía no convencional. (Abella, A., Álvarez, E., Argüeso, J., Bozon, A., Castro, U., López, D., & Martén, I., 2015).

### ***5.3.1.1 Factores y variables ambientales que determinan la factibilidad de los sistemas fotovoltaicos***

La factibilidad de los sistemas fotovoltaicos al igual que su correcto y óptimo funcionamiento depende de un número de variables las cuales pueden favorecer la producción de energía si todos están presentes en ciertas regiones o épocas del año idóneas para el éxito de la técnica. Estos son:

### ***5.3.1.2 Brillo solar***

La luz solar está presente en diferentes lapsos de tiempo del día, esta es una variable la cual incluye factores para su optimización y maximización para los sistemas fotovoltaicos, el brillo solar se puede presentar desde que amanece hasta que el cuerpo estelar se oculta, de esta manera se puede realizar la medición por el intervalo de tiempo disponible, así mismo, el brillo solar no posee una medida constante ya que se deben analizar las horas de pico solar para la correcta implementación de la técnica. (Vallejo, W. A., Hernandez, J., & Saenz, E., 2010).

Este fenómeno posee una variable fundamental la cual los paneles pueden generar mayor energía en días con una nubosidad significativa, el cuerpo estelar puede iluminar las nubes en sus diferentes bordes y esto funciona maximizando el brillo por medio de lentes naturales. (Vallejo Lozada, W. A., Hernandez, J., & Saenz, E., 2010).

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

### **5.3.1.3 Radiación solar**

La radiación solar al igual que el brillo solar son los factores naturales de mayor relevancia para una correcta implementación de los sistemas fotovoltaicos, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) posee diferentes estudios donde la radiación solar es medida por el nivel de propagación que impacta correctamente los paneles fotovoltaicos para que estos obtengan un constante funcionamiento, esta radiación se analiza como las diferentes direcciones en el espacio, así mismo, se analizan las ondas electromagnéticas presentes en cada momento de la radiación solar. La dinámica de procesos atmosféricos y climáticos son de gran relevancia para la optimización de las funciones de los paneles mientras se posea ausencia de oscuridad. (Lorenzo, E., 2011).

### **5.3.1.4 Velocidad del viento**

El viento y sus características vectoriales de movimiento y velocidad son variables las cuales se deben tener en cuenta para la instalación y puesta en marcha de proyectos los cuales utilicen paneles fotovoltaicos, los paneles que son instalados en los tejados deben poseer aptitudes y características las cuales soporten la velocidad del viento en diferentes épocas del año y lapsos del día. En la actualidad la optimización de los paneles y su constante avance tecnológico en todas las esferas correspondientes a la herramienta han desarrollado una resistencia cercana a los 228 km/h, esta fuerza de impacto la cual el panel es apto para soportar corresponde a un huracán categoría 4. Esta información está consignada y corresponde a la escala de huracanes realizada por Saffir-Simpson, en esta escala se analizan las diferentes categorías y el intervalo de las velocidades del viento, así mismo, se realiza una proyección de su poder de impacto y daño generado. (Lorenzo, E., 2011).

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

**Tabla 5. Escala de huracanes de Saffir-Simpson**

Categoría	Km/h	Daños
1	119 – 153	Mínimos
2	154 – 177	Moderados
3	178 – 208	Extensos
4	209 – 251	Extremos
5	252 o más	Catastróficos

Fuente: (Castro, S. C. D., 2010.)

**5.3.1.5 Nubosidad**

La nubosidad es una variable climática la cual está presente en el día a día y representa el índice espacio ocupado por cuerpos nubosos en un área delimitada en lapsos de tiempo específicos. Las nubes hacen parte del ciclo hidrológico natural, así mismo, se encuentra la fase de condensación del vapor de agua, esta se almacena y da origen a los cuerpos nubosos que posteriormente originan precipitaciones. Esta variable impacta directa e indirectamente el correcto funcionamiento de la técnica por sus diferentes propiedades respecto a la radiación solar como lo son: reflejar, absorber y dispersar la radiación. (Valdiviezo, P. D., 2014).

**5.3.1.6 Tasa interna de retorno y valor presente neto**

La tasa interna de retorno y el valor presente neto es una variable económica la cual es fundamental para la toma correcta de decisiones cuando se desea realizar un proyecto de esta manera, así mismo, se identifica a la tasa interna de retorno como el lapso temporal en el cual se ve reflejado un porcentaje establecido de la inversión inicial, este porcentaje se debe reflejar cuando el proyecto ya

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

sea implementado y la puesta en marcha sea favorable, el valor presente neto se basa en la inversión económica la cual se utilizó desde un tiempo cero o inicial hasta el resultado final del proyecto. (Mete, M. R., 2014).

### **5.3.1.7 Valor presente neto o valor actual neto denominado VPN**

El valor presente neto o valor actual neto denominado (VPN) es una operación con fundamentos matemáticos, para el éxito de esta operación se debe restar en totalidad la suma de los diferentes flujos ante la cantidad matemática de la inversión inicial. El VPN posee características para concluir la factibilidad de un proyecto el cual se basa en un valor menor o mayor a cero. Si el valor que obtiene el VPN es mayor o igual a cero se obtienen altas posibilidades de aceptar un proyecto de inversión, así mismo, en el caso contrario el proyecto debe ser rechazado ya que su viabilidad no es notoria para una posible inversión. (Manotas, D. F., & Toro, H. H., 2009) La fórmula para hallar el VPN se muestra a continuación:

$$VPN = \sum_{t=1}^n FFt/(1+i)^t - I_0$$

(Altuve, 2004).

Dónde:

VPN = Valor actual neto

FFt = Flujos esperados de fondos desde el momento cero hasta el momento t

i = Costo de capital o tasa de descuento

I<sub>0</sub> = Inversión inicial en el momento cero

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

**5.3.1.8 Tasa interna de retorno o tasa de inutilidad interna denominada TIR**

La tasa interna de retorno o tasa de inutilidad interna denominada (TIR) es una operación con fundamentos matemáticos los cuales son ideales para una toma de decisiones en diferentes etapas del proyecto, esta operación se basa en una relación de ingresos comparada directamente a los egresos producidos por el proyecto en sus diversas fases. Esta tasa es evaluada de manera anual para poseer un registro organizado y facilitar el análisis en proyectos con altos lapsos de implementación. (Brieva, F. M., 2014). La fórmula de la Tasa Interna de Retorno se puede expresar de la siguiente forma:

- Opción 1

$$\sum_{t=0}^n \frac{FE^t}{1 + TIR} = VPN = 0$$

(Mete, 2014)

Dónde:

TIR: Tasa Interna de Rendimiento/Retorno

VPN: Valor Presente Neto

FE (t): flujo de efectivo neto del período t

n: número de períodos de vida útil del proyecto

- opción 2

$$VPN = \frac{\sum Rt}{(1 + i)^t} = 0$$

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

(Enciclopedia Financiera, 2018)

Dónde:

t: el tiempo del flujo de caja

i: la tasa de descuento

Rt: el flujo neto de efectivo (la cantidad de dinero en efectivo, entradas menos salidas) en el tiempo t.

La TIR se utiliza para evaluar la factibilidad económica de un proyecto como se mencionó anteriormente, cuanto mayor sea la tasa interna de retorno, más deseable será llevar a cabo dicho proyecto (Altuve, J. G., 2004).

## **5.3.1.9 Huella de carbono**

La huella de carbono se ha transformado a lo largo del tiempo de una herramienta la cual calcula de manera simple mediante patrones previamente establecidos la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) que producen las diferentes actividades humanas y que de manera directa contaminan la atmósfera, esta contaminación afecta que la radiación solar tenga la posibilidad de seguir su ciclo natural. Las actividades humanas son consideradas la causa principal del calentamiento global y el desequilibrio ecosistémico que esto produce. Las unidades en las cuales se representa la huella de carbono es en toneladas o kilos de CO<sub>2</sub>, esta medida es equivalente a la concentración de GEI. La huella de carbono como medición debe ser requisito para diferentes empresas en diversos sectores los cuales aporten emisiones a la atmósfera. El cálculo de la huella de carbono posee tres alcances principales los cuales son: cálculos de emisiones directas correspondiente al uso de combustibles de tipo fósil, cuantificación de las emisiones indirectas que son producidas por el consumo de carga eléctrica y por último, se analizan las emisiones indirectas que son asociadas a los bienes y servicios correspondientes al objeto de estudio específico. (Quesada, J. L. D., & y Certificación, A. E. D. N., 2009).

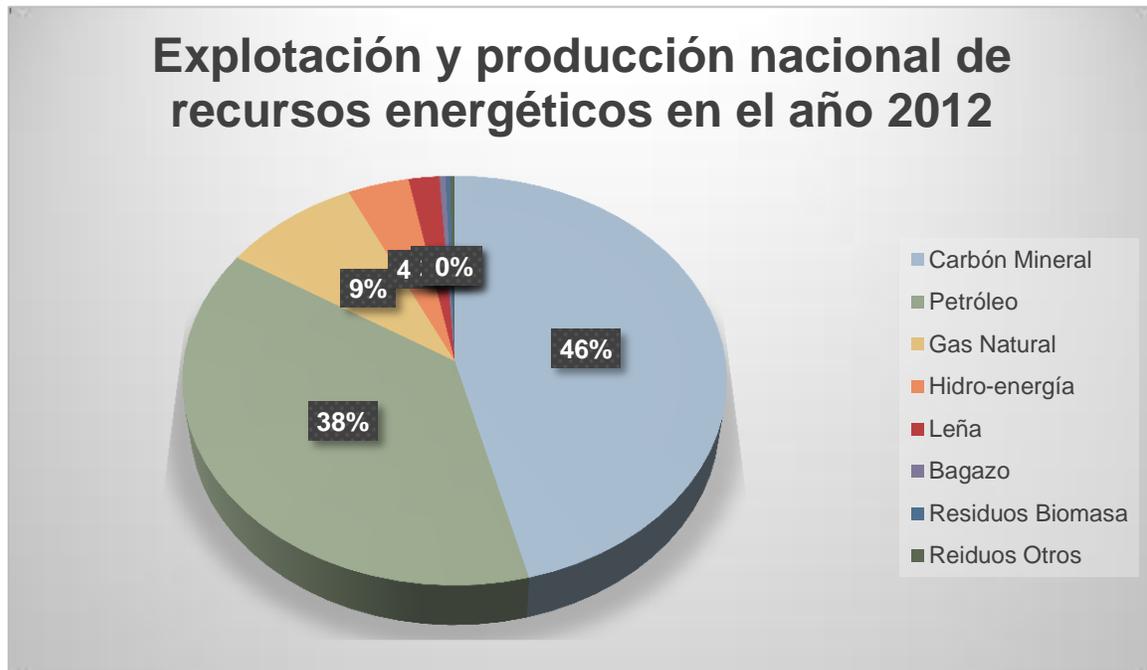
# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

## *5.3.2.1 Situación energética en Colombia*

El desarrollo a nivel mundial y el crecimiento poblacional son un factor determinante en un índice exponencial el cual aumenta la demanda energética de manera constante. El uso de fuentes convencionales aporta un nivel considerable al calentamiento global y de esta manera al deterioro de los ecosistemas regionales y mundiales, en la actualidad aproximadamente el 80% de esta demanda se suple con este tipo de energías y el 20% restante es la demanda que se suple con nuevos modelos de energía renovable que está ligada al uso racional y sustentable de los recursos, estos pueden ser explotados de manera consciente para así lograr un desarrollo sostenible del planeta como son: agua, viento y radiación solar. (Velasco, J. G., 2009). En la búsqueda de energías amigables con el planeta se han realizado descubrimientos el cual la región sudamericana posee un alto índice de producción y nivel de explotación sustentable de recursos. Cada país posee un sistema identificado el cual se encarga del análisis de viabilidad de los recursos. En Colombia se encuentra la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) el cual es el ente mayoritario para información correspondiente a la demanda y oferta de energía en diferentes campos y sectores, así mismo, la UPME dictamina que Colombia es un territorio con gran potencial para el uso de energía renovable situándose en estadísticas y porcentajes de uso en diferentes subregiones, esta estadística brinda un resultado en el cual se encuentra que el 93% de energía se produce con combustibles fósiles, el 4% corresponde a hidroenergía lo cual es establecido por las hidroeléctricas y el nivel de oferta que brinda a los sectores. El 3% restante se concentra en la biomasa y residuos como materia prima para la producción de energía. En la siguiente figura se aprecia los porcentajes equivalentes para la explotación y producción correspondientes al año 2012.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

*Figura 4. Explotación y producción nacional de recursos energéticos en el año 2012*



Fuente: (UPME, 2015)

La Unidad de Planeación Minero Energética dictamina que las fuentes de petróleo y gas son fuentes que se producen para la demanda de transporte e industria los cuales aún no encuentran un revulsivo para suplir esta demanda y acuden a estas fuentes no renovables para mantener su óptimo desarrollo.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

*Figura 5. Demanda de energía final por sector en el año 2012*



Fuente: (UPME, 2015)

Colombia posee un potencial para el desarrollo de energías renovables, esto es debido a la presencia de diferentes ecosistemas con características propias los cuales ofrecen diferentes bienes y servicios que pueden ser utilizados para la consecución de las nuevas energías, de esta manera se opta por un punto de partida donde se pueden utilizar los recursos de manera responsable sin que esto signifique un deterioro exponencial o amenaza a la vasta biodiversidad del país. (Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., & Arévalo, P., 2015). Por medio de estas condiciones ambientales es posible utilizar las fuentes de energía renovable para brindar a Colombia y a la región de Sudamérica en general un aporte significativo de tecnologías y oferta energética con tratados transnacionales los cuales busquen el beneficio de los diferentes actores involucrados. La variable independiente para la correcta implementación de estas metodologías de energía es el factor dinero, las altas tasas de inversión que corresponden a estos proyectos y los lapsos de tiempo son puntos en contra que las energías renovables poseen para asentarse en los diferentes sectores, así mismo, el cambio climático y el calentamiento global al pasar del tiempo es más drástico y parece imposible el conseguir los objetivos del desarrollo sostenible sin la ayuda de estas fuentes de energía renovables. Se debe

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

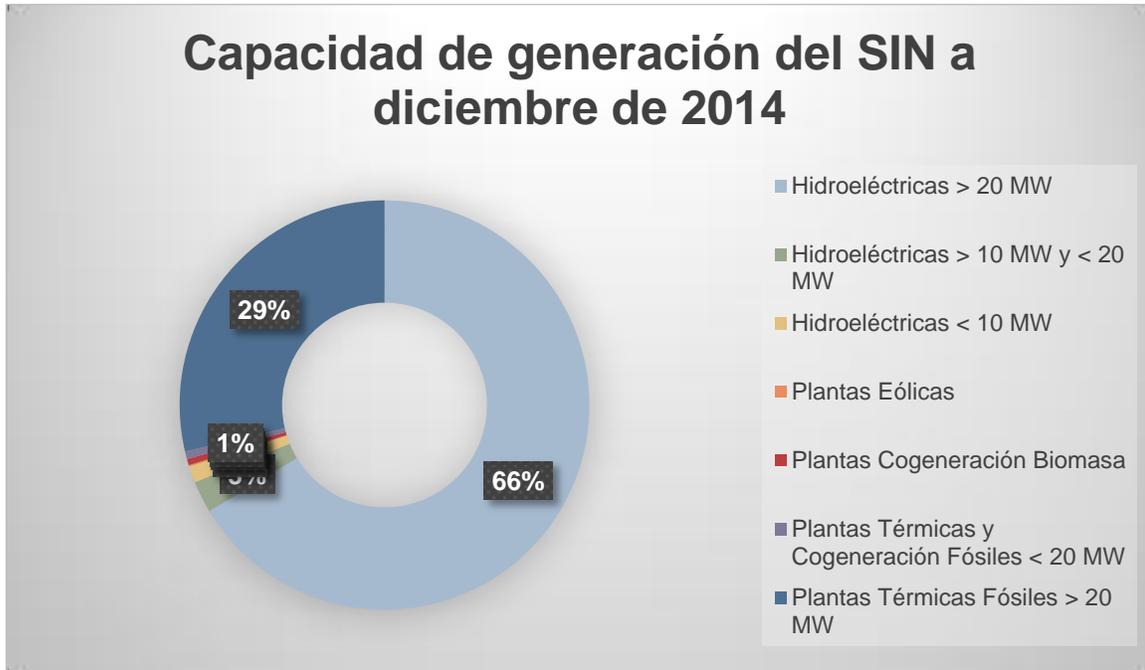
invertir en los diferentes estudios e investigación los cuales aporten a la posición positiva de este tipo de energías ya que en Colombia no se encuentra una correcta documentación en la cual se explique el correcto uso de las energías y sus diferentes herramientas para una maximización y optimización de los sistemas. (Murcia, H. R., 2008).

La prioridad en la actualidad es aumentar las diferentes opciones para la generación de energía eléctrica y la imposición de las metodologías, existen varias maneras artesanales de producción de energía, así mismo, se debe brindar a las industrias una metodología más específica y técnica para la correcta implementación de las mismas. Los módulos fotovoltaicos han sido desarrollados a lo largo de una línea de tiempo la cual empieza cuando el ser humano es consciente de la situación de los ecosistemas y se basa en los objetivos del desarrollo sostenible para ser un ser social y sustentable en la mayoría de las esferas que comprende. La materia prima para la fabricación y producción de los módulos fotovoltaicos es el silicio, este material a principios de su fabricación tenía un precio elevado, esto por los sobrecostos de los procesos correspondientes a su fabricación, así mismo, en el transcurso del tiempo y su desarrollo el costo de los mismos se ha reducido de una manera significativa pasando de un valor de 76,76 USD/Wp a principios de la década de los 80's a 0,36 USD/Wp en registros certificados del año 2016. (Ortiz, J. D., 2013).

El Sistema Interconectado Nacional (SIN) presenta un conjunto de líneas y subestaciones las cuales son las encargadas del correcto transporte de la energía producida en las plantas hasta las subestaciones de transformación correspondientes para el abastecimiento de este recurso por el extenso territorio nacional. (Buendía, A. P., 2014). Para las partes las cuales no poseen una estructura óptima para el Sistema Interconectado Nacional se brindó una oportunidad conjunta con la UPME la cual implemento un sistema de módulos fotovoltaicos para las Zonas No Interconectadas (ZNI) para el empleo óptimo de electrificación en zonas rurales y las telecomunicaciones de las mismas con otras regiones. La potencia aislada que se estima es de 9MW, así mismo, la capacidad optima de generación por parte de las diferentes hidroeléctricas con una potencia igual o mayor a 20MW, esto equivale al 66% de la energía como se observa en la figura 6. (UPME, 2015).

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

Figura 6. Capacidad de generación eléctrica del SIN a diciembre de 2014.



Fuente: (UPME, 2015)

La radiación solar es la variable con mayor grado de importancia para la implementación de este tipo de metodologías y proyectos, de esta manera se analiza la oferta de radiación que tiene Colombia en las diferentes zonas donde este factor se ha investigado y analizado, en promedio Colombia posee una radiación de 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/d. Este valor debe ser individualizado para establecer si la zona iguala o supera el índice mundial de radiación el cual es de 3.9 kWh/m<sup>2</sup>/d. Bogotá pertenece a la región andina colombiana la cual posee un promedio de 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/d. Este valor supone una alta posibilidad de aprovechamiento de la energía renovable (Tabla 6) (UPME, 2015).

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Tabla 6. Valores de radiación promedio para diferentes regiones del país*

<b>Región</b>	<b>Promedio radiación (k Wh/m<sup>2</sup>/día)</b>
<b>Guajira</b>	6.0
<b>Costa Atlántica</b>	5.0
<b>Orinoquía</b>	4.5
<b>Amazonía</b>	4.2
<b>Región Andina</b>	4.5
<b>Costa Pacífica</b>	3.5

Fuente: (UPME, 2015)

Las externalidades de la energía fotovoltaica es un factor de suma importancia el cual debe ser positivo para que exista la posibilidad de que la implementación tenga un mayor porcentaje de llevarse a cabo en empresas de orden privado a nivel nacional, de esta manera se expone los análisis positivos para la consecución de beneficios empresariales y sociales mediante esta producción de energía renovable. La disminución de CO<sub>2</sub> es el mayor beneficio que posee esta metodología de producción energética, a nivel nacional existen diferentes incentivos tributarios los cuales aportan un valor agregado a las empresas que deseen realizar esta técnica con un ahorro de significativo y la omisión de los combustibles fósiles para algunos procesos.

*Tabla 7. Valor de externalidades para energía solar*

<b>Externalidad</b>	<b>2014-USD/MWh</b>	<b>Valor Presente Neto (tasa de descuento social 12%) USD</b>	<b>Valor Presente Neto (tasa de descuento social 3.5%) USD</b>
<b>Emisiones CO<sub>2</sub></b>	24.00	1.050.461	364.236
<b>Empleo</b>	6.71	964.858	431.374

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

<b>Valor económico</b>	21.64	3.111.702	1.391.196
<b>Costo de integración</b>	-	0	0
<b>Complementariedad con El Niño</b>	-	0	0
<b>Ahorro de combustibles fósiles</b>	7.16	1.029.248	460.162
<b>Salud</b>	0.84	120.653	53.942
<b>Biodiversidad</b>	0.06	8.459	3.782
<b>Total</b>		6.285.380	2.704.692

Fuente: (UPME, 2015)

A manera de conclusión el análisis que realiza la Unidad de Planeación Minero Energética dictamina que en el país aún hace falta un mayor conocimiento de manera pública y privada de los beneficios de esta técnica, así mismo, mientras se obtiene este conocimiento los sistemas fotovoltaicos deben ser acompañados con financiamientos o subsidios para garantizar un éxito de la metodología. La brecha económica para la implementación de este sistema oscila entre 5.000 a 6.000 COP/W. Este valor a gran escala es significativo y en ocasiones por el mismo obstáculo se opta por el uso de combustibles fósiles para la producción de energía no renovable y afectando de manera directa el planeta.

### 5.3.2.2 Ecoinnovación

La ecoinnovación pasó de ser una ciencia en observación y acompañamiento a una realidad la cual el ser humano debe explotar y descubrir para la solución de problemas cotidianos con la consigna de tener siempre presente los pilares fundamentales del desarrollo sostenible expuesto en la Cumbre de

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

Rio de Janeiro en el año de 1992. El enfoque ambiental perteneciente a las diferentes actividades humanas debe ser de vital importancia para la consecución de metas o licencias otorgadas por entes gubernamentales, así se garantiza que la nación posea un alto índice para la exposición de buenas prácticas y producción más limpia ante los diferentes componentes de la región. El objetivo fundamental es ser un país con sectores sustentables los cuales puedan ser ejemplo para los demás y como valor agregado incentiven a la participación de los procesos afectando positivamente la económica del país. (Scarpellini, S., 2012)

**5.4 Marco normativo**

Teniendo en cuenta que el país posee acuerdos internacionales adquiridos como la declaración de Rio, de Estocolmo y el protocolo de Kioto, y lo constituido a nivel nacional se tiene la Constitución Política de 1991, el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables, leyes como la 677 de 2001, 1665 de 2013, 1775 de 2004, decretos y resoluciones referentes al tema ambiental y energías renovables en Colombia como se evidencia en la tabla 8

*Tabla 8. Marco normativo relacionado con la energía renovable*

<b>MARCO LEGAL</b>	<b>ARTÍCULOS</b>
<p><b>Declaración de Estocolmo Sobre el Medio Ambiente Humano.</b></p>	<p><i>Principio 1.</i> "El hombre tiene derecho fundamental (...) y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio ambiente de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio ambiente para las generaciones presentes y futuras (...)".</p> <p><i>Principio 2.</i> Los recursos naturales de la tierra incluidos el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben</p>

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

MARCO LEGAL	ARTÍCULOS
	<p>preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras, mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga.</p> <p><i>Principio 3.</i> Debe mantenerse y, siempre que sea posible, restaurarse o mejorarse la capacidad de la tierra para producir recursos vitales renovables.</p>
<p><b>Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático - Ley 629 De 2000</b></p>	<p>Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kioto el 11 de diciembre de 1997.</p> <p><i>Artículo 2.</i> Con el fin de promover el desarrollo sostenible, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones</p> <p>i) Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional</p> <p>iv) Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.</p>
<p><b>Constitución Política de 1991</b></p>	<p>En la Constitución Política de 1991, el medio ambiente y energías alternativas no están incluidos en el capítulo de derechos fundamentales, sin embargo, aparece en el que se refiere a los derechos colectivos y del ambiente.</p> <p><i>Artículo 79.</i> Todas las personas tienen derecho a gozar de un</p>

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

MARCO LEGAL	ARTÍCULOS
	<p>ambiente sano.</p> <p><i>Artículo 80.</i> El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.</p>
<p><b>Código Nacional De Recursos Naturales Renovables Y De Protección De Medio Ambiente.</b></p>	<p><i>Artículo 1.</i> El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social.</p> <p><i>Artículo 9.</i> El uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables, debe hacerse de acuerdo con los siguientes principios:</p> <p>a.- Los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente</p> <p><i>Artículo 13.</i> Con el objeto de fomentar la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente y de los recursos naturales renovables, el Gobierno establecerá incentivos económicos.</p>
<p><b>Ley 1931 de 2018</b></p>	<p>“Por la cual tiene por objeto establecer las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la Nación, Departamentos, Municipios, Distritos, Áreas Metropolitanas y Autoridades Ambientales principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de</p>

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

<b>MARCO LEGAL</b>	<b>ARTÍCULOS</b>
	gases efecto invernadero, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos del mismo y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono”.
<b>Ley 1715 de 2014</b>	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
<b>Ley 1665 de 2013</b>	<p>Por medio de la cual se aprueba el "ESTATUTO DE LA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES (IRENA)", hecho en Bonn, Alemania, el 26 de enero de 2009.</p> <p><i>ARTÍCULO II.</i> La Agencia promoverá la implantación generalizada y reforzada y el uso sostenible de todas las formas de energía renovable</p>
<b>Ley 697 de 2001</b>	Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.
<b>Ley 99 de 1993</b>	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA, y se dictan otras disposiciones.
<b>Resolución 1670 de 2017</b>	Por el cual se adoptan los términos de referencia para la

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

<b>MARCO LEGAL</b>	<b>ARTÍCULOS</b>
	elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de energía solar fotovoltaica y se toman otras disposiciones.
<b>Resolución Ministerio de Ambiente 1283 de 8 agosto de 2016</b>	"Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables - FNCER y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones
<b>Resolución CREG 024 de 2015</b>	"Por la cual se regula la actividad de autogeneración a gran escala en el Sistema Interconectado Nacional (SIN)".
<b>Decreto 1543 de 2017</b>	"Por el cual se reglamenta el Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía, FENOGE"
<b>Decreto 2469 de 2014</b>	"Por el cual se establecen los lineamientos de política energética en materia de entrega de excedentes de autogeneración"
<b>NTC 5287:2009</b>	Esta norma tiene por objeto establecer las principales definiciones utilizadas en las normas técnicas relativas a energía solar fotovoltaica.
<b>NTC 2883:2006</b>	Esta norma indica los requisitos para la calificación del diseño y la aprobación del tipo de módulos fotovoltaicos para

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

MARCO LEGAL	ARTÍCULOS
	aplicación terrestre y para una utilización de larga duración en climas moderados al aire libre, según se define en la norma IEC 60721-2-1.
NTC 2775:2005	Esta norma tiene por objeto establecer las principales definiciones utilizadas en las normas técnicas relativas a energía solar fotovoltaica.
NTC 4405:1998	<p>Esta norma presenta una metodología para la evaluación de la eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos, reguladores y acumuladores.</p> <p>La presente norma cubre de los sistemas fotovoltaicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Etapa de paneles o de módulos</li> <li>b) Etapa de regulación</li> <li>c) Etapa de acumulación.</li> </ul>

Fuente: (Autor, 2019)

La elaboración del marco normativo genera una justificación con bases jurídicas y técnicas de nivel normativo para el uso de energías renovables en Colombia y la viabilidad en la implementación de sistemas fotovoltaicos en las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá, siendo este el amparo legal de la implementación del sistema de celdas fotovoltaicas. El marco normativo presentado anteriormente aporta las bases legales que sustentan el tema de investigación; por medio de este, es posible identificar las acciones legales sobre el uso de energía fotovoltaica, información acerca de los equipos, financiación de proyectos de energías renovables y sus respectivos incentivos tributarios y demás elementos para la producción y utilización de energía exentos de IVA. (Jiménez, J. P., & Podestá, A., 2009).

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

## 5.5 Marco geográfico

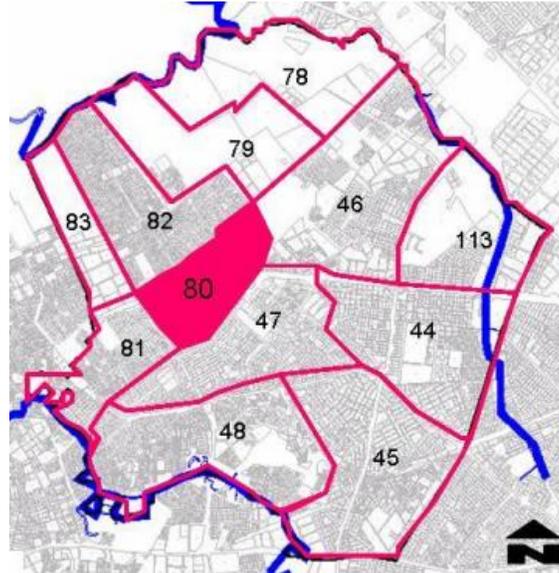
Bogotá se encuentra situada en la cordillera oriental, en el centro del país, la capital posee una extensión de 33 kilómetros de sur a norte y 16 kilómetros de oriente a occidente. La ciudad de Bogotá se encuentra situada en las coordenadas: Latitud Norte: 4° 35'56" y Longitud Oeste de Greenwich: 74°04'51", a la altura media de 2650 m.s.n.m. esto sitúa la ciudad en la zona de confluencia intertropical. (Bogotá , 2017)

La ciudad de Bogotá tiene una temperatura promedio de 14°C, por la posición geográfica en la que se encuentra cuenta con jornadas de lluvia o de poco sol, en los días en los cuales se acentúa el sol puede llegar a tener una sensación térmica de 23°C o más. En ocasiones ocurren lluvias torrenciales las cuales vienen acompañadas de “granizo” en algunas ocasiones. Teniendo en cuenta los fenómenos del Niño y la Niña el clima de Bogotá es impredecible pero se identifica que los meses de lluvia intensa son marzo, mayo, septiembre y noviembre. (Bogotá, 2017) <

La Corporación de Abastos corresponde a la UPZ 80 la cual se encuentra en la localidad de Kennedy, al norte limita con la Localidad 9 Fontibón, al oriente con la localidad 16 de Puente Aranda, al sur con la 6 Tunjuelito y al occidente con 7 Bosa. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010)

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

*Figura 7. UPZ N° 80 correspondiente a Corabastos S.A*



Fuente: (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010)

## 5.6 Marco institucional

Con la finalidad de obtener información acerca de las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá para su posterior análisis en la factibilidad de la implementación de celdas fotovoltaicas en el sitio ya mencionado, es necesario comprender las responsabilidades que recaen sobre los diferentes stakeholders, con la finalidad de recurrir a ellos para tener una visión más clara y la situación energética actual de la Corporación, con referencia al tema de estudio.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

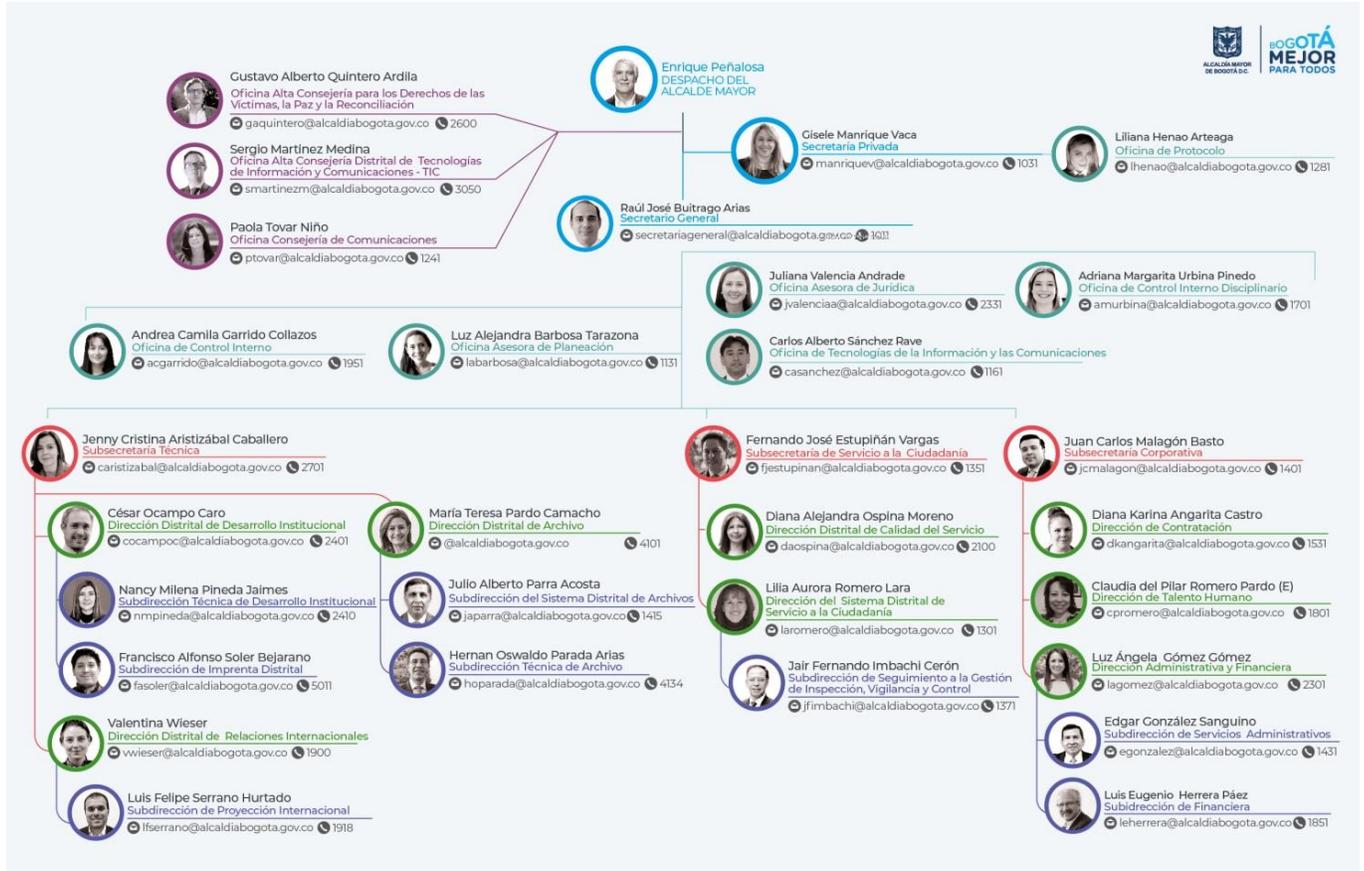
Figura 8. Estructura organizacional Corporación de Abastos de Bogotá S.A.



Fuente: (Corabastos S.A)

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

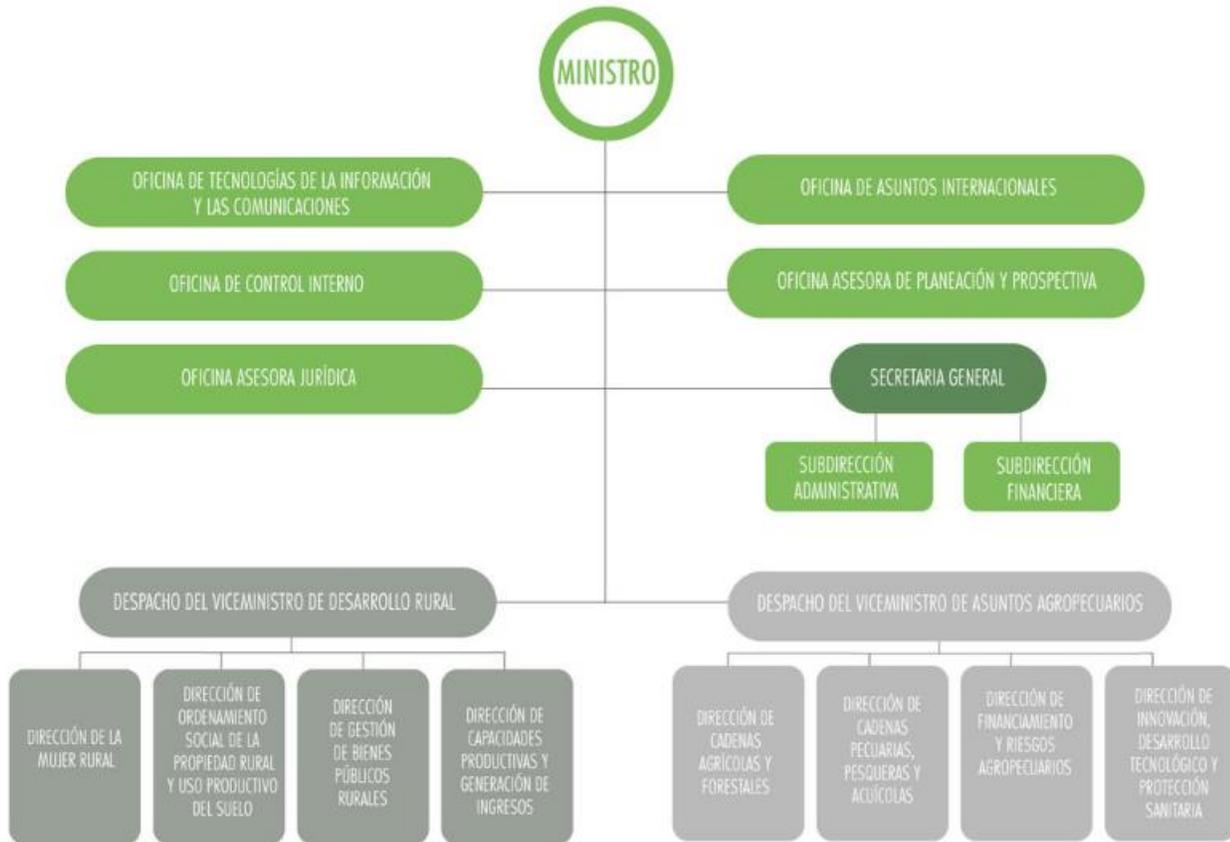
**Figura 9. Organigrama de la secretaria general de la Alcaldía Mayor de Bogotá**



Fuente: (Secretaria General Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017)

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

Figura 10. Organigrama del Ministerio de Agricultura de Colombia



Fuente: (Ministerio de Agricultura de Colombia, 2019)

## 6. Diseño metodológico

La determinación de la factibilidad para la implementación de módulos fotovoltaicos en la corporación de Abastos de Bogotá, se realizó mediante un diseño metodológico según el tipo de investigación y el paso a paso para el desarrollo del estudio, en la cual se busca la evolución de la infraestructura convencional de la Corporación de Abastos de Bogotá hacia la implementación de una infraestructura sustentable a través de módulos fotovoltaicos, donde se beneficien los componentes ecológicos, sociales y económicos.

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

## 6.1 Metodología

### 6.1.1 Metodología primer objetivo: *“Diagnosticar una línea base de la situación energética actual de las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá.”*

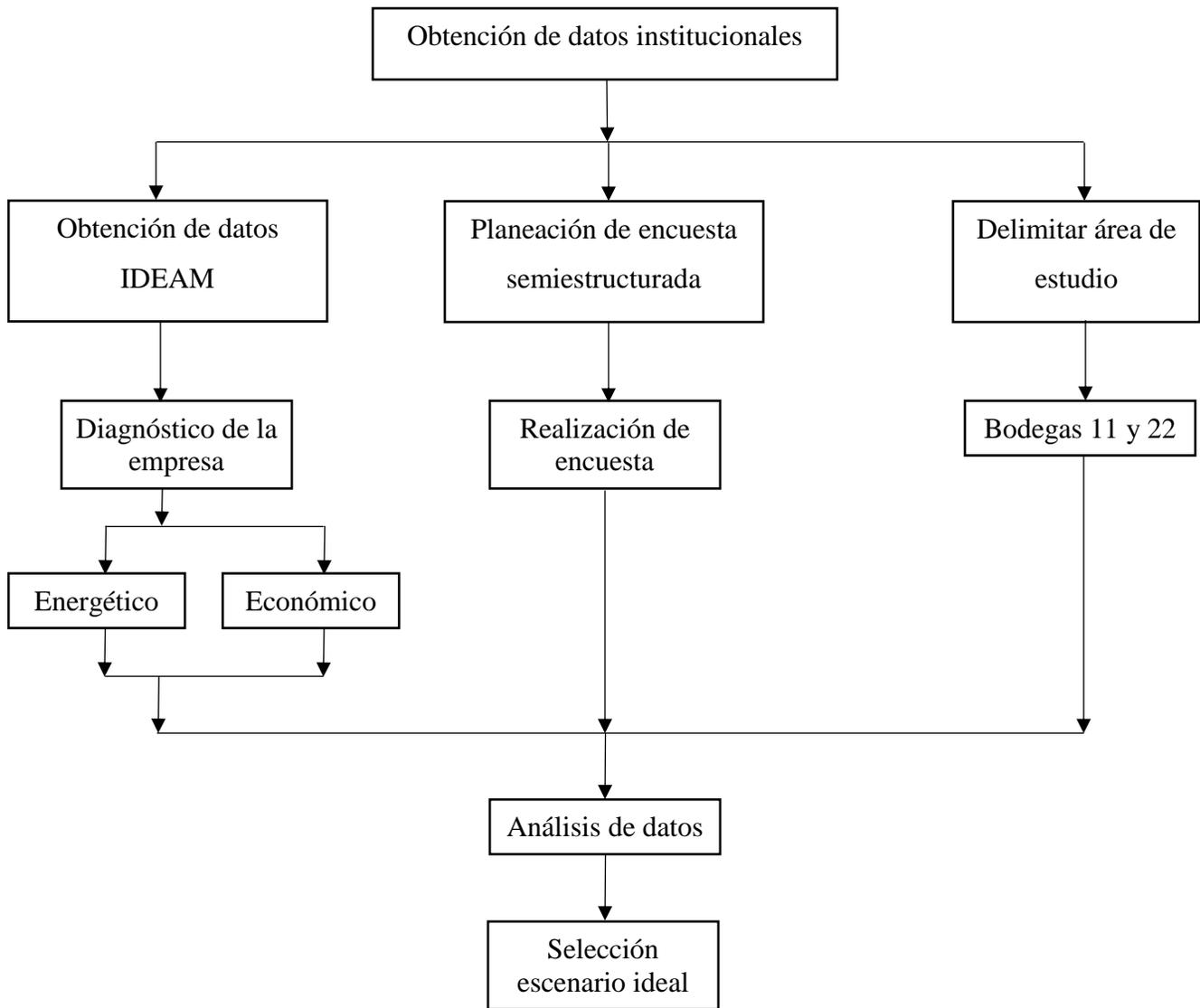
Para el cumplimiento del primer objetivo se lleva a cabo una metodología de tipo cualitativa y cuantitativa. Como punto de partida se llevó a cabo la gestión para el levantamiento de los datos institucionales con la empresa Corporación de Abastos de Bogotá S.A.S. A partir de la documentación suministrada por la entidad, además de esto se realizó el procedimiento de levantamiento de datos meteorológicos con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), se realizó el análisis de la información existente para el diagnóstico económico y energético de la empresa.

Posteriormente por medio de los planos estructurales suministrados por la empresa de las bodegas 11 y 22 se delimito el área de estudio y la zona disponible para la instalación de los módulos fotovoltaicos. Luego de esto se realizó una visita técnica a las bodegas 11 y 22 de Corabastos con la finalidad de realizar un reconocimiento visual del área de trabajo y lo evidenciado en los planos virtuales suministrados por la empresa, además de esto se identificó la actividad que se lleva a cabo y se averiguo a que está destinado el suministro de energía en estas bodegas. (de la AChEE, E., 2012).

Luego de realizar lo anterior, se procedió a llevar a cabo una encuesta semiestructurada al ingeniero encargado en la Corporación, este tipo de entrevista parte de preguntas planeadas y su ventaja es la posibilidad de aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir formalismos, se solicitó la información de los recibos de la empresa Enel-Codensa con la finalidad de entender el consumo por parte de la Corporación en los últimos meses. Todo lo anterior con la finalidad de lograr integrar un sistema fotovoltaico de manera que se pueda llegar a reducir tanto la generación de CO<sub>2</sub> como los gastos económicos correspondientes al uso de energía. (Díaz, Torruco, Martínez & Varela, 2013).

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

*Figura 11. Metodología primer objetivo: “Diagnosticar una línea base de la situación energética actual de las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá”.*



Fuente: (Autor, 2019)

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

**6.1.2 Metodología segundo objetivo: Diseñar alternativas ambientales, económicas y técnicas para el mejor aprovechamiento de la energía fotovoltaica.**

El diseño de alternativas las cuales cumplan con los parámetros y requisitos del desarrollo sostenible es de vital importancia para la correcta implementación de la metodología elegida. Las variables ambientales y económicas deben ir conjuntas para la selección de la técnica apropiada, así mismo, se debe velar por una seguridad en el ecosistema para minimizar los cambios abruptos en el mismo y no exigir a las especies presentes una propiedad de adaptabilidad mayor a la que se posee en la actualidad. Con el fin de darle cumplimiento al segundo objetivo se tuvo en cuenta la Guía de Diseño de Sistemas Fotovoltaicos ON-GRID de la Fundación de Energía Comunitaria de Chile, en esta guía se identifican pasos claros y establecidos para llevar a cabo el diseño del sistema ON-GRID, como el que se necesita en este caso en particular. (FUNDACIÓN ENERGÍA COMUNITARIA., 2017).

1. Inspección del lugar de instalación:

- a. En primer lugar se realiza una inspección del lugar donde se desea realizar la instalación de los paneles y se determina la superficie en la que se van a instalar, ya sea en el suelo o en un tejado.
- b. Con la inspección se identifica si el lugar disponible tiene orientación hacia el norte.
- c. Si es un tejado, se debe evaluar la inclinación del mismo.
- d. Se identifica si la estructura está en óptimas condiciones para soportar la instalación en cuestión.
- e. Finalmente se debe establecer la distancia que existirá entre los paneles y el inversor con la finalidad de saber cuánto cableado y calibre de este se va a necesitar.

2. Selección de paneles fotovoltaicos

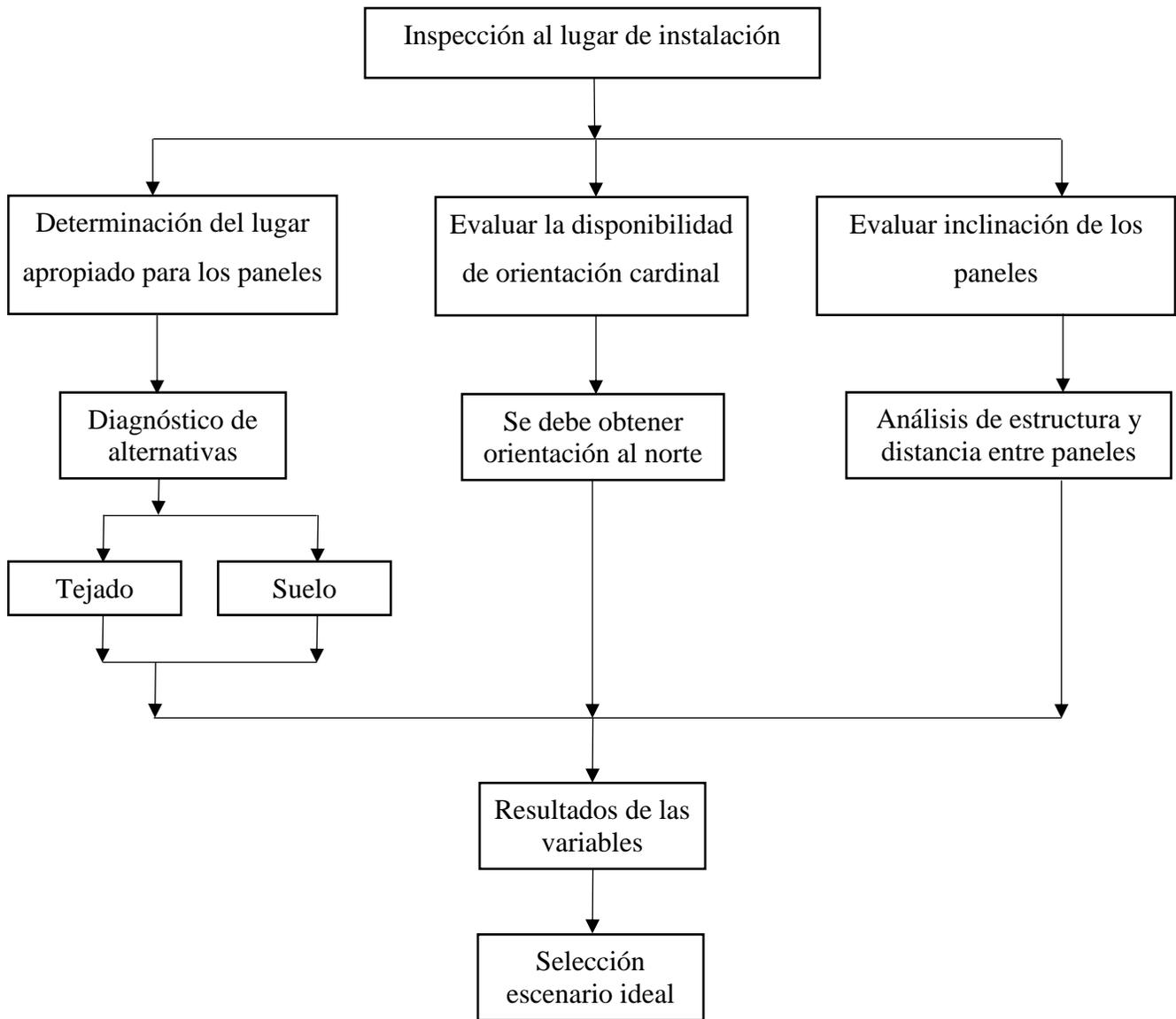
- a. Se debe considerar varias opciones de paneles fotovoltaicos.
- b. Se debe obtener las dimensiones de los diferentes paneles a elegir.
- c. Con la información anterior se procede a calcular la cantidad de paneles que se pueden instalar en la superficie disponible.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

- d. A continuación se procede a calcular la potencia que podría generar las diferentes opciones.
  - e. Se elige la opción más adecuada teniendo una comparación entre el número de paneles y la cantidad de potencia suministrada por ellos, aquel con mejores valores será el más adecuado.
3. Selección del inversor y configuración del arreglo para la implementación de paneles fotovoltaicos

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

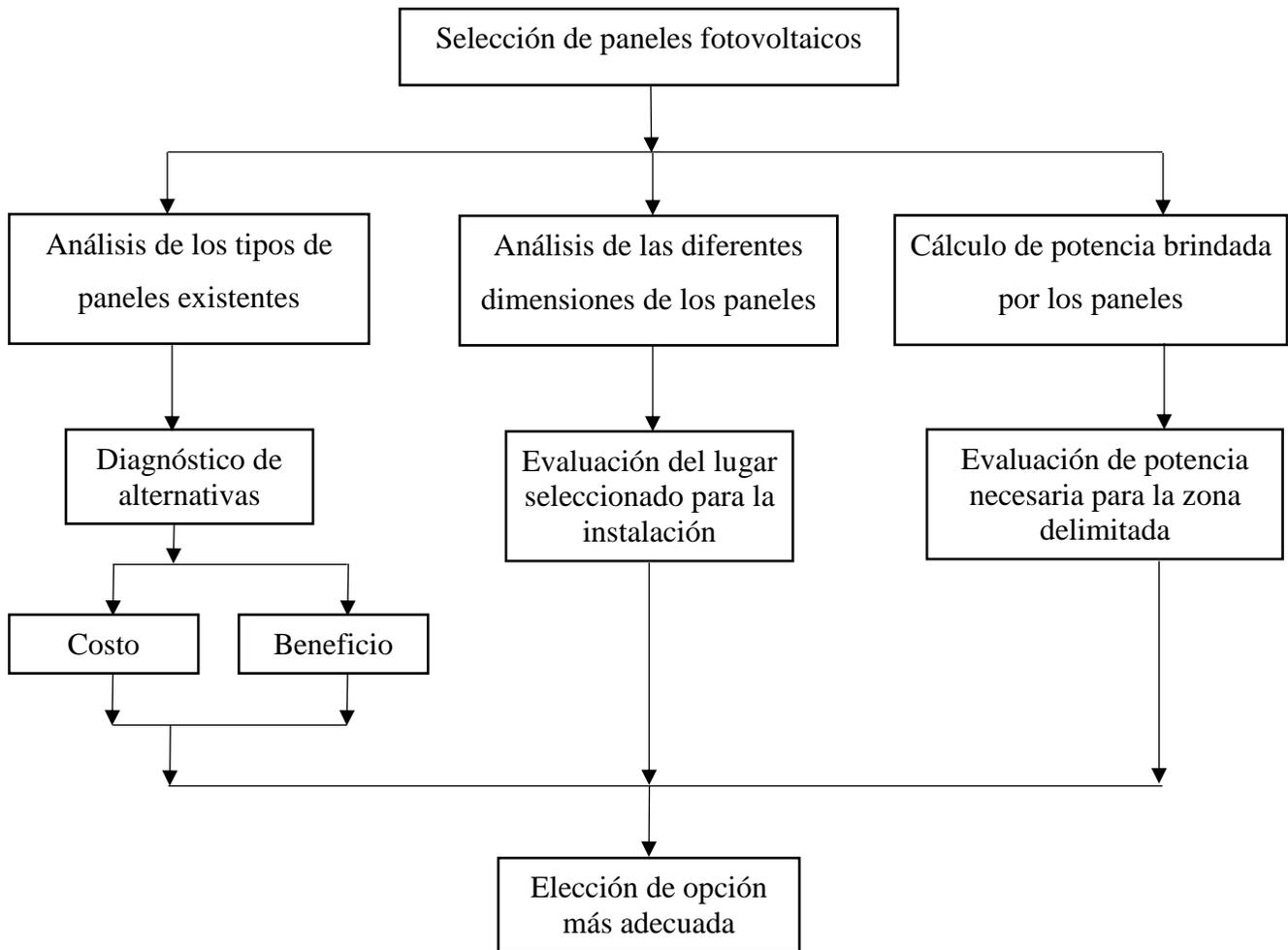
*Figura 12. Metodología segundo objetivo: Diseñar alternativas ambientales, económicas y técnicas para el mejor aprovechamiento de la energía fotovoltaica.*



Fuente: (Autor, 2019)

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

*Figura 13. Metodología para seleccionar los paneles fotovoltaicos pertenecientes a la segunda metodología*



Fuente: (Autor, 2019)

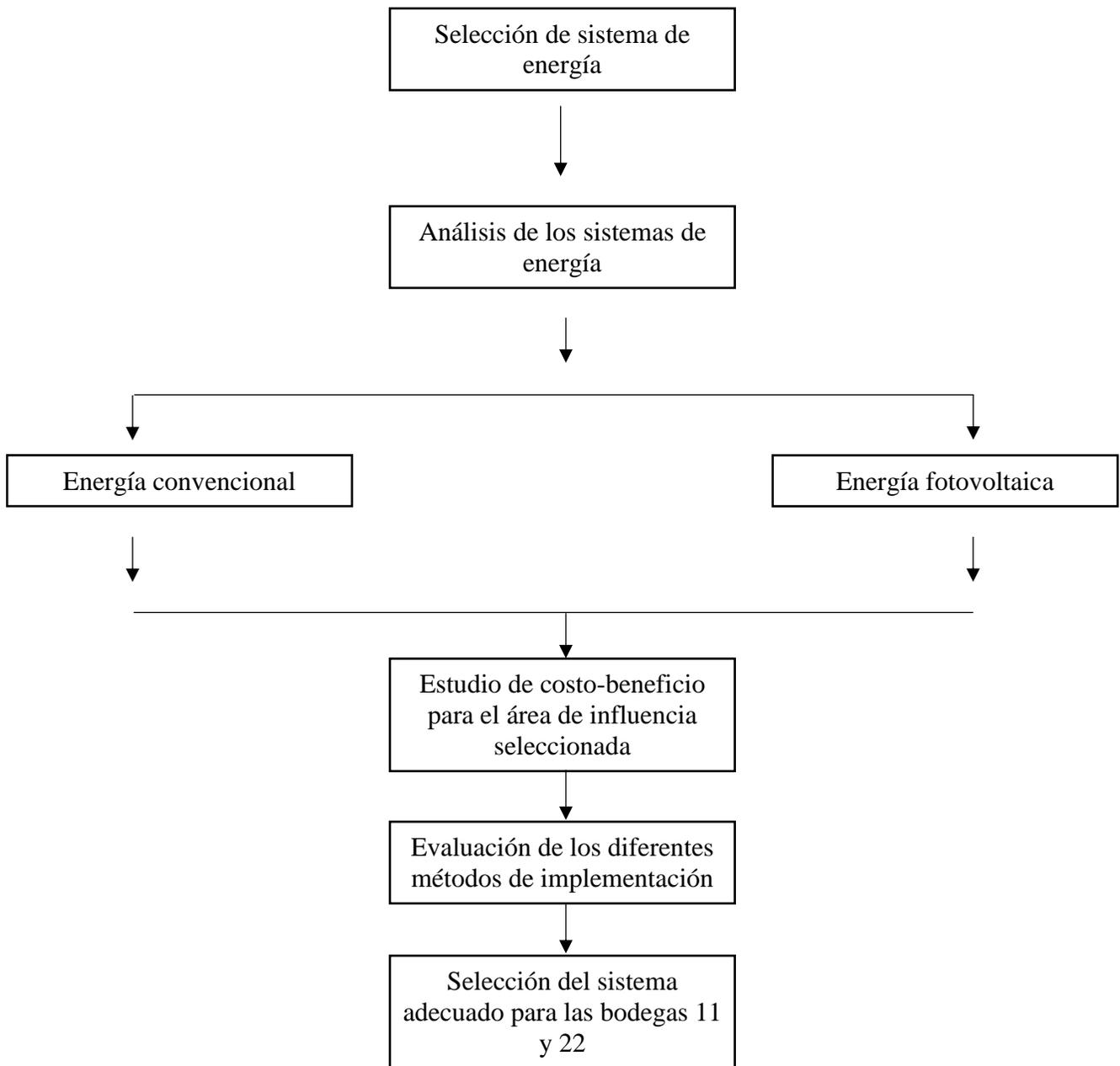
## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

### ***6.1.3 Metodología tercer objetivo: Evaluar la factibilidad de los sistemas de aprovechamiento de energía fotovoltaica propuestos para la central de abastos Corabastos S.A***

Para la futura implementación de los paneles fotovoltaicos en las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos en Bogotá se debe hacer un análisis previo a las diferentes alternativas y sistemas de los paneles para una correcta evaluación y posterior implementación. Para este proceso se hace una búsqueda bibliográfica de diferentes autores los cuales proveen los puntos a favor y en contra de cada sistema, estos estudios se trasladan a las características meteorológicas de la ciudad de Bogotá para la correcta evaluación y selección de los paneles fotovoltaicos.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

**Figura 14. Metodología tercer objetivo: *Evaluar la factibilidad de los sistemas de aprovechamiento de energía fotovoltaica propuestos para la central de abastos Corabastos S.A***



Fuente: (Autor, 2019)

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

## **6.2 Enfoque**

La implementación de los módulos fotovoltaicos en las bodegas 11 y 22 de la central de abastos situada en Bogotá Corabastos S.A. Posee las aptitudes necesarias para el desarrollo de una metodología estratégica para la implementación con un análisis previo de las estructuras para que se lleve a cabo los diferentes procesos garantizando un alto porcentaje de éxito en la técnica. El enfoque que se desea desarrollar en esta investigación es de carácter mixto por establecer suposiciones, ideas e hipótesis. Estas se generan por medio de evaluaciones técnicas realizadas y por la observación en campo. El enfoque mixto permite la búsqueda de soluciones prácticas a varias problemáticas actuales con proyectos ejecutables utilizando criterios y diseños apropiados para cada caso individual. (Sampieri, 2014).

Se necesitan representar un conjunto de procesos críticos, empíricos y sistemáticos para lograr el objetivo de brindar un enfoque mixto a los proyectos de investigación con una base de datos cuantitativos y cualitativos para su posterior análisis y resultados, así mismo, si se siguen todos los pasos del proceso se logra obtener metainferencias y lograr una mayor capacidad de entendimiento para las diferentes fases del proyecto que está bajo estudio. (Sampieri, 2014).

## **6.3 Alcance**

Para este proyecto se toma un referente como Sampieri para hallar el alcance de la investigación, este alcance será de orden descriptivo ya que se busca una pronta solución a una problemática existente y definida con parámetros exactos. La finalidad de este tipo de alcance es la generación de un cambio de dogmas y pensamientos correspondientes a problemáticas ambientales y la importancia del desarrollo sostenible en tiempos actuales. (Sampieri, 2014).

La investigación descriptiva es realizada por un conjunto de hechos los cuales son analizados y estudiados para conocer las diferentes causas que crean las problemáticas, a nivel natural se busca identificar el porqué de los diferentes cambios climáticos y desordenes atmosféricos. Este proyecto

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

puede obtener un alcance exitoso con información detallada la cual puede ser consignada en diferentes bases de datos para la implementación correcta en diferentes lugares de la región. Este proyecto puede ser catalogado como un proyecto piloto en la nación por el costo y beneficio que se puede obtener en una correcta implementación de los módulos fotovoltaicos y el correcto manejo y funcionamiento de los mismos.

**6.4 Método**

*Tabla 9. Diseño metodológico para cada objetivo del proyecto*

**Objetivo general:**  
 Determinar la factibilidad de la implementación de aprovechamiento de energía solar para el funcionamiento de las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá.

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Diagnosticar una línea base de la situación energética actual de las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá.	Revisión de la documentación acerca de las bodegas 11 y 22 adecuadas previamente en Corabastos S.A, recolección de datos del consumo energético, pagos	La técnica que se utilizó en la presente investigación fue la toma de datos del lugar del estudio, para recoger la información sobre la situación actual de las	Documentos institucionales Sistemas de información geográfica Entrevista Planos de las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
	realizados por el uso de energía en la empresa adicionalmente, análisis de las características meteorológicas de la ciudad de Bogotá con las diferentes variables ambientales.	bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A -Observación -Trabajo de campo -Recolección de datos primarios	Mapas Coordenadas geográficas Datos técnicos de Corabastos S.A Cámara fotográfica Computador
Diseñar alternativas ambientales, económicas y técnicas para el mejor aprovechamiento de la energía fotovoltaica.	Desarrollo de diagnóstico ambiental de alternativas (DAA), estudios de impacto ambiental (EIA), fichas ambientales y evaluación económica (TIR, VPN)	Método de investigación crítica en los que se tiene en cuenta el ámbito científico, documental, y lógico de la situación.	Computador Calculadora Programa Excel Listas costo-beneficio Literatura

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
<p>Evaluar la factibilidad de los sistemas de aprovechamiento de energía fotovoltaica propuestos para la central de abastos Corabastos S.A</p>	<p>Revisión bibliográfica y técnica de los modelos fotovoltaicos. Determinar el diseño teniendo en cuenta los modelos y los factores técnicos, económicos y ecológicos</p>	<p>Métodos cualitativos para el levantamiento de información sobre sistemas fotovoltaicos y métodos cuantitativos para el cálculo de huella de carbono y diseño técnico</p>	<p>Literatura aplicada Computador Programas de diseño Calculadora de huella de carbono</p>

Fuente: (Autor, 2019)

La metodología se realizó con el fin de identificar las actividades que se van a desarrollar para cada uno de los objetivos planteados y el estudio de la factibilidad del proyecto.

## 7. Plan de trabajo

### 7.1 Cronograma

El cronograma de trabajo se basó en los diferentes tiempos propuestos con anterioridad para la correcta consecución de los objetivos y metas. Esta herramienta es de gran importancia para la correcta gestión de proyectos.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

En el diagrama de Gantt elaborado para el presente estudio se plasman las actividades de manera que se cumplan los objetivos de investigación en un tiempo determinado. Se espera cumplir a cabalidad las actividades en el tiempo estipulado, sin embargo cada actividad fue planeada en tiempos mayores a los previstos de manera que si hay algún tipo de inconveniente pueda ser solucionado. Como se observa en la figura 15, el proyecto tiene una duración aproximada de un año, iniciando actividades en enero de 2019 y terminando en noviembre del mismo año; cabe destacar que hay actividades que pueden llevarse a cabo simultáneamente como el desarrollo de los objetivos, análisis y discusión de los resultados.

**Figura 15. Cronograma del proyecto**



Fuente: (Autor, 2019)

**7.2 Presupuesto**

Para el desarrollo del estudio de investigación y alcanzar con éxito los objetivos propuestos, se contó con recursos institucionales, humanos y materiales que permitieron culminar cada una de las actividades propuestas. Cabe resaltar que los costos tomados para el estudio de investigación se realizaron en pesos colombianos los cuales tienen la siguiente relación

$$1 \text{ DOLAR} = 3.451,25 \text{ COP}$$

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

De acuerdo a lo anterior, se contaron con los siguientes recursos:

- Recursos institucionales: Universidad El Bosque, Empresa de servicios energéticos de Bogotá (Enel-Codensa)
- Recursos Humanos: Asesoría profesional Docente Jaime Alberto Romero Infante
- Recursos Materiales: Medios bibliográficos, electrónicos como computadores, celulares, medio de transporte, papelería, escritorios.

**Tabla 10. Presupuesto del proyecto**

<b>Presupuesto del proyecto</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Hora</b>	<b>Valor hora</b>	<b>Valor total</b>
<b>Personal</b>				
Investigador	1		\$20,000.00	2,000,000
Director	1			
<b>Total Personal</b>				2,000,000
<b>Materiales y suministros</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Hora</b>	<b>Valor hora</b>	<b>Valor total</b>	
Documentos y fotocopias	1		\$100,000	100,000
Internet				
Impresiones	1		\$100,000	100,000
Papelería	1		\$130,000	130,000
<b>Total de materiales</b>				330,000
<b>Transporte</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Hora</b>	<b>Valor hora</b>	<b>Valor total</b>	
Terrestre	8		\$25,000	200,000
<b>Total de Transporte</b>				200,000
<b>Viaticos</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Hora</b>	<b>Valor hora</b>	<b>Valor total</b>	
Comida	8		\$20,000	160,000
Bebida	12		\$3,000	36,000
Imprevistos				\$100,000
<b>Total Viaticos</b>				296,000
<b>Total</b>				<b>2,826,000</b>

Fuente: (Autor, 2019)

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

## 8. Resultados y discusión

El presente capítulo, tiene como objetivo principal presentar los resultados obtenidos de la metodología desarrollada para determinar la factibilidad para la implementación de celdas fotovoltaicas en las bodegas 11 y 22 de la corporación de abastos de Bogotá S.A. Se optó por plasmar en un mismo capítulo los resultados, análisis y discusión de los mismos para tener mayor compresión y orden en el desarrollo de estos. Los resultados son mostrados según cada objetivo específico como se evidencia a continuación.

### **8.1 Diagnosticar una línea base de la situación energética actual de las bodegas 11 y 22 de la Corporación de Abastos de Bogotá.**

Para conocer el estado actual de la Corporación de Abastos de Bogotá S.A. se realizó un diagnóstico sobre las referencias bibliográficas e institucionales que se tienen sobre las bodegas.

#### ***8.1.1 Referencias bibliográficas e institucionales sobre la Corporación de Abastos de Bogotá S.A.***

La corporación de Abastos de Bogotá S.A. Es la central de abastos más grande que se encuentra en la ciudad, así mismo, la población de Bogotá registrada para el año 2018 fue según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) es de 7'200.000 habitantes, para el año 2032 se posee una estimación de 8'374.333. Esta cifra corresponde a los habitantes de nacionalidad colombiana. Según el Registro Administrativo de Migrantes Venezolanos (RAMV) el número de migrantes de nacionalidad venezolana influye directamente en las proyecciones para la población civil en Bogotá.

Corabastos S.A al ser una central de abastos brinda oportunidades de trabajo para gran parte de los habitantes de Bogotá y municipios aledaños a la ciudad, de esta manera se contribuye a un índice de

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

empleo, así mismo, se encuentran diferentes obstáculos sociales como son los habitantes de la calle. La central de abastos debe cumplir unos requisitos ambientales, económicos y sociales para ser sustentable y ser parte de un desarrollo sostenible.

Las imágenes satelitales tomadas por Google Earth Pro. Figura 16 y 17 representan la ubicación exacta de Corabastos S.A, así mismo, las bodegas 11 y 22 que se encuentran inmersas en la central de abastos. Las coordenadas satelitales son: 4°37'56.20" N y 74°09'14.44" O. Cada bodega posee un área total de 552 mts<sup>2</sup>. El techo posee un área similar para la implementación de los paneles fotovoltaicos previamente adaptados para la correspondiente instalación.

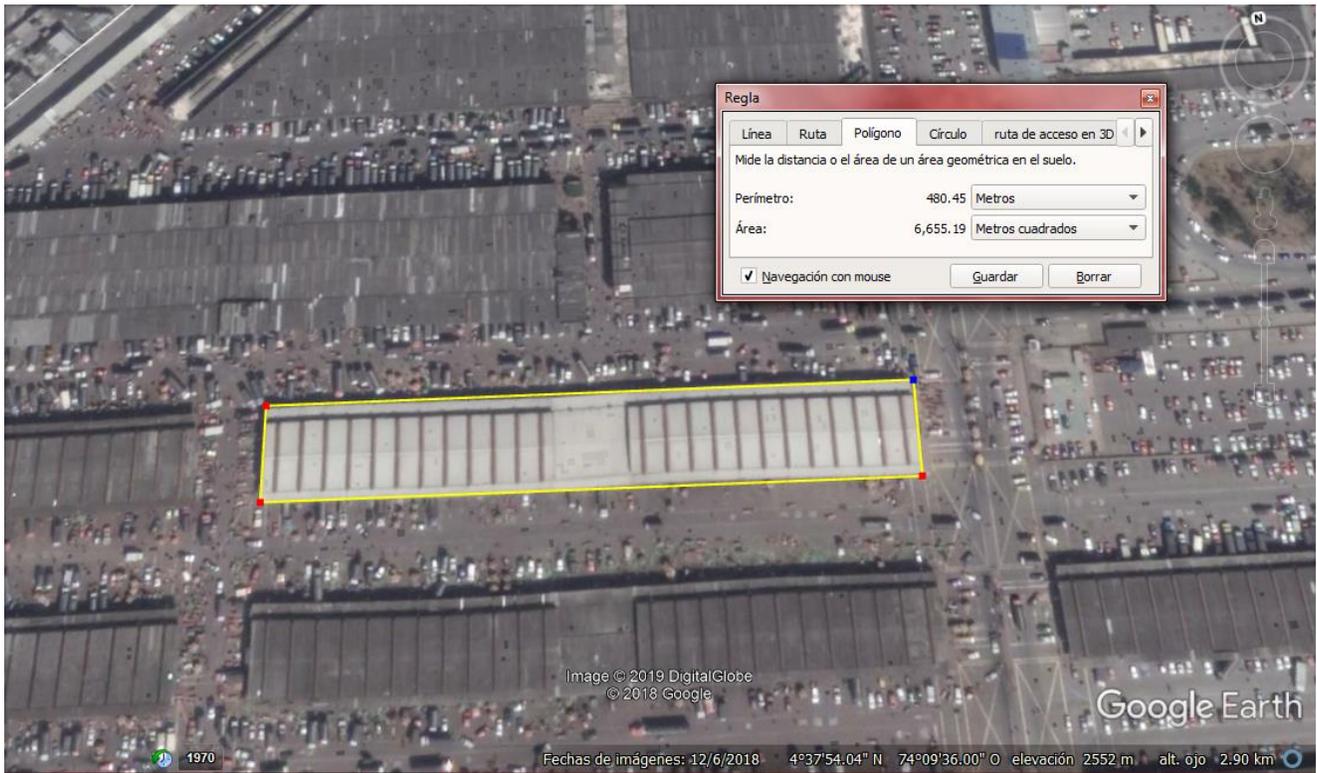
**Figura 16. Imagen satelital de la zona de estudio Corabastos S.A**



Fuente: (Google Earth Pro, 2019)

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 17. Imagen satelital de las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A*



Fuente: (Google Earth Pro, 2019)

En la visita de campo el ingeniero Camilo Mogollón brindó información técnica de los diferentes procesos de la central de abastos, así mismo, se conocieron diferentes planos brindados por Mogollón para así proyectar una idea de la futura implementación de los paneles fotovoltaicos que se deseen hacer.

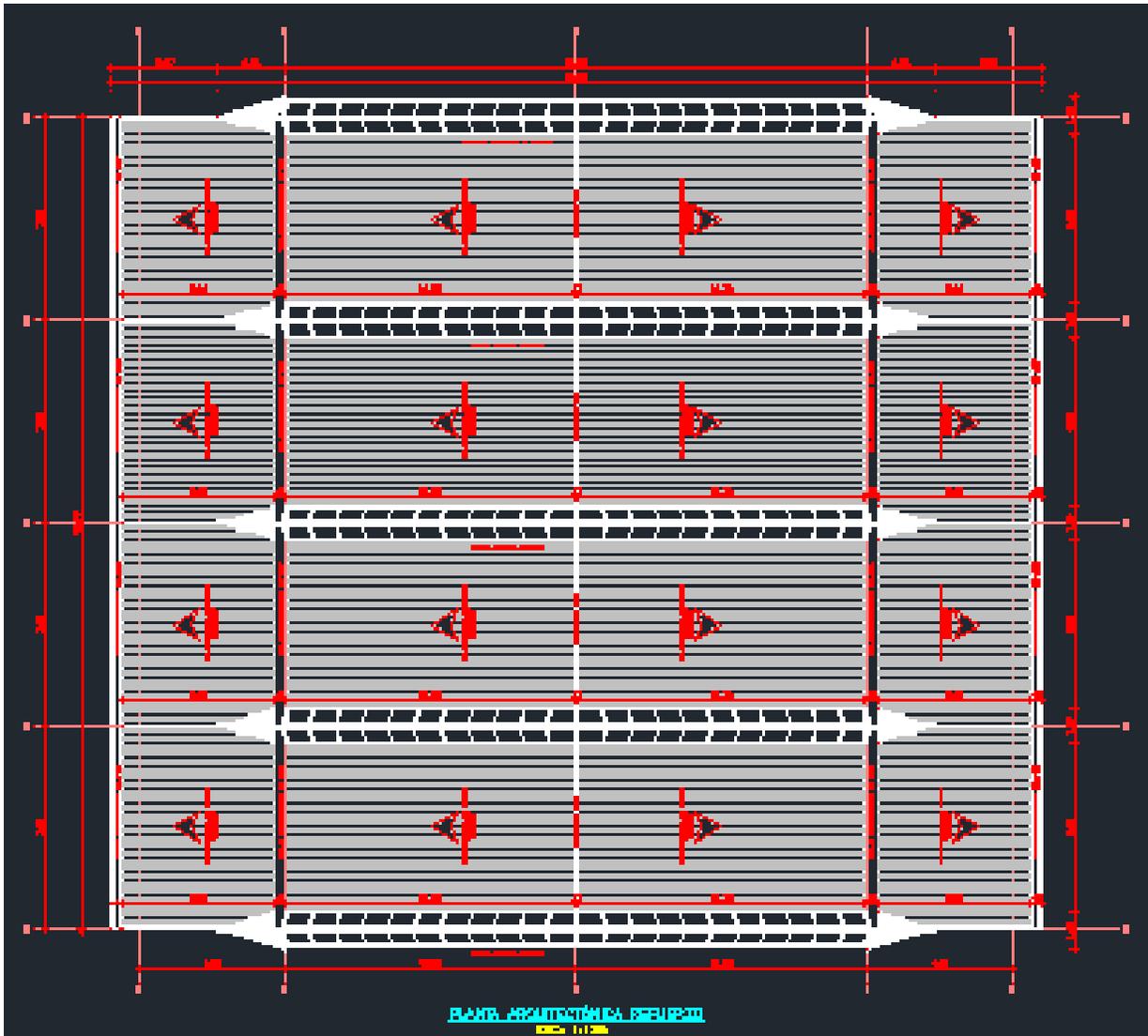
### **8.1.2 Documentación técnica de Corabastos S.A**

La documentación técnica que posee la central de abastos Corabastos S.A. consta de planos estructurales y eléctricos, así mismo, se analizan las posibilidades para la correcta elección de las

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

bodegas las cuales posean aptitudes de resistencia física para la posterior implementación de los módulos fotovoltaicos.

*Figura 18. Planos estructurales pertenecientes a Corabastos S.A.*



Fuente: (OSPINA'S ING S.A.S, 2018)

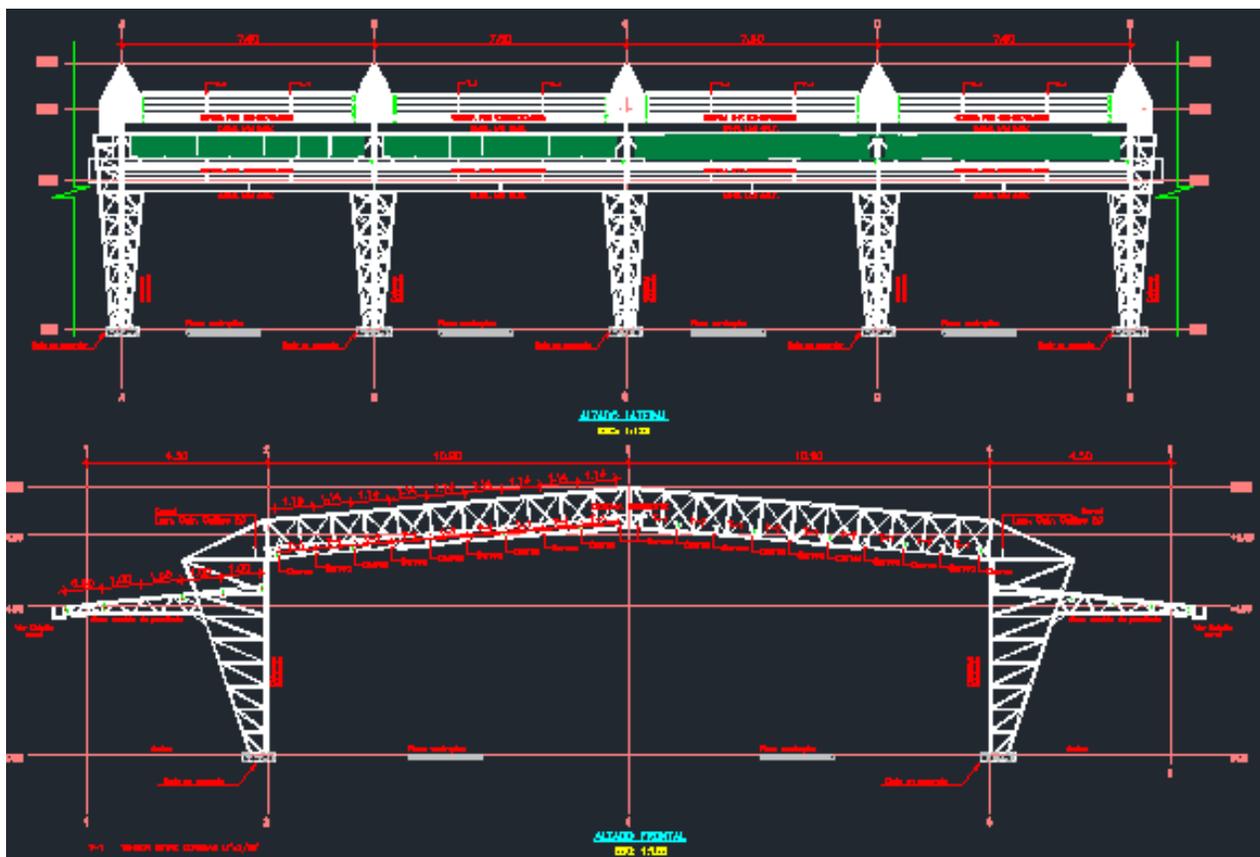
Las bodegas pertenecientes a la central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. poseen unas medidas exactas para las diferentes funciones que cumplen, la altura, la base y el ancho de cada bodega es

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

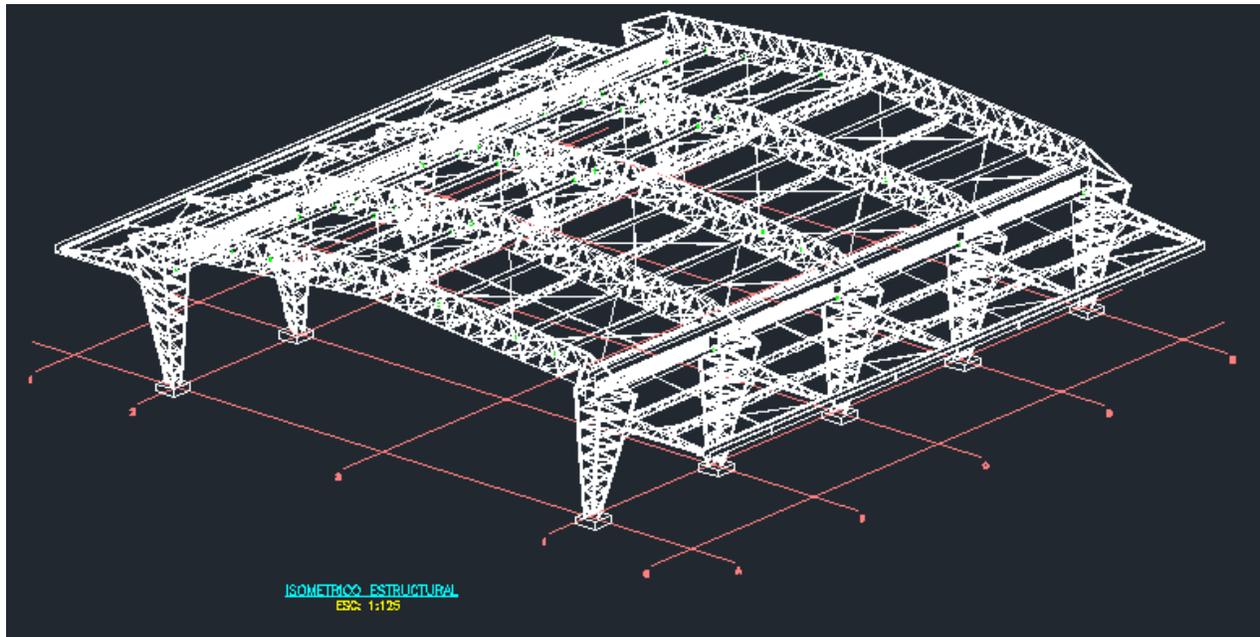
establecido dependiendo las actividades que allí se realizan y los productos que se comercializan dentro de las mismas.

Las bodegas 11 y 22 tienen medidas de 6.65 mts de altura desde la base de los cimientos, cuenta con un largo de 10,96 mts y un fondo de 6,30 mts. Esto resulta brindando un área de 69 mts<sup>2</sup> la cual es el área total de la estructura. Para la implementación de los módulos fotovoltaicos no se puede tomar el 100% de la superficie ya que deben existir espacios entre módulos para la correcta conexión y espacio de las cerchas. Este espacio optimiza y maximiza el correcto funcionamiento de los paneles, así mismo, se necesitan corredores para la periódica limpieza correspondiente a cada módulo.

*Figura 19. Planos estructurales de las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A.*



DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

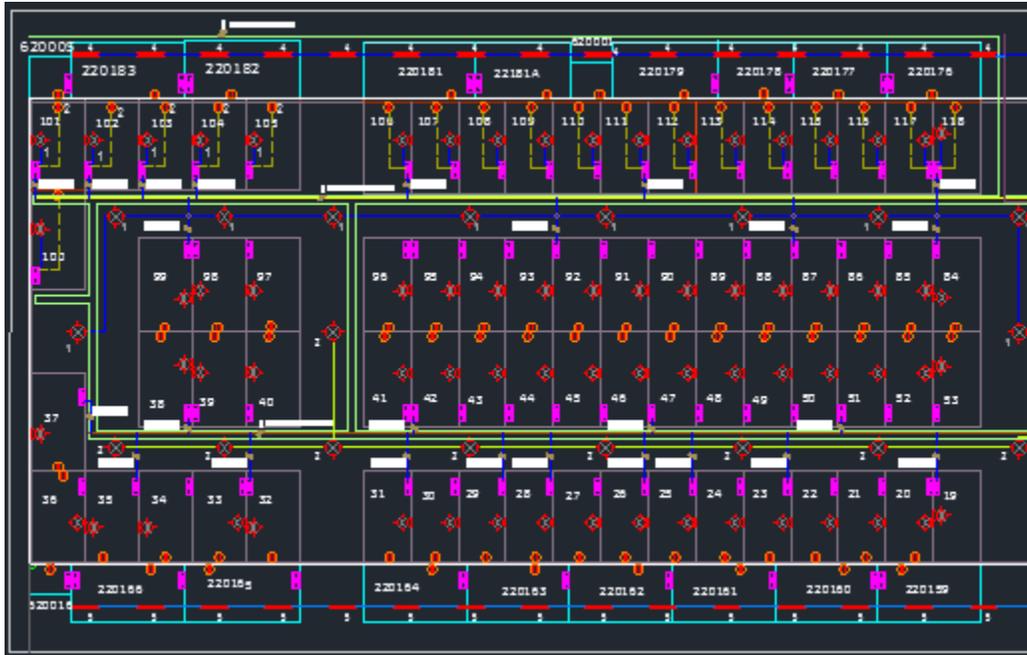


Fuente: (OSPINA'S ING S.A.S, 2018)

La central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. posee diferentes tipos de circuitos eléctricos para las variantes que se necesiten, así mismo, se obtienen conexiones con diferente voltaje. Los módulos fotovoltaicos poseen en su óptimo sistema un transformador el cual reparte según la demanda energética que necesiten las diferentes conexiones.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 20. Planos eléctricos pertenecientes a Corabastos S.A primera sección*

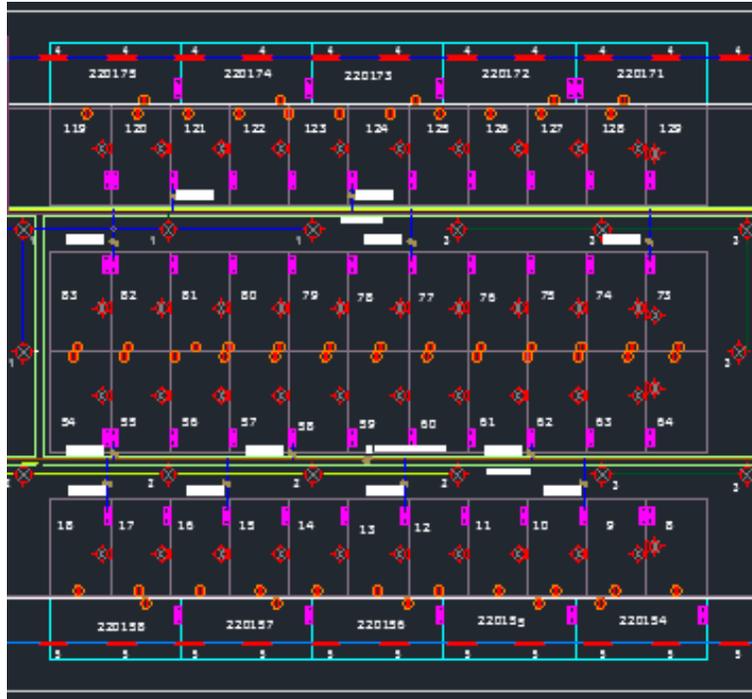


Fuente: (OSPINA'S ING S.A.S, 2018)

La energía renovable por medio de módulos fotovoltaicos con su sistema no alcanza para suplir la demanda de energía eléctrica necesaria para el normal y correcto funcionamiento de Corabastos S.A. con la implementación de este modelo de energía renovable y en pro del ambiente se busca minimizar los sobrecostos de las correspondientes operaciones.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 21. Planos eléctricos pertenecientes a Corabastos S.A segunda sección.*

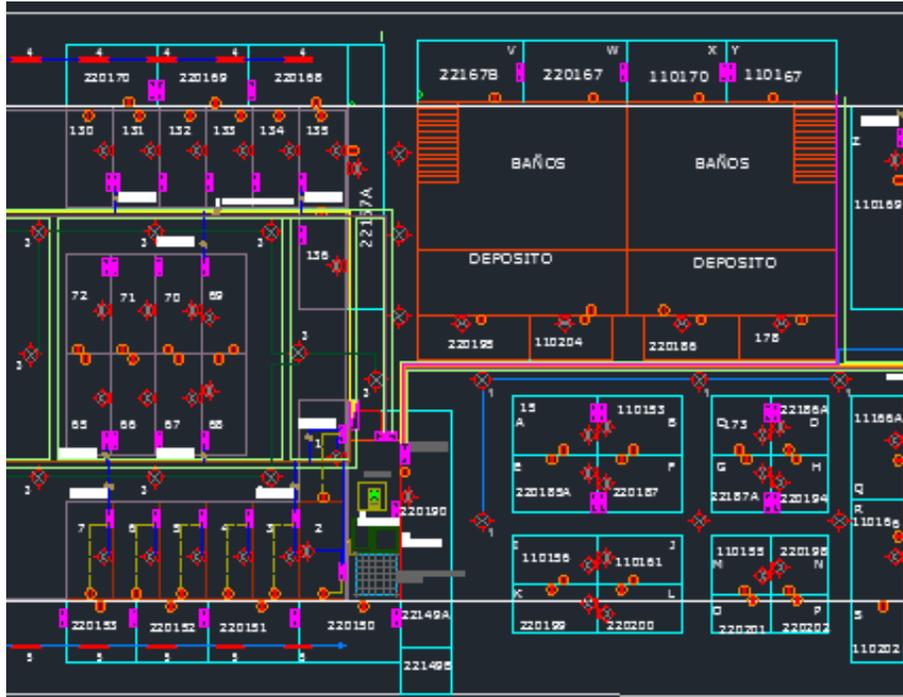


Fuente: (OSPINA'S ING S.A.S, 2018)

Se debe dosificar la corriente que se brinda a los diferentes puntos de corriente y analizar qué elementos poseen un consumo mayor que se refleja en los registros y recibos de Enel-Codensa. De esta manera se podrá individualizar los puntos focales donde se debe poseer un voltaje diferente y la implementación de circuitos óptimos desde el transformador que recibe la energía proveniente de los módulos fotovoltaicos.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 22. Planos eléctricos pertenecientes a Corabastos S.A. tercera sección.*

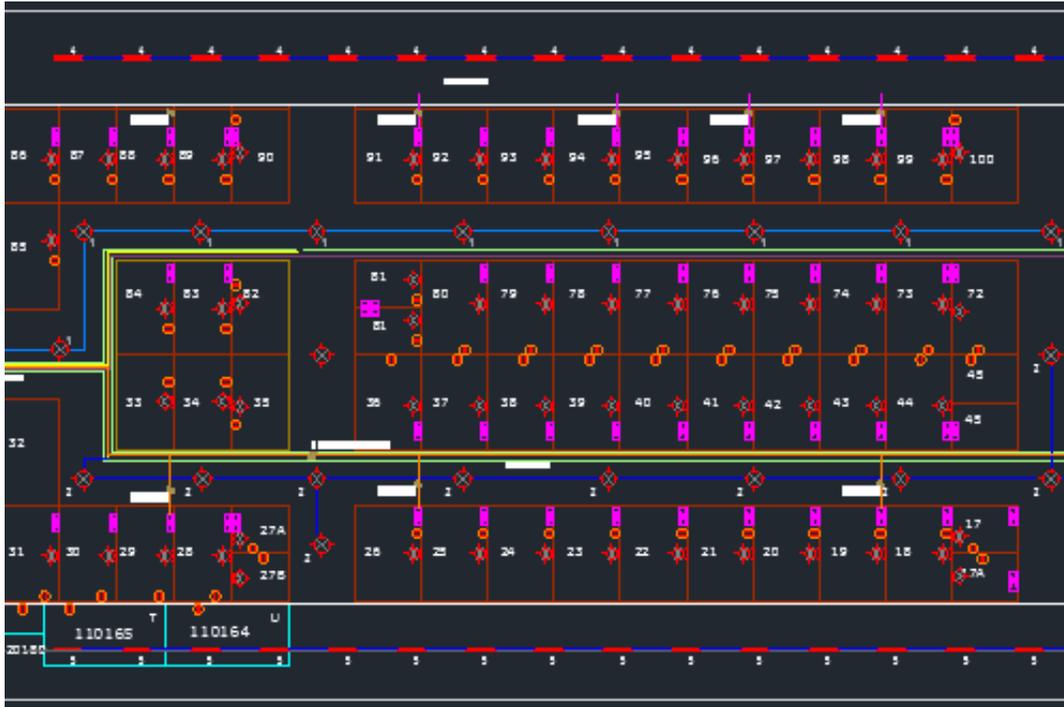


Fuente: (OSPINA'S ING S.A.S, 2018)

Las zonas comunes en el sector de Corabastos S.A. como baños y depósitos poseen una necesidad eléctrica menor a otras locaciones las cuales deben ser analizadas por parte de los técnicos para establecer las cargas del transformador dirigidas a estos puntos. En ocasiones un punto de energía necesita menos cantidad de vatios para su funcionamiento, así mismo, se debe realizar un estudio para individualizar estos focos y su tiempo de uso de carga energética para la justificación y correcta dosificación de energía en las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 23. Planos eléctricos pertenecientes a Corabastos S.A. cuarta sección*

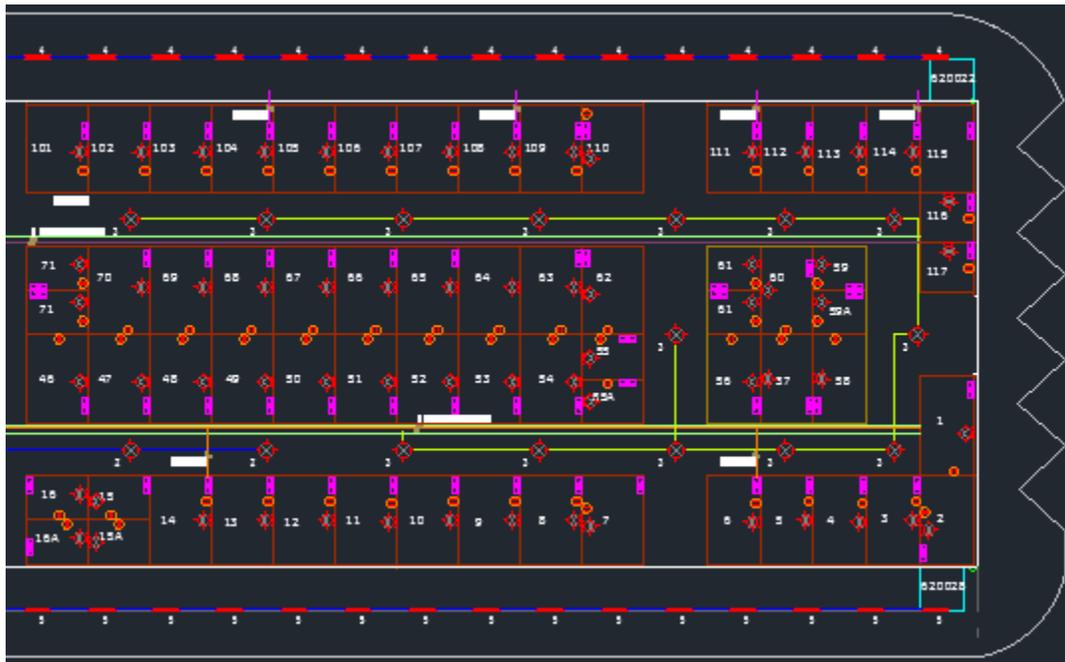


Fuente: (OSPINA'S ING S.A.S, 2018)

Para realizar el correcto funcionamiento de los módulos fotovoltaicos se debe establecer en primera medida si la energía producida por estos cubrirá y suplirá parcial o totalmente la demanda energética del establecimiento. De esta manera se podrá implementar de diferentes formas las conexiones pertenecientes a los módulos fotovoltaicos, así mismo, los tiempos de retorno de inversión se alteran dependiendo la conexión.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 24. Planos eléctricos pertenecientes a Corabastos S.A. quinta sección*



Fuente: (OSPINA'S ING S.A.S, 2018)

Los planos eléctricos de una infraestructura tan amplia como lo es Corabastos S.A. debe contener convenciones claras ya que es un plano demasiado grande, así mismo, las convenciones brindan el conocimiento a las personas interesadas de las diferentes medidas eléctricas que contiene la estructura.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

Figura 25. Convenciones del plano eléctrico perteneciente a Corabastos S.A. primera parte

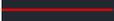
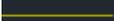
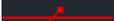
CONVENCIONES	
	TABLERO GENERAL
	MEDIDOR DE ENERGIA
	TABLERO DE CIRCUITOS
	TOMACORRIENTE TRIFASICO
	TOMACORRIENTE TRIFILAR
	TOMACORRIENTE COMUN DOBLE
	SALIDA TOMA ESPECIAL
	SALIDA TOMA REGULADO
	SALIDA TELEFONO DIRECTO
	SALIDA TELEFONO DERIVADO
	SALIDA LAMP INCANDESCENTE 50 W APLIQUE
	SALIDA LAMPARA INCANDESCENTE 50 W TECHO
	SALIDA PANEL LED 2*12W, 120V, OPALIZADA.
	BALA PANEL LED 12W, 120V, OPALIZADA.
	BALA PANEL LED 3W, 1200lm, 120V, OPALIZADA, INCLUYE DRIVER.
	SALIDA LAMP. EXTERIOR 12 W TIPO FAROL.

Fuente: (OSPINA'S ING S.A.S, 2018)

La iluminación de las bodegas está conformada principalmente por paneles de luces LED los cuales utilizan diferentes medidas de vatios, así mismo, esta iluminación representa sobrecostos ya que permanecen prendidas gran parte del día y la noche por cuestiones de funcionamiento y seguridad de las bodegas.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 26. Convenciones del plano eléctrico perteneciente a Corabastos S.A. segunda parte*

S3	INTERRUPTOR TRIPLE
S2	INTERRUPTOR DOBLE
S	INTERRUPTOR SENCILLO
SC	INTERRUPTOR CONMUTABLE
	SALIDA ANTENA DE TELEVISION
	BOTON PULSADOR DEL TIMBRE
	CAMPANA DEL TIMBRE
	DUCTO OCULTO PARA ALUMBRADO POR TECHO O MURO
	DUCTO OCULTO PARA TOMAS POR PISO O MURO
	DUCTO QUE SUBE
	DUCTO QUE BAJA
	CONDUCTOR DE FASE
	CONDUCTOR NEUTRO
	SALIDA de ILUMINACIÓN Wall PacK - 70W Sodio 208V - IP 54 PARA EXTERIORES.
	SALIDA TOMACORRIENTE CÁMARAS.

Fuente: (OSPINA’S ING S.A.S, 2018)

En las bodegas de Corabastos S.A. se debe crear una conciencia ambiental la cual tenga como prioridad el ahorro del recurso energético así se proveerá exactamente lo que se necesite y no existirá un índice de sobrecostos lo cual afecta todos los procesos y el medio ambiente local y general.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 27. Convenciones del plano eléctrico perteneciente a Corabastos S.A. tercera parte.*

	POSTE EN CONCRETO DE 8 MTS EXISTENTE
	POSTE EN CONCRETO DE 12 MTS EXISTENTE
	POSTE EN CONCRETO DE 10 MTS EXISTENTE
	TRANSFORMADOR EXISTENTE
	RED MEDIA TENSION EXISTENTE
	CAJA DE INSPECCION 0.60 x 0.60 x 0.90
	VOZ Y DATOS
	SALIDA VENTILADOR

Fuente: (OSPINA'S ING S.A.S, 2018)

El uso excesivo de energía en grandes sectores con áreas delimitadas puede producir islas de calor urbanas las cuales se basan en un proceso térmico y diferenciado a la temperatura de toda la ciudad, este efecto se produce por las masivas cargas contaminantes en puntos focales como lo es Corabastos S.A. al mantener procesos contantes durante las 24 horas del día, con los paneles fotovoltaicos se busca disminuir estos riesgos ambientales y ayudar al medio ambiente a su regeneración natural. (Romero, H., & Sarricolea, P., 2006).

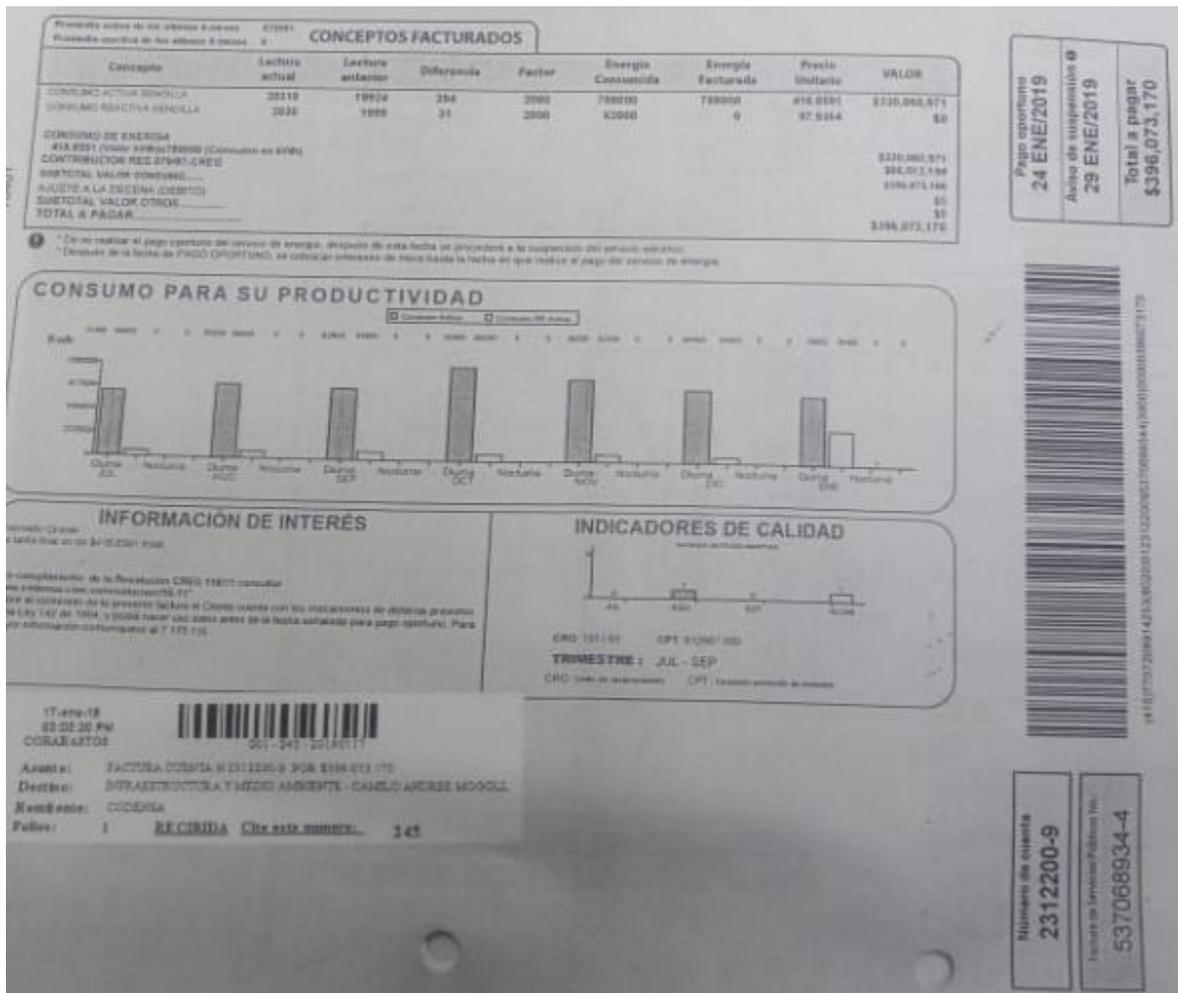
### **8.1.3 Documentación económica de Corabastos S.A.**

La central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. registra grandes consumos de energía promediando mensualmente 350 millones de pesos, en ocasiones el precio a pagar es mayor ya que se necesitan de conexiones permanentes para proteger la calidad de los productos que allí se comercializan, así mismo, Corabastos S.A. cuenta con 57 bodegas que permanecen iluminadas gran parte del día. La sección administrativa posee un consumo de luz regular al igual que las bodegas para facilitar la seguridad por parte de la entidad encargada de estos servicios. (Corabastos S.A., 2016)

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

Las jornadas de la central de abastos de Bogotá empiezan a las 3 a.m. todos los días y el cese de operaciones es alrededor de las 6 p.m. de esta manera se evidencia que existe un consumo de energía en su máxima capacidad durante 15 horas al día, así mismo, las emisiones durante la jornada provienen de diferentes fuentes como lo son los motores diésel de los camiones encargados del adecuado manejo y transporte de los alimentos. La preparación de los cuartos fríos para la introducción de productos genera 50% más de su consumo general. (Corabastos S.A., 2016)

Figura 28. Recibo de servicio de luz eléctrica generado por Enel-Codensa.



Fuente: (Autor, 2019)



# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

## ***8.1.4 Documentación ambiental de Corabastos S.A***

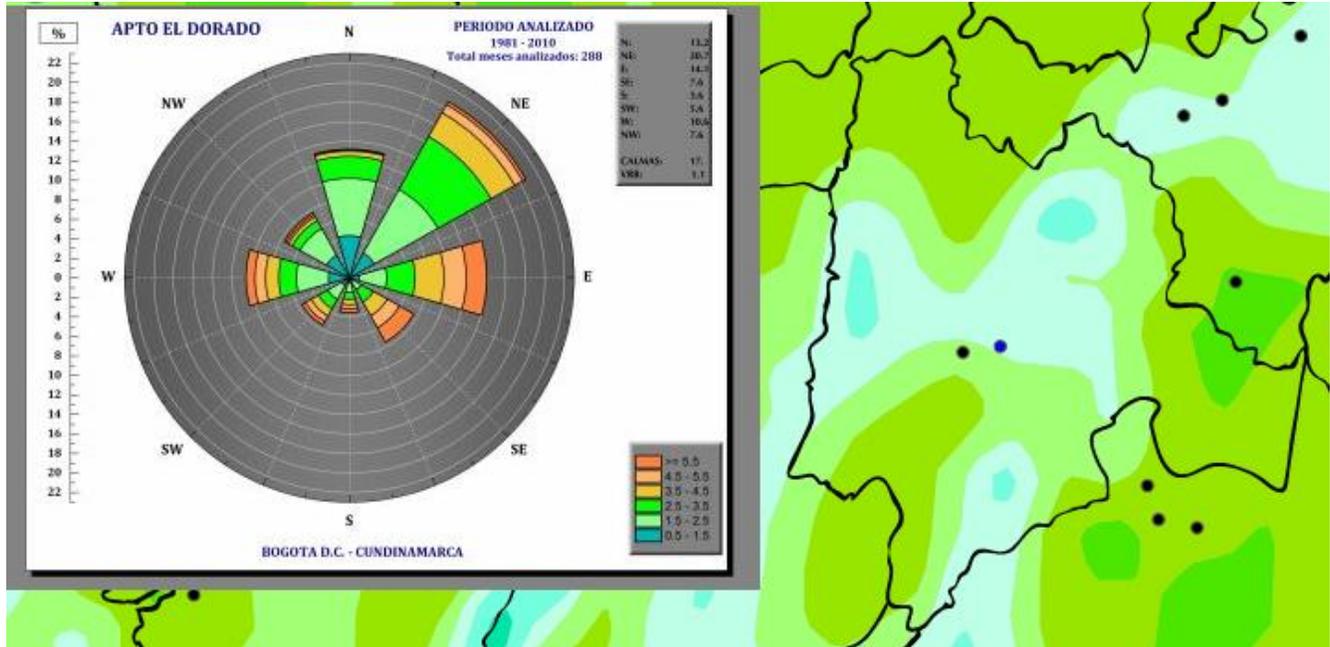
La bibliografía ambiental correspondiente a Bogotá y más específicamente a la UPZ 80 en la cual se encuentra la central de abastos Corabastos S.A. posee datos y variables respecto a radiación sola, temperatura, humedad relativa, viento y diferentes climas que se pueden presentar en la zona de estudio. De esta manera se busca analizar la viabilidad de la implementación de los módulos fotovoltaicos, su mantenimiento y tiempo de vida con el 100% de producción óptima. Este análisis es gran importancia ya que la implementación se hará en el techo de las bodegas donde estarán descubiertos y a la intemperie de las variables climáticas

### ***8.1.4.1 Velocidad del viento en la ciudad de Bogotá***

La correcta implementación y anclaje de los módulos fotovoltaicos es necesario que la estructura seleccionada con anterioridad cuente con una adecuación para el soporte de los mismos, el comportamiento del viento en la ciudad de Bogotá oscila entre 4,0 km/h y 8,0 km/h (Gaitán, M., Cancino, J., & Behrentz, E., 2007).

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 30. Velocidad del viento en la ciudad de Bogotá.*

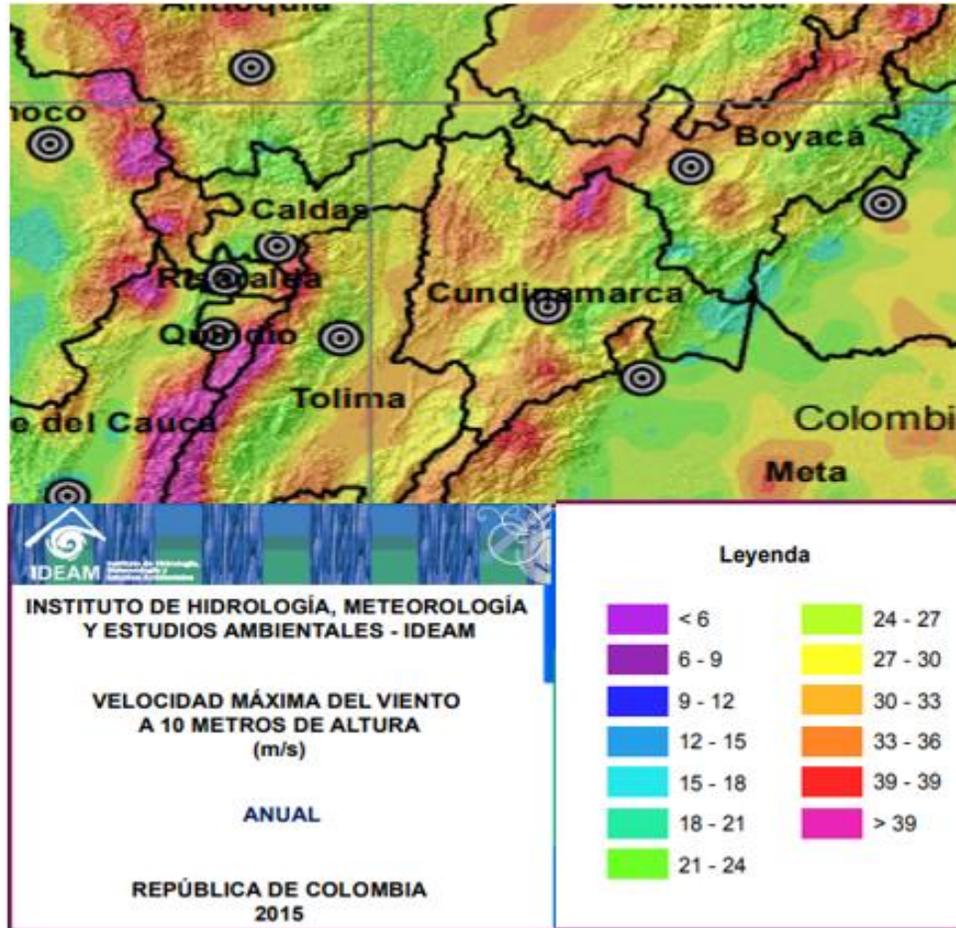


Fuente: (IDEAM, 2015)

La velocidad máxima del viento que registra el municipio de Cundinamarca es la más alta (140 km/h) en la localización nororiental, así mismo, se busca referenciar la ciudad de Bogotá para un correcto análisis. Bogotá registra una velocidad máxima de 24m/s (identificada por colores en la leyenda correspondiente) lo cual se identifica como 86,6 km/h para una escala más general. El correcto anclaje e implementación de sistemas fotovoltaicos está fabricado para el soporte de vientos cercanos a 230 km/h, por esta razón se argumenta la viabilidad de esta técnica para la central de abastos Corabastos S.A. situada en la UPZ 80 de la ciudad de Bogotá.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

*Figura 31. Velocidad máxima del viento en la ciudad de Bogotá.*



Fuente: (IDEAM, 2015)

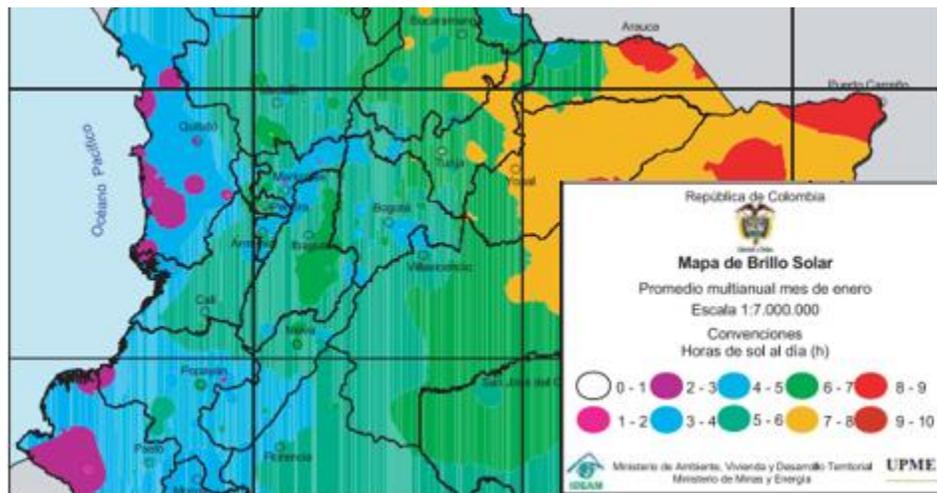
#### *8.1.4.2 Brillo solar en la ciudad de Bogotá*

Esta variable meteorológica es uno de los factores que permite determinar el clima y estimar cuantitativamente la nubosidad de una zona. Por medio del Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia se deduce que el promedio de distribución del brillo solar medio anual en el municipio de Cundinamarca y en la ciudad de Bogotá oscila de 4 a 7 horas, este valor de hora solar pico es favorable para el funcionamiento de los módulos fotovoltaicos ya que por sí mismos estos

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

dispositivos no son capaces de producir su potencia máxima en ausencia de brillo solar. Este dato es de suma importancia ya que es indispensable para calcular el número de módulos fotovoltaicos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema. (Vallejo, W. A., Hernandez, J., & Saenz, E., 2010).

**Figura 32. Mapa de brillo solar en la ciudad de Bogotá.**



Fuente: (IDEAM, 2015)

Adicionalmente como se muestra en la figura 33, la duración del día en la ciudad de Bogotá posee un promedio de 12 horas, en los meses de Junio y Julio es donde la luz solar se presenta con un mayor índice y en el mes de Diciembre se reduce a 11 horas y 52 minutos de luz natural.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

**Figura 33. Horas de luz en la ciudad de Bogotá.**



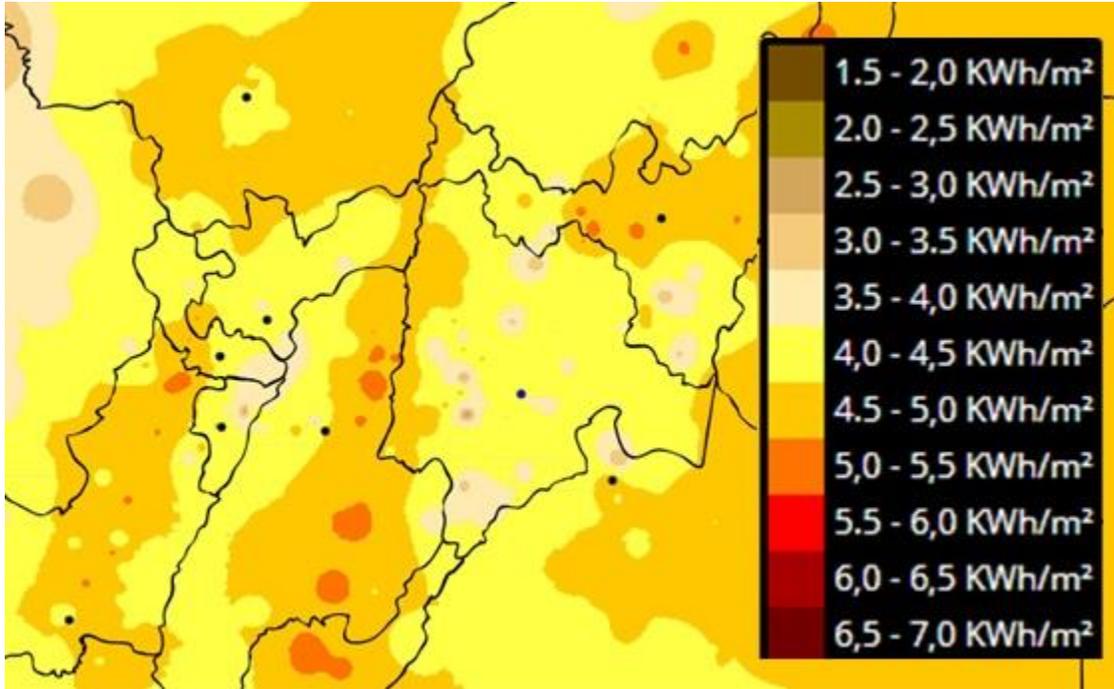
Fuente: (Weather Spark, 2019)

**8.1.4.3 Radiación solar**

Las celdas solares o fotovoltaicas son dispositivos que absorben energía de los fotones presentes en la luz, que incide sobre ellas y la convierte en energía eléctrica. Lo cual indica que estas celdas pueden aprovechar la energía solar la cual se define como aquella proveniente del sol mediante radiación, la cual puede aprovecharse para calentar ya sea directamente o por medio de dispositivos colectores. Esta energía es de tipo renovable, limpia y de bajo costo. (Urbano, J. B., González, F. H. T., Perilla, P. E. V., & Contreras, J. U. C., 2010).

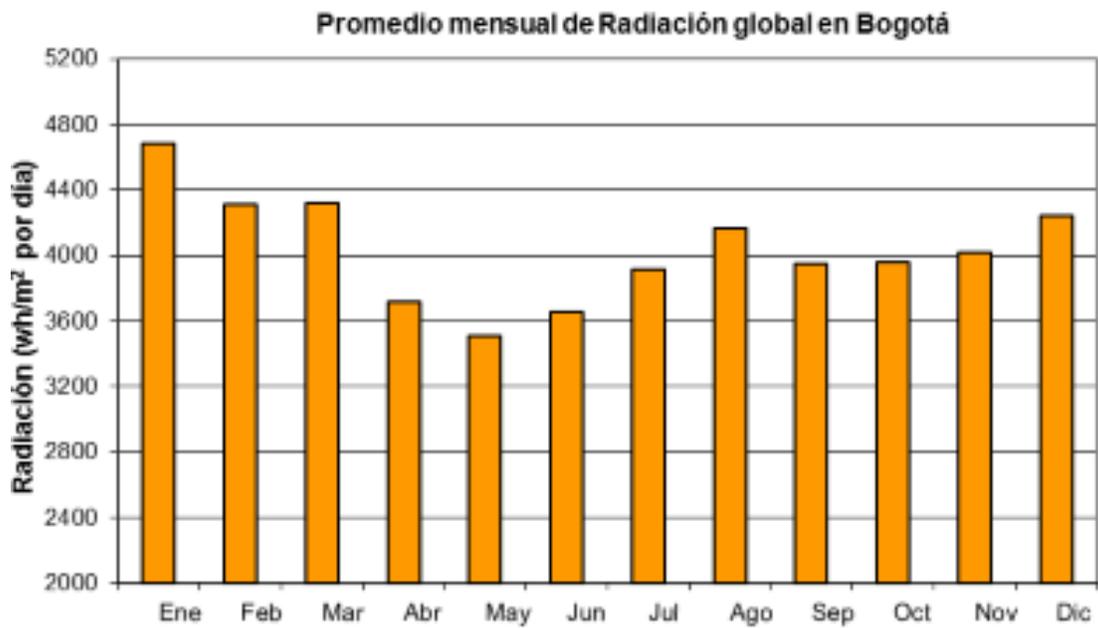
DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 34. Radiación solar global en el municipio de Cundinamarca.*



Fuente: (IDEAM, 2014)

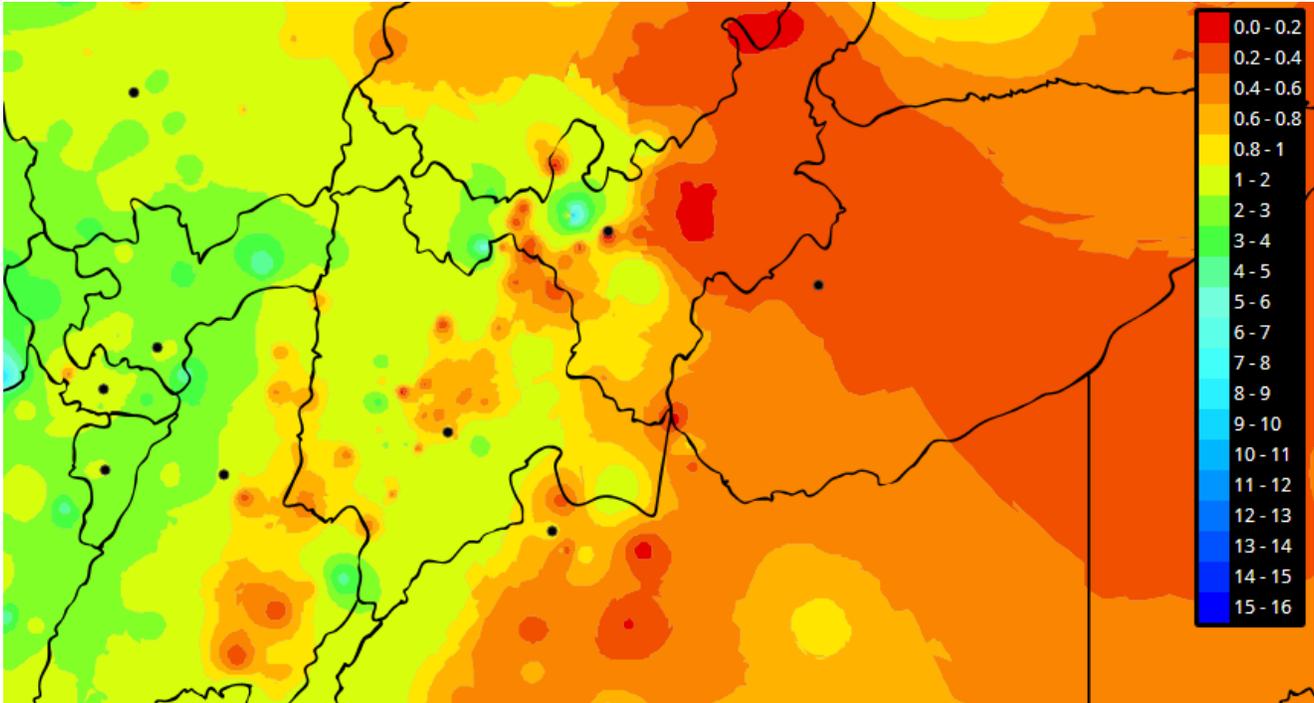
*Figura 35. Promedio mensual de radiación global en Bogotá*



Fuente: (IDEAM, 2014)

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

*Figura 36. Radiación solar en días sin brillo solar del municipio de Cundinamarca.*



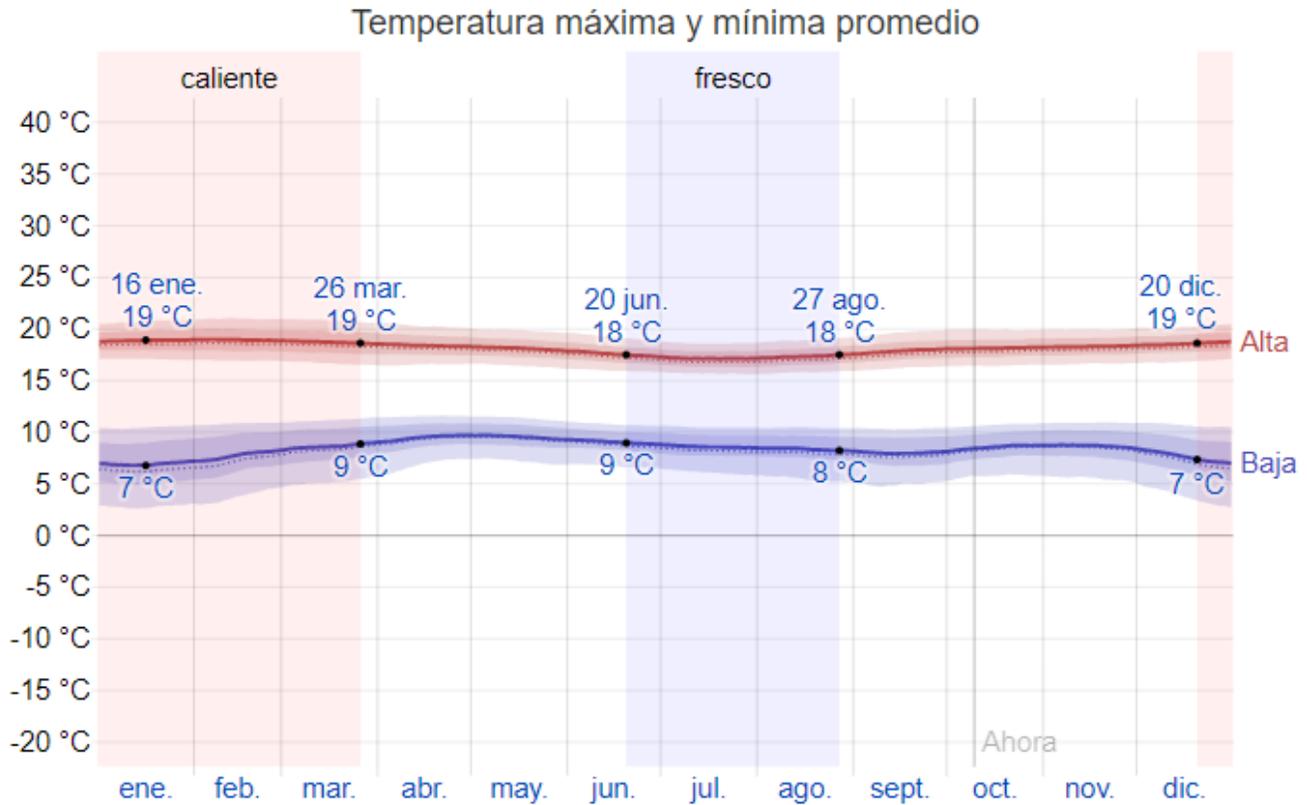
Fuente: (IDEAM, 2014)

#### *8.1.4.4 Temperatura*

La temperatura promedio en la ciudad de Bogotá es de 15°C, esta temperatura oscila durante todo el año con temperaturas cercanas a 0°C como temperaturas mínimas y cercanas a 20°C como temperaturas máximas, esta variable está ligada directamente con la nubosidad y horas de sol pertenecientes a la ciudad.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

Figura 37. Temperatura máxima y mínima promedio en la ciudad de Bogotá.



Fuente: (Weather Spark, 2019)

**8.2 Diseñar alternativas ambientales, económicas y técnicas para el mejor aprovechamiento de la energía fotovoltaica.**

La energía fotovoltaica puede ser una solución a diferentes crisis energéticas actuales las cuales pueden ser solventadas y solucionadas con diferentes modelos de paneles fotovoltaicos. Las energías renovables son una posible solución a las afectaciones actuales por la minimización de problemas de orden ambiental las cuales pueden ser pilares fundamentales para la obtención de las metas y objetivos propuestos para la agenda de 2030. (Colglazier, W., 2015).

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

## *8.2.1 Sistemas fotovoltaicos*

Los sistemas fotovoltaicos poseen variaciones para ser útiles en los diferentes escenarios con las variables correspondientes a cada área específica donde se desee implementar esta metodología de energía renovable, estos sistemas contienen equipos de orden electrónico y eléctrico, así mismo, estos equipos se encargan de producir energías a partir de la radiación solar presente en las zonas delimitadas. El compuesto principal de estos módulos son las células las cuales se encargan de la conversión de la energía solar a energía eléctrica disponible para el consumo de las actividades humanas. Los demás componentes de los módulos son implementados dependiendo las funciones que se requieran, así mismo, los sistemas fotovoltaicos se clasifican en dos grandes grupos los cuales dependen de la conexión de los mismos: conectados a la red (grid connected) y autónomos (off-grid). (Carneiro, J. A., 2010).

Los sistemas fotovoltaicos pertenecientes a cualquiera de los dos grupos deben ser conectados a la red convencional para traspasar la energía obtenido por el sol y cubrir un porcentaje establecido previamente por el inversor, se recomienda no satisfacer la totalidad de la demanda energética, así mismo, al ser una energía renovable no necesita de equipos para conservación ni almacenamiento de energía. El acoplamiento a la red eléctrica no necesita de equipos especiales para este fin. (Valdiviezo, P. D., 2014).

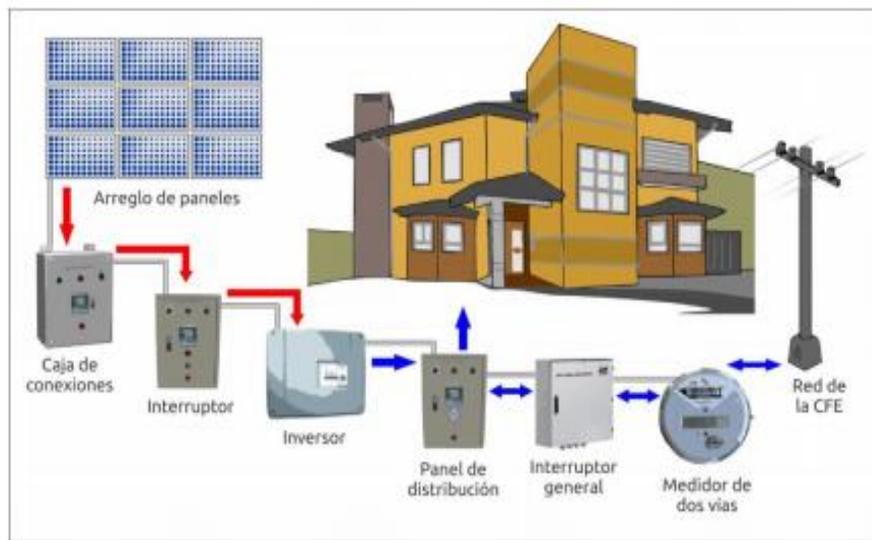
Los sistemas de módulos fotovoltaicos que son instalados en techo poseen diferentes funciones. La función principal es la producción de energía que es menor a los 100kW de potencia, así mismo, se desea obtener el rendimiento económico propuesto. Estos módulos sobre techo se concentran en funciones como sustituciones de componentes arquitectónicos y efectos físicos y estéticos. Los módulos fotovoltaicos instalados en techo son de menor dimensión respecto a los módulos instalados en el suelo. (Hernandez, J. M., Alonso, B. D. C., Nochebuena, M. C. V., & Oliver, J. S., 2012).

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

**8.2.1.1 Comparación de sistemas fotovoltaicos**

Teniendo en cuenta la variedad existente de los sistemas fotovoltaicos, se debe realizar la descripción de los diferentes sistemas. Esta descripción y análisis pertinente es de gran importancia para la toma de decisiones y una futura implementación dependiendo de variables físicas y meteorológicas de cada área delimitada.

**Figura 38. Sistemas Fotovoltaicos de Conexión a Red (SFCR).**



Fuente: (López, 2014)

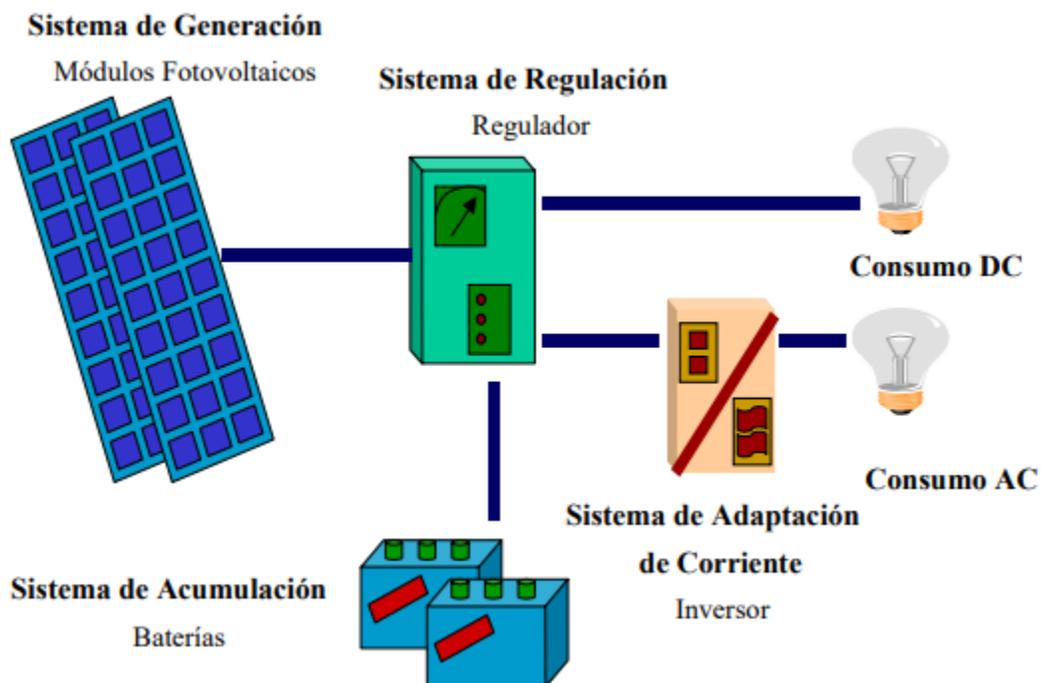
Los sistemas de módulos fotovoltaicos conectados a la red (SFCR) o (grid connected) poseen características las cuales son idóneas para tipos de estructuras en particular. Estas características son:

- Un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCR) es un sistema cuya función es producir energía eléctrica en condiciones adecuadas para poder ser inyectada en la red convencional.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

- Un SFCA se compone del generador fotovoltaico, un inversor y un conjunto de protecciones eléctricas
- La energía producida por este sistema será consumida parcial o totalmente en las cercanías, y la energía sobrante será inyectada en la red para su distribución a otros puntos de consumo.
- Tradicionalmente se distingue entre SFCA instalados sobre suelo y en edificación.
- Dentro de los instalados sobre suelo existen los sistemas estáticos, con una inclinación y orientación fija, y los sistemas de seguimiento, que varían la posición del generador a lo largo del día y año para maximizar la radiación efectiva incidente.
- En los instalados sobre edificación es frecuente diferenciar los sistemas según el grado de integración del sistema con el edificio.

*Figura 39. Sistemas Fotovoltaicos Autónomos (SFA).*



Fuente: (Aguilera, J., Hontoria, L., & Muñoz, F. J., 2011)

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

Los sistemas de módulos fotovoltaicos autónomos (SFA) o (off-grid) poseen características las cuales son idóneas para tipos de estructuras en particular. Estas características son:

- Un sistema fotovoltaico autónomo (SFA) produce energía eléctrica para satisfacer el consumo de cargas eléctricas no conectadas a la red, empleando un sistema de acumulación energético para hacer frente a los períodos cuando la generación es inferior al consumo.
- Los sistemas domésticos (SHS) suelen incorporar únicamente cargas en continua. Por esta razón, no es necesario que el SFA incluya un inversor.
- Estos sistemas están compuestos por el generador, un acumulador electroquímico y un regulador de carga y descarga.
- Existe una probabilidad no nula de fallo de suministro. Así, durante un año típico, es previsible que un porcentaje de la energía demandada por la red de consumo no pueda ser correspondida por el SFA.
- El dimensionado de un SFA consiste en elegir los tamaños de generador y acumulador como una solución de compromiso entre mínima probabilidad de fallo y mínimo coste.

Los sistemas fotovoltaicos poseen diferentes aptitudes por su desarrollo tecnológico, estas aptitudes pueden ser utilizadas dependiendo la demanda energética en cada caso en particular y sus posibles conexiones diferentes, el tiempo de vida de los paneles cada vez es más optimizado y maximizado lo cual lo posiciona en la opción primordial para el uso de energía renovable. Las aplicaciones de los módulos fotovoltaicos varían en su conexión, si la conexión es a la red se puede implementar en techos y suelos. Las aplicaciones enfocadas a ser aisladas de la red son la señalización, comunicación y bombes añadiendo un uso de electrificación doméstica. (Abella, M. A., 2005).

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

## ***8.2.2 Diseño técnico del sistema fotovoltaico***

El diseño técnico óptimo para las bodegas 11 y 22 de la central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. se basa en analizar y explicar los diferentes sistemas fotovoltaicos disponibles en la actualidad ya que estos poseen diferentes características las cuales deben ser empalmadas con la situación actual del área delimitada.

### ***8.2.2.1 Generador fotovoltaico***

El generador fotovoltaico es el encargado de la correcta transformación de la energía interceptada de la radiación solar a energía eléctrica. El generador produce corriente continua y las características poseen dependencia de la radiación solar en cuestiones de intensidad y la temperatura existente en el ambiente en el momento idóneo de captación. (Santamaría, G., & Castejón, A., 2010).

### ***8.2.2.2 Regulador de carga***

El regulador de carga perteneciente a los sistemas fotovoltaicos es el dispositivo que se encarga de un correcto control constante de las baterías para garantizar la maximización del tiempo de vida útil de este componente, así mismo, el regulador controla la entrada de la corriente producida por los módulos fotovoltaicos evitando la aparición de sobrecargas y falta de carga de las baterías. Este componente posee la función principal para el correcto funcionamiento del sistema. (Aparicio, M. P., 2006).

Adicionalmente el regulador de carga posee una funcionalidad para garantizar el funcionamiento del acumulador con dosis de carga eficientes lo cual evita situaciones negativas de sobrecarga. El uso eficiente de este sistema evita una descarga de baterías la cual puede comprometer el funcionamiento del sistema y así asegurar el suficiente suministro eléctrico diario. (Aparicio, M. P., 2006).

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

### ***8.2.2.3 Acumulador eléctrico o batería***

El uso correcto de las baterías es el transformas la energía de origen químico a origen eléctrico de forma independiente, así mismo, este proceso está ligado a la variable de la radiación solar existente. El acumulador tiene como objetivo el suministrar la energía correcta a la carga independientemente de la producción del generador fotovoltaico en materia eléctrica. Las baterías al funcionar con energía eléctrica brindan al sistema total la capacidad y autonomía de funcionar en lapsos donde no existe una actividad solar importante. (Aparicio, M. P., 2006).

El acumulador eléctrico o batería posee tres funciones principales las cuales son autonomía, suministro de picos de intensidad y estabilización del voltaje. La autonomía se basa en satisfacer los diferentes requerimientos para garantizar el funcionamiento en cualquier momento, el suministro se encarga del correcto arranque y funcionamiento de los motores y la estabilización del voltaje se basa en la correcta regulación para evitar las fluctuaciones que puedan dañar los consumos. (Aparicio, M. P., 2006).

### ***8.2.2.4 Inversor***

El inversor de un sistema de módulos fotovoltaicos tiene la función de un correcto funcionamiento para convertir la corriente continua o de bajo voltaje que proviene del controlador o las baterías en corriente convencional o alterna, así mismo, este componente brinda la demanda máxima a los diferentes equipos que se deseen conectar para su correspondiente uso. Cuando se desee conectar equipos de forma convencional con correcta directa como iluminación, motores y equipos diseñados para trabajar con energía solar se puede prescindir de este componente. (Romero, F. C., & Abella, M. A., 2003).

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

## ***8.2.2.5 Contadores***

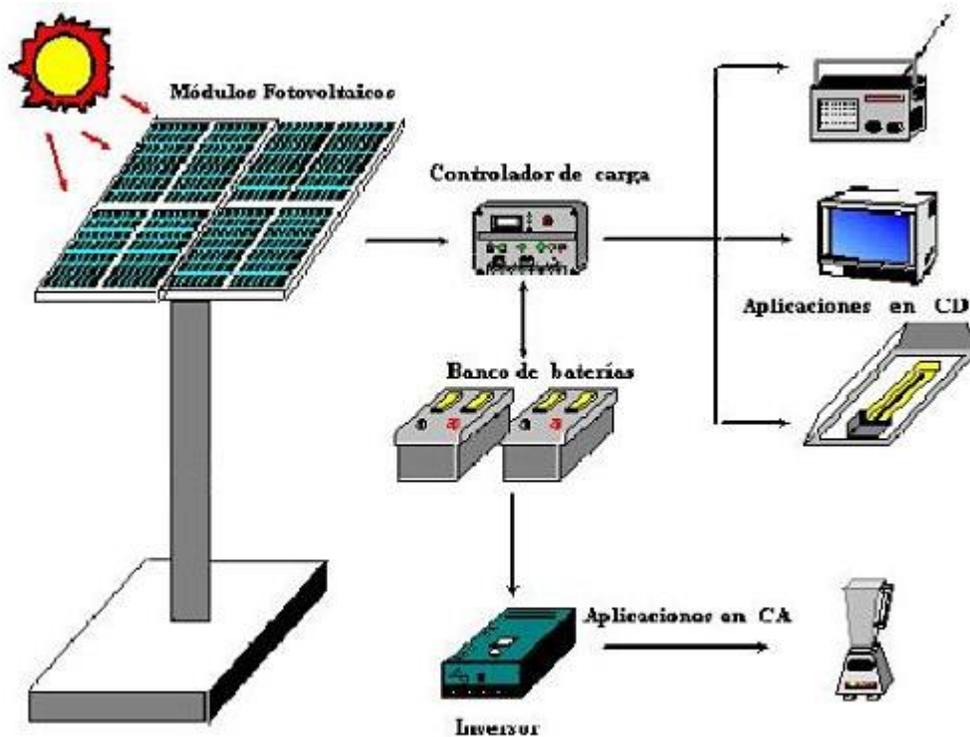
Los contadores en los módulos fotovoltaicos son necesarios para la cuantificación de la generación de energía inyectada a la red que se ve reflejada en sus diferentes ciclos de facturación, así mismo, los contadores cuantifican el consumo (<2 kWh/año) del inversor fotovoltaico cuando la radiación solar se encuentra ausente. (de Telecomunicación, C. O. D. I., 2002).

## ***8.2.2.6 Soporte***

El soporte de los módulos fotovoltaicos es el componente estructural más importante ya que estos se encargan de mantener el sistema en la posición donde es más eficiente para la obtención de radiación solar. El soporte posee una vida útil de 2 a 3 décadas aproximadamente soportando las variables meteorológicas del área donde esta implementado, al anclar de manera correcta el soporte, este soporta vientos con velocidades cercanas a los 150 km/h sin necesidad de refuerzos de algún tipo. (Benito, T. P., 2005).

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 40. Componentes de un sistema fotovoltaico.*



Fuente: (Díaz, 2008)

Los componentes ilustrados en la anterior figura corresponden a un sistema de energía fotovoltaica la cual puede ser utilizada para el funcionamiento de diferentes elementos, así mismo, el sistema puede tener modificaciones dependiendo de la demanda energética que se desee suplir con el mismo, estas modificaciones se denotan en el tamaño y cantidad de módulos en el sistema requerido.

### *8.2.2.7 Cálculo de número de módulos fotovoltaicos*

Para el cálculo de número de módulos fotovoltaicos a implementar en las bodegas 11 y 22 de la central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. se analizaron tres variables de importancia. La primer variable se

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

basó en datos y medidas meteorológicas para establecer el brillo solar en la ciudad de Bogotá, la segunda variable fue obtener el pico de consumo más alto entre el año 2018 y lo que va corrido del presente año (2019). Por último se estableció la potencia del panel según la cotización por parte de la empresa encargada ELECCOL S.A.S. (400 W)

$$N^{\circ} \text{ de módulos fotovoltaicos} = \frac{4188531 \text{ W} * 1,5}{12 \text{ horas} * 375 \text{ W}}$$

$$N^{\circ} \text{ de módulos fotovoltaicos} = \frac{6282796.5 \text{ W}}{4500 \text{ W}}$$

$$N^{\circ} \text{ de módulos fotovoltaicos} = 1396$$

Para satisfacer el total (100%) de la demanda energética de Corabastos S.A. se necesitaría un total de 1396 módulos fotovoltaicos. Con base a la cotización realizada y compartida por la empresa ELECCOL S.A.S. se pudo establecer que se necesitan 552 módulos para satisfacer aproximadamente el 39.6% (2487987.414 W) del consumo energético de Corabastos S.A.

$$No \text{ de módulos fotovoltaicos} = \frac{1658658,276 \text{ W} x 1,5}{12 \text{ horas} x 375 \text{ W}}$$

$$No \text{ de módulos fotovoltaicos} = \frac{2487987,414 \text{ W}}{4500 \text{ W}}$$

$$No \text{ de módulos fotovoltaicos} = 552$$

Se puede inferir que posiblemente la empresa cuenta con un factor de seguridad similar al utilizado en el estudio de investigación, dado que el número de módulos fotovoltaicos se aproximan entre sí, ya que en la cotización para satisfacer el 39.6% de energía se necesitan 552 módulos. Mostrando que

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

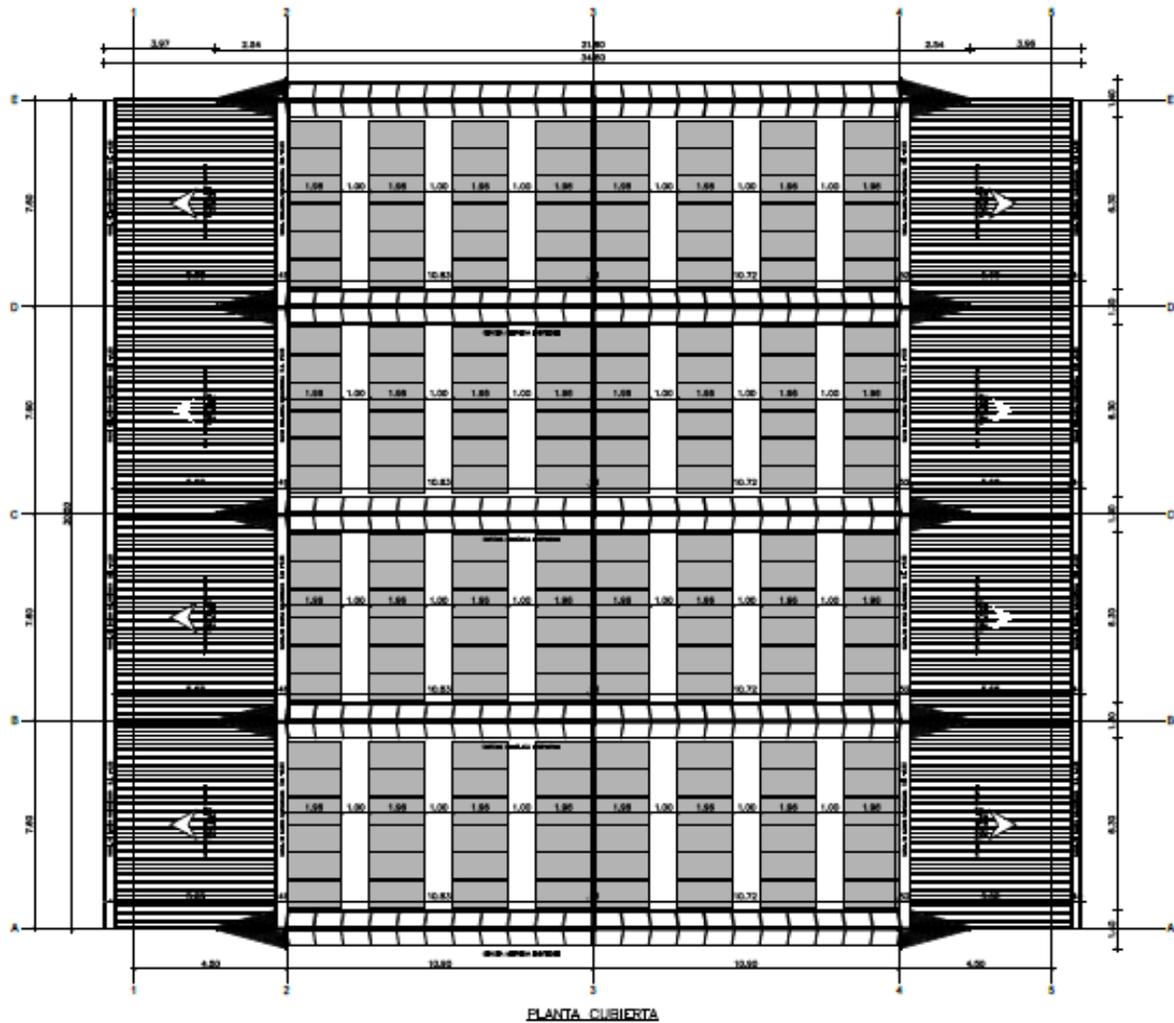
en alguno de los dos cálculos en el factor de seguridad se priorizan ciertos parámetros determinantes en la cantidad óptima de módulos fotovoltaicos.

### ***8.2.2.8 Diagrama del sistema fotovoltaico aplicado en el área de estudio***

Teniendo en cuenta el área disponible en los techos de las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A. para la futura implementación de los módulos fotovoltaicos se realizaron los diseños correspondientes de cómo se situarían y ubicarían los 552 mts<sup>2</sup> de instalación de los módulos mediante el programa AutoCAD.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

*Figura 41. Planos en AutoCAD para la instalación de 220 módulos fotovoltaicos en las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A.*



Fuente: (Autor, 2019)

Estos diseños se realizaron con base a la cotización suministrada por la empresa de ELECCOL S.A.S, los módulos poseen dimensiones de 1.96 m x 0.992 m y el espacio entre si debe ser de 0.03 m aproximadamente. El espacio entre filas debe ser aproximadamente de 1 m.

Cabe resaltar que debido a la posición geográfica de Colombia en el hemisferio norte, los módulos deben ir orientados hacia el sur geográfico, esto con el fin de aprovechar al máximo la radiación

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

solar. Además, la inclinación del módulo fotovoltaico será, respecto al horizontal  $5^\circ$  superior a la latitud  $4^\circ 37' 56.20''$  de la zona de implementación de los módulos, es decir  $14^\circ 37' 56.20''$ . En cuanto a las sombras, el lugar de la implementación no presenta en sus alrededores edificios, vegetación o terreno que la generen o impidan el paso de la radiación solar.

### ***8.2.3 Diseño económico del sistema fotovoltaico***

El diseño económico del sistema fotovoltaico a implementar en Corabastos S.A. se debe realizar teniendo en cuenta datos comparativos sobre los dos sistemas de energía fotovoltaica presente en el mercado, así mismo, se deberá seguir la metodología de instalación del sistema más apropiado teniendo en cuenta todas las características.

Según ELECCOL S.A.S. para garantizar el éxito de la implementación y de los tiempos de retorno óptimos se aconseja que el sistema que se debe instalar es una metodología de conexión a la red, El sistema fotovoltaico conectado a la red al no tener la necesidad de uso de batería puede ser más factible económicamente en la fase de instalación ya que los componentes serán menores y esto reduce el precio total de la inversión periódica de elementos como las baterías.

Cuando se implementa un sistema de energía fotovoltaica aislado se adquieren costos diferenciados como lo es una cámara para el almacenamiento de las baterías y este debe tener apertura en un periodo de 4 a 5 años para el cambio de las mismas ya que su vida útil posee esa duración. Al tener estos costos en operación y mantenimiento se ve directamente afectado el índice y lapsos de tiempo para el retorno de la inversión y así proceder a los periodos de reducción de costos energéticos.

El sistema fotovoltaico on-grid posee la aptitud de conectarse directamente a la red eléctrica existente por medio de un inversor, este inversor es un equipo que convierte la corriente generada por el módulo fotovoltaico en energía corriente de tipo alterno. En estos sistemas interconectados, la energía es inyectada a la red cuando la generación supera al consumo en un determinado instante y

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

extrae energía de ella en caso contrario. Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red poseen mayores aptitudes para la consecución de una eficiencia más amplia ya que están situados en el lugar donde se presenta la demanda energética, de esta manera ayuda a evitar pérdida de electricidad en procesos como el transporte y la distribución, los inversores funcionan de manera precisa con elevados niveles de eficiencia y baja tensión. Con estas características se puede aprovechar al máximo su función ya que la fiabilidad del proceso y de la red se maximiza. (Style, O., 2012).

Para un correcto diseño económico de un sistema fotovoltaico es importante recalcar la importancia del mantenimiento de estos sistemas, su instalación y sus tiempos en los diferentes procesos. Cuando se implemente un sistema conectado a la red los mantenimientos deben ser más estrictos por el componente que alberga las baterías y brinda seguridad para su correcto funcionamiento, así mismo, se deben respetar y cumplir los tiempos de vida de una batería que son aproximadamente 5 años para evitar daños irreparables en el sistema efecto de un corte de energía súbito. Las diferentes empresas que prestan el servicio de implementación y puesta en marcha de los sistemas de módulos fotovoltaicos poseen estándares de calidad de 5 años o la duración de la batería, así mismo, las empresas deben inspeccionar el estado de los módulos, estructura, acometidas e inversores. Los precios de este servicio varían respecto a lo robusto del sistema, en líneas generales el mantenimiento de ELECCOL S.A.S tiene un valor aproximado de \$ 6.636.550. Este mantenimiento también incluye un servicio de correcciones mayores o menores para garantizar la optimización y maximización del sistema en general. Posterior al mantenimiento se realizan informes de rendimiento del sistema de módulos fotovoltaicos para garantizar el correcto funcionamiento, así mismo, se denota que el sistema fotovoltaico conectado a la red representa mayor economía y mejor rendimiento para las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A.

En la siguiente tabla se puede observar, estudiar y analizar los puntos a favor y en contra de los sistemas interconectados a la red y los sistemas aislados.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

*Tabla 11. Ventajas y desventajas del sistema fotovoltaico aislado*

Sistema fotovoltaico aislado	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ La economía es mayor en lugares donde no existe una red eléctrica constituida.</li> <li>❖ El sistema fotovoltaico aislado no depende de ninguna compañía eléctrica presente en el área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ La integración y uso de baterías repercute en costos más altos, así mismo, posee un dimensionamiento más amplio para la cobertura de un corte de energía prolongado por días.</li> <li>❖ Para su óptimo funcionamiento se requiere de una disponibilidad de área amplia.</li> <li>❖ Para su correcto funcionamiento se necesita de una gran cantidad de módulos fotovoltaicos.</li> <li>❖ Cuando los acumuladores llegan a su punto máximo se realiza una pérdida de energía y esto afecta a su propietario.</li> <li>❖ Los componentes de las baterías poseen un alto grado de toxicidad y su transporte al destino final representa sobrecostos de funcionamiento.</li> </ul>

Fuente: (Autor, 2019)

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

**Tabla 12. Ventajas y desventajas del sistema fotovoltaico conectado a la red**

Sistema fotovoltaico conectado a la red	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Para su implementación y etapa de funcionamiento se requieren menor cantidad de módulos fotovoltaicos.</li> <li>❖ El área que se necesita para su implementación es menor a la de otro sistema.</li> <li>❖ Al poseer la red eléctrica como respaldo permite que la instalación e implementación pueda lograrse por etapas sin repercutir en daños al sistema.</li> <li>❖ En lapsos de tiempo de no regadío la energía que se genera en el sistema puede ser comercializada a la compañía de electricidad en el área delimitada.</li> <li>❖ La instalación y puesta en marcha del sistema es más económica a diferencia de otros sistemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Este sistema no es factible económicamente para la instalación en lugares aislados que carecen de algún tipo de red eléctrica ya que no obtienen punto de fusión con la red.</li> <li>❖ Frente a un repentino corte de energía el sistema no serviría ya que funciona mediante sincronización con la red eléctrica existente en el lugar delimitado.</li> </ul>

Fuente: (Autor, 2019)

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

Analizando los diferentes sistemas, sus características y sus puntos favorables y en contra a lo largo de este estudio de investigación es posible dictaminar que el sistema óptimo para la implementación de módulos fotovoltaicos en Corabastos S.A. es el sistema conectado a la red ya que es más factible y económico en cada una de sus fases y procesos de funcionamiento. Ya que como se mencionó anteriormente la ubicación geográfica de la central de abastos de Bogotá permite acceder a la conexión eléctrica actual, lo que facilita su conexión a la misma. Adicionalmente, se da un aprovechamiento total de la energía fotovoltaica producida.

### ***8.2.4 Diseño ambiental del sistema fotovoltaico***

Para el diseño ambiental del sistema fotovoltaico en la central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. se analizan diferentes factores para realizar su correcta implementación y puesta en marcha, así mismo, cuando se realiza un correcto diseño se garantiza que el sistema perdure y maximice su tiempo óptimo de vida al igual que sus diferentes componentes instalados.

#### ***8.2.4.1 Huella de carbono***

En el Plan Institucional de Gestión Ambiental en la Guía para la elaboración del Informe de Huella de Carbono Corporativa se menciona el correcto alcance de los proyectos de investigación y su énfasis en pro del medio ambiente, por este motivo se desea cuantificar la huella de carbono de Corabastos S.A. por parte de su consumo de energía Por medio de la Calculadora Fecoc 2016, así mismo, se puede determinar que un kW que se consume produce 0,1990 kg CO<sub>2</sub>

$$1 \text{ kWh} = 0,1990 \text{ kg CO}$$

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

Teniendo en cuenta el consumo energético de la central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. se calculó la huella de carbono en el periodo 2018 y lo que va corrido de 2019 hasta el mes de julio, de esta manera es posible la realización de una comparación de huella de carbono posterior a la implementación y puesta en marcha del sistema de módulos fotovoltaicos.

La huella de carbono registrada para el mes de Marzo de 2018 es:

$$864894 \text{ kWh} \times \frac{0,1990 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ kWh}} = 172113.906 \text{ kg CO}_2$$

Al poseer este dato se procede a realizar el cálculo para los meses del año 2018 hasta julio de 2019.

**Tabla 13. Huella de carbono 2018**

<b>Huella de carbono 2018</b>			
Año	Mes	kWh	Huella de Carbono (kg CO <sub>2</sub> )
2018	Enero	709627	141215.773
2018	Febrero	698157	138933.243
2018	Marzo	864894	172113.906
2018	Abril	764896	152214.304
2018	Mayo	732198	145707.402
2018	Junio	765185	152271.815
2018	Julio	816848	162552.752
2018	Agosto	765168	152268.432
2018	Septiembre	735165	146297.835
2018	Octubre	853166	169780.034
2018	Noviembre	765498	152334.102
2018	Diciembre	718165	142914.835

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

<b>TOTAL</b>	<b>1828604.433kg CO<sub>2</sub></b>
	<b>1828.604433ton CO<sub>2</sub></b>

Fuente: (Autor, 2019)

La Central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. para el año 2018 tuvo una huella de carbono de **1828604.433 ton CO<sub>2</sub>**. Mientras para el año 2019 se ha generado una huella de carbono de **1064797.061 ton CO<sub>2</sub>**.

La huella de carbono registrada para el mes de enero de 2019 es:

$$788038 \text{ kWh} \times \frac{0,1990 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ kWh}} = 156819.562 \text{ kg CO}_2$$

**Tabla 14. Huella de carbono 2019**

<b>Huella de carbono 2019</b>			
Año	Mes	kWh	Huella de Carbono (kg CO <sub>2</sub> )
2019	Enero	788038	156819.562
2019	Febrero	684511	136217.689
2019	Marzo	815198	162224.402
2019	Abril	716519	142587.281
2019	Mayo	761656	151569.544
2019	Junio	798165	158834.835
2019	Julio	786652	156543.748
<b>TOTAL</b>			<b>1064797.061kg CO<sub>2</sub></b>
			<b>1064.797061ton CO<sub>2</sub></b>

Fuente: (Autor, 2019)

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

La energía que consume la central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. equivale a 2893.401494 ton CO<sub>2</sub> en el periodo (2018-2019). Esta carga de CO<sub>2</sub> impacta directamente el medio ambiente en su deterioro.

Al implementar un sistema fotovoltaico en Corabastos S.A. se realizan metodologías en pro del ambiente, la producción más limpia y prácticas responsables reduce el impacto generado por el uso de energía convencional en grandes cantidades, así mismo, se busca con esta investigación fomentar en la región el uso de energías renovables con resultados reales y presentes.

La empresa ELECCOL S.A.S en su propuesta para la correcta implementación de módulos fotovoltaicos brindo un porcentaje de 39.6% de reducción al costo por uso de energía convencional, de esta manera se analiza la huella de carbono realizada anteriormente en el periodo de (2018-2019) incluyendo la reducción por parte de los módulos fotovoltaicos a la carga total de CO<sub>2</sub>. A continuación, se muestra el cálculo y datos obtenidos. Calculo de la huella de carbono para 2018 con sistema fotovoltaico, paso a paso para el mes de marzo de 2018.

1. Calculo del 39.6% de reducción de consumo energético por la implementación de módulos fotovoltaicos.

$$864894 \text{ kWmes} \times \frac{39.6 \%}{100 \%} = \mathbf{342498.024 \text{ kWh}}$$

Se obtiene el consumo energético de los paneles solares siendo de 342498.024

2. Cálculo del consumo energético por energía convencional con la implementación de módulos fotovoltaicos.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

$$864894 \text{ kWh} - 342498.024 = 522395.976 \text{ kWh}$$

3. Cálculo de la huella de carbono

$$522395.976 \text{ kWh} \times \frac{0,1990 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ kWh}} = 103956.7992 \text{ kgCO}_2$$

**Tabla 15. Huella de carbono 2018 con SFV**

<i>Huella de carbono 2018 con SFV</i>					
Año	Mes	kWh (a)	39.6% reduce por SFV (kWh) (b)	Huella de Carbono (kg CO <sub>2</sub> ) (a) – (b)	Huella de Carbono (kg CO <sub>2</sub> )
2018	Enero	709627	281012.292	428614.708	85294.32689
2018	Febrero	698157	276470.172	421686.828	83915.67877
2018	Marzo	864894	342498.024	522395.976	103956.7992
2018	Abril	764896	302898.816	461997.184	91937.43962
2018	Mayo	732198	289950.408	442247.592	88007.27081
2018	Junio	765185	303013.26	462171.74	91972.17626
2018	Julio	816848	323471.808	493376.192	98181.86221
2018	Agosto	765168	303006.528	462161.472	91970.13293
2018	Septiembre	735165	291125.34	444039.66	88363.89234
2018	Octubre	853166	337853.736	515312.264	102547.1405

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

2018	Noviembre	765498	303137.208	462360.792	92009.79761
2018	Diciembre	718165	284393.34	433771.66	86320.56034
<b>TOTAL</b>					<b>1104477.077kg CO<sub>2</sub></b>
					<b>1104.477077ton CO<sub>2</sub></b>

Fuente: (Autor, 2019)

**Tabla 16. Huella de carbono 2019 con SFV**

<i>Huella de carbono 2019 con SFV</i>					
Año	Mes	kWh (a)	39.6% reduce por SFV (kWh) (b)	Huella de Carbono (kg CO <sub>2</sub> ) (a) – (b)	Huella de Carbono (kg CO <sub>2</sub> )
2019	Enero	788038	312069.048	475968.952	94717.82145
2019	Febrero	684511	271066.356	413444.644	82275.48416
2019	Marzo	815198	322818.408	492379.592	97983.53881
2019	Abril	716519	283741.524	432777.476	86122.71772
2019	Mayo	761656	301615.776	460040.224	91548.00458
2019	Junio	798165	316073.34	482091.66	95936.24034
2019	Julio	786652	311514.192	475137.80	94552.4222
<b>TOTAL</b>					<b>643136.2293kg CO<sub>2</sub></b>
					<b>643.1362293ton CO<sub>2</sub></b>

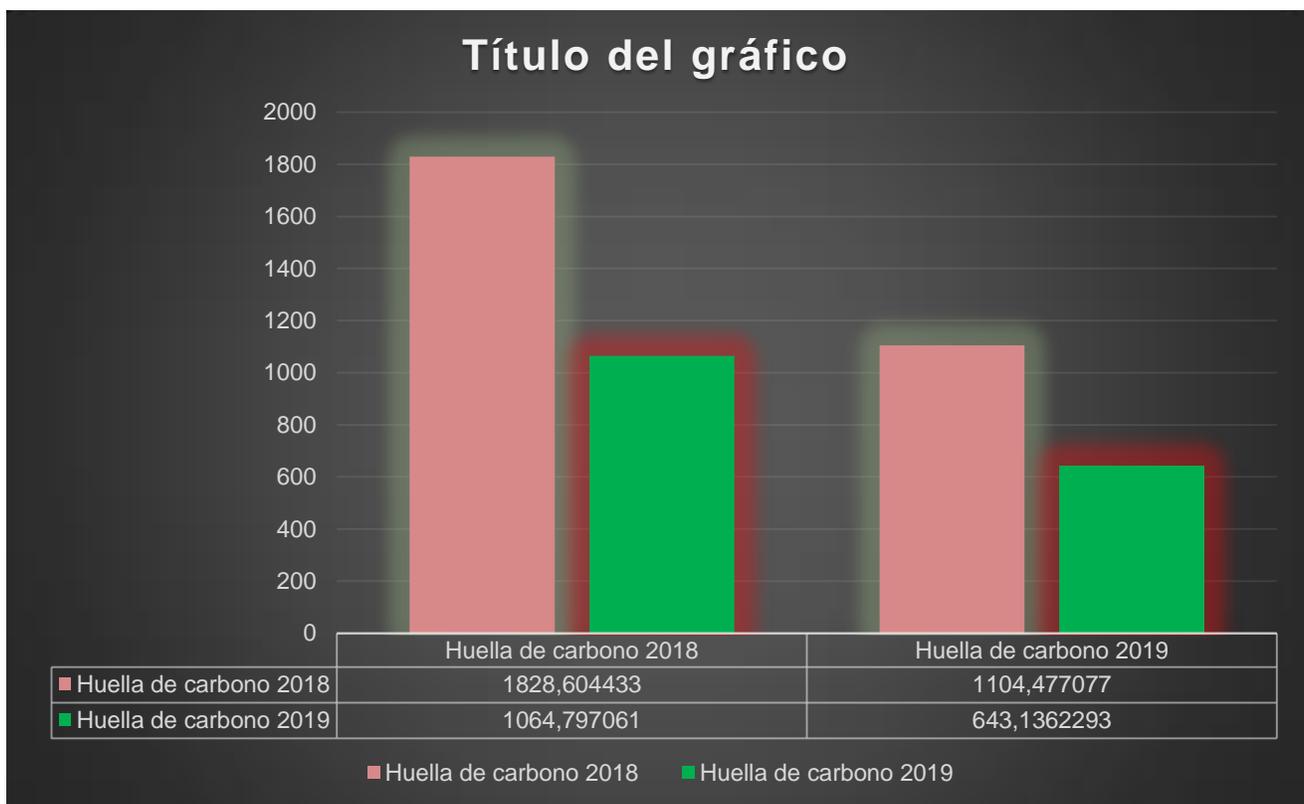
Fuente: (Autor, 2019)

A partir de los datos obtenidos anteriormente, se puede decir que mediante la implementación de módulos fotovoltaicos para los años 2018 y 2019 se hubiese reducido un 39.6 % la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Como se muestra en la figura 42, la huella de carbono de la central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. si operara mediante energía fotovoltaica, esta huella sería menor respecto a la huella de carbono de la central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. operando

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

con el sistema convencional de energía. Es por esto que se podría afirmar que gracias a la implementación de módulos fotovoltaicos, se reducen las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) como lo es el CO2.

**Figura 42. Comparación huella de carbono con SFV y sistema convencional.**



Fuente: (Autor, 2019)

**8.2.4.2 Comportamientos ambientales responsables**

Las buenas prácticas y la consciencia ambiental deben ser prioridad para la creación de un sistema sustentable que permita actividades y políticas en pro del medio ambiente, Corabastos S.A. desea ser parte fundamental del cambio de energías convencionales a energías renovables, así mismo, esta

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

investigación posee fuentes bibliográficas las cuales apalancan la posible implementación del sistema fotovoltaico conectado a la red, si bien puede que el sistema no cubra la demanda total por parte de la central de abastos puede ser un factor de cambio y un punto de inflexión donde grandes industrias y sectores en Colombia se acoplen a los nuevos sistemas. Esto crea una atmósfera positiva con esperanza para el cumplimiento de diferentes objetivos de la agenda del 2030 en la que se busca implementar sistemas en pro del desarrollo sostenible, en esta locación se pueden obtener y cumplir las metas propuestas en los diferentes pensamientos holísticos que se posean alrededor de la factibilidad y garantía de que estos sistemas realmente son productivos.

Con esta investigación se busca que la atmósfera perteneciente a Corabastos S.A. adopte mejoras en la calidad de vida de sus habitantes y personas naturales que allí conviven priorizando enfoques competitivos, equitativos, organizados, garante e incluyente del desarrollo integral de esta parte de la ciudad. Teniendo en cuenta lo antes mencionado se busca replicar este modelo a diferentes áreas de la ciudad y así crear una estabilidad ambiental en la región.

El Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales (PROURE) proporcionado por el Ministerio de Minas y Energía posee diferentes lineamientos donde se abarcan los usos probables usos de estas energías no convencionales, su mantenimiento y ayuda al medio ambiente. El correcto comportamiento ambiental del ser humano ante este cambio es la aceptación e investigación de nuevos proyectos para posicionar esta energía como principal en diferentes sectores del planeta teniendo en cuenta tres pilares los cuales son: inspecciones de uso eficiente de la energía, revisión de estado de equipos eléctricos y conversión tecnológica y la capacitación y sensibilización al cambio. (UPME, 2015)

### **8.3 Evaluar la factibilidad de los sistemas de aprovechamiento de energía fotovoltaica propuestos para la central de abastos Corabastos S.A.**

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

La correcta evaluación de la factibilidad de los sistemas de aprovechamiento de energía fotovoltaica propuestos para la central de abastos Corabastos S.A. es un punto de gran importancia para la investigación de este proyecto, así mismo, se realiza un análisis de las variables presentes las cuales deben ser de carácter óptimo para la posible implementación del sistema. Existen variables las cuales tienen la adaptabilidad necesaria para futuras correcciones y que estas no afecten al sistema de manera significativa, así mismo, se deben analizar las diferentes cotizaciones con los módulos propuestos y los diferentes tiempos de retorno para la correcta viabilidad del proyecto y así ser propuesto con un mayor índice de aceptación por parte de los inversionistas.

### ***8.3.1 Identificación de aspectos e impactos ambientales del proyecto***

La correcta identificación de aspectos e impactos ambientales del proyecto se basa en individualizar las fases del mismo analizando los puntos a favor y en contra que posee cada fase, así mismo, se debe buscar una alternativa para la solución de obstáculos. De esta manera se garantiza un correcto seguimiento de los procesos futuros y un óptimo resultado final. Los proyectos que incluyen módulos fotovoltaicos para la generación de energía se basan en tres etapas las cuales son: la construcción, operación y desmantelamiento de la estructura implementada en la fase de construcción. El pensamiento holístico y los pilares del desarrollo sostenible pueden ser trabajados conjuntamente con los procesos mencionados. Existen afectaciones a los componentes bióticos (flora y fauna), abióticos (aire, agua, clima, paisaje y suelo) y socioeconómicos (economía local influyente en factores sociales y culturales del área delimitada). Las afectaciones que se presentan son mínimas con la variable existente de las buenas prácticas, así mismo, se debe realizar una comparación con las fases de un proceso de energías convencionales para establecer la minimización de impactos en cada área. (Pasqualino, J., Cabrera, C., & Vanegas, M., 2015).

La correcta implementación de un sistema de módulos fotovoltaicos para la generación de energía posee factores positivos para la región los cuales son: ausencia de ruidos y emisiones. Estos factores afectan de manera positiva el entorno donde se encuentre el sistema ya que el sistema es estático y

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

sus únicos componentes que poseen movilidad son los módulos los cuales deben ser ubicados de manera correcta para optimizar y maximizar la captación de energía solar. Estos módulos poseen una movilidad muy lenta que no afecta la visual de los habitantes, la única afectación ante la implementación de un sistema de este tipo es el deterioro del paisaje. (Pasqualino, J., Cabrera, C., & Vanegas, M., 2015).

En la siguiente tabla se puede observar las diferentes fases del proyecto y sus correspondientes aspectos a tener en cuenta para un correcto análisis de viabilidad del mismo.

*Tabla 17. Fases y aspectos del sistema de módulos fotovoltaicos*

<b>FASES</b>	<b>ASPECTOS</b>
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Transporte de maquinaria, equipos y materiales
	Construcción de canaletas de cableado
	Cercado del terreno
	Desbroce y nivelación del terreno
	Excavación de cimientos
	Almacenamiento de materiales
	Construcción de instalaciones provisionales
	Montaje de soportes y paneles
	Pruebas y puesta en marcha
	Entrenamiento del personal
	Manejo y disposición de residuos de la etapa de construcción
<b>OPERACIÓN</b>	Generación de energía
	Ocupación del territorio
	Operaciones y mantenimiento
<b>DESMANTELAMIENTO</b>	Desmontaje de estructuras
	Desmontaje de módulos

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

FASES	ASPECTOS
	Extracción de cimentación
	Desmontaje de inversores
	Desmantelamiento centro de transformación
	Retirada de equipos
	Retirada de interconexiones
	Gestión de residuos
	Restitución de terrenos
	Disposición final de módulos fotovoltaicos

Fuente: (Salas, 1990)

### 8.3.2 *Evaluación de impacto ambiental del proyecto (EIA)*

La determinación de factibilidad de un proyecto necesita una evaluación de impacto ambiental (EIA) para establecer la viabilidad del proyecto, así mismo, se evidencia que la implementación de los módulos afectaría el paisaje anteriormente mencionado por la modificación de la estructura de las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A. La atmosfera física establecida en el área de estudio delimitada es la más afectada ya que se producirán cambios los cuales no son habituales en este sector. Los módulos fotovoltaicos y su implementación hacen parte de elementos antrópicos los cuales se definen como elementos no naturales y que están directamente ligados a las actividades humanas, en la evaluación de impacto ambiental se dedujo que existen 10 actividades las cuales son indispensables para la implementación que se verán reflejadas de manera negativa en el paisaje actual de esta zona, estas actividades son: construcción de canaletas de cableado, cercado del terreno, desbroce y nivelación del terreno, almacenamiento de materiales, construcción de instalaciones provisionales, montaje de soporte y paneles, manejo y disposición de residuos de la etapa de construcción, ocupación del territorio, operaciones y mantenimiento, disposición final de módulos

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

fotovoltaicos. Estas actividades están clasificadas en las tres fases del proceso las cuales son: construcción, operación y desmantelamiento. (Orea, D. G., & Villarino, M. T. G., 2013).

Las actividades anteriormente mencionadas poseen clasificación de daño irrelevante y moderado, así mismo, para minimizar los impactos de debe poseer una metodología la cual se base en la inspección periódica y acompañamiento de cada una de las fases del proyecto individualizando las actividades para luego realizar una complicación de un sistema unitario. El pensamiento holístico y las buenas prácticas son fundamentales para que la implementación sea exitosa y las diferentes rutas de riesgo con sus respectivos índices sean minimizados de la mejor manera para poder solventar el empalme de este cambio en la UPZ 80 de la ciudad de Bogotá. (Orea, D. G., & Villarino, M. T. G., 2013).

Para la evaluación de impacto ambiental existe un ítem el cual es muy importante por la situación actual del mundo y sus diferentes ecosistemas, este ítem es el de pérdida de cobertura vegetal. Los módulos fotovoltaicos al ser instalados en el techo de las bodegas y en una zona ya edificada no se consideran este ítem para este tipo de proyectos en particular. La implementación de módulos fotovoltaicos poseen una disposición final especial ya que los residuos de los mismos cuando se cumple su tiempo límite de vida deben ser entregados a empresas que se encarguen de estos residuos y deber ser certificadas para la recolección, el tratamiento y la completa disposición final de los componentes del sistema fotovoltaico. (Orea, D. G., & Villarino, M. T. G., 2013).

La correcta implementación de los módulos fotovoltaicos en Corabastos S.A. brindará diferentes beneficios en las atmosferas sociales y económicas, de esta manera se brindará trabajo en las diferentes fases del proyecto para personal capacitado y se creara un vínculo entre las energías renovables y la educación ambiental, estos ítems son positivos para un éxito del proyecto ya que así se podrán implementar más módulos para reducir los sobrecostos energéticos que posee Corabastos S.A en la actualidad.

### ***8.3.3 Medidas preventivas para los impactos severos de la implementación***

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

Los resultados obtenidos en la evaluación de impacto ambiental conllevan a diferentes planes de manejo los cuales deben estar fabricados para cada impacto en particular, así mismo, se debe tener un objetivo, meta, aspecto ambiental intervenido, impacto, acciones a desarrollar para la mitigación de cada impacto, indicadores de desempeño ambiental y el control de cada impacto con metodologías cercanas a un monitoreo constante.

Los impactos de mayor magnitud que se origina por la implementación del sistema de módulos fotovoltaicos es el deterioro del paisaje existente y la generación de residuos, estos impactos poseen diferentes características las cuales pueden ser mitigadas con diferentes metodologías analizadas previamente y con un monitoreo constante, así mismo, estos impactos se encuentran en las diferentes fases del proyecto cambiando su magnitud e impacto en un valor oscilante el cual debe ser registrado y estudiado de manera constante.

A continuación se muestra las fichas ambientales correspondientes a los dos impactos de mayor relevancia en el proyecto.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

**Tabla 18. Ficha ambiental para la modificación del paisaje**

Programa de manejo			Ficha N° 1
Programa de control de modificación paisajística en la implementación de módulos fotovoltaicos en la central de abastos de Bogotá Corabastos S.A.			
Objetivo : Favorecer la integración paisajística de las infraestructuras de las bodegas 11 y 22 con su respectiva implementación			
Impacto a manejar	Tipo de manejo	Actividades que lo producen	Componente afectado
Modificación paisajística	Campañas informativas, de educación ambiental y expectativas sociales ante este proyecto en sus diferentes fases	Construcción del sistema de módulos fotovoltaicos con sus respectivos componentes	Aspecto físico de las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A.
Acciones a desarrollar			
Constante monitoreo en las diferentes actividades de implementación			
Foros informativos para los trabajadores y habitantes aledaños a Corabastos S.A			
Adecuación de las vías y zonas donde los diferentes componentes del sistema registren actividad			
Indicadores de seguimiento		Periodo de ejecución	
Incidencia visual		Durante las diferentes fases del proyecto	
Afectaciones a los trabajadores			
Afectaciones a la sociedad civil			
Área de ejecución		Personal requerido	
Bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A		Contratistas y supervisores de	
		ELECCOL S.A.S. supervisores ambientales de Corabastos S.A	

Fuente: (Autor, 2019)

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

**Tabla 19. Ficha ambiental para la generación de residuos**

Programa de manejo		Ficha N° 2	
Programa de correcto manejo de residuos generados en la implementación de módulos fotovoltaicos en la central de abastos de Bogotá Corabastos S.A.			
Objetivo : Obtener una correcta gestión de residuos generados en la implementación del sistema fotovoltaico de las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A.			
Impacto a manejar	Tipo de manejo	Actividades que lo producen	Componente afectado
Generación de residuos	Manejo integral de los recursos respecto a la ley de generación de residuos de construcción y de diferentes tipos generados	Construcción del sistema de módulos fotovoltaicos con sus respectivos componentes	Ecosistemas estratégicos
Acciones a desarrollar			
Constante monitoreo en la generación y disposición final de los residuos			
Contactar empresas especializadas en el manejo integral de estos residuos			
Revisión de marco legal y certificaciones de las diferentes empresas contratadas para el manejo de residuos			
Indicadores de seguimiento		Periodo de ejecución	
Incidencia visual		Durante las diferentes fases del proyecto	
Afectaciones a los trabajadores			
Afectaciones a la sociedad civil			
Área de ejecución		Personal requerido	
Bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A		Contratistas y supervisores de ELECCOL S.A.S.	
		supervisores ambientales de Corabastos S.A	

Fuente: (Autor, 2019)

### 8.3.4 Cotizaciones

Para este ítem se contactaron alrededor de 7 empresas las cuales brindaron diferentes soluciones con las variables existentes en Corabastos S.A. para determinar la factibilidad en una posible implementación,

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

así mismo, se tomaron las 3 cotizaciones con mejores materiales, productos y procesos ofrecidos. De esta manera se determinó que la empresa ELECCOL S.A.S. es la empresa dedicada a la ingeniería y construcción de proyectos de energía fotovoltaica con más garantías en el servicio e implementación para este proyecto en específico. Las variables ambientales y físicas fueron mencionadas a las diferentes empresas teniendo en cuenta que los módulos fotovoltaicos debían poseer una implementación en techo con un área disponible de 552 mts<sup>2</sup>

**Tabla 20. Comparación de diferentes modelos de paneles**

Modelo	Cantidad de paneles por bodega	Potencia producida (W)	Cantidad * Potencia (W) por bodega
Panel Monocristalino 400W - TALESUN	110	400	44000
PANEL SOLAR MONO PERC 375WP 1500V	276	375	103500
Modelo SRP-6PA	276	238	65688

Fuente: (Autor, 2019)

En las respectivas cotizaciones de las diferentes empresas contactadas se aconsejaron diferentes tipos de paneles con su respectiva metodología de implementación, el número de paneles instalados por cada bodega disponible, la potencia producida por cada panel y la potencia producida por el conjunto de paneles. De esta manera se pueden proyectar las dimensiones de la implementación y los tiempos estimados de retorno de la inversión para así calcular y seleccionar la cotización adecuada.

ELECCOL S.A.S realizó la propuesta de cotización y posible futura implementación con el uso de los módulos fotovoltaicos MONO PERC 375WP 1500V, así mismo, se brindó la información de las diferentes especificaciones técnicas de todo el sistema con sus diferentes componentes, características y funciones. Esta cotización está sobre un valor total de 764.090.420 COP. Generando la reducción de consumo energético de 39.6% con garantía de 5 años para el sistema en general y mantenimientos

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

periódicos para garantizar la optimización y maximización de las funciones establecidas con anterioridad.

ELECCOL S.A.S. brinda los cálculos los cuales son necesarios para la correcta implementación de los módulos fotovoltaicos.

***Superficie disponible:***

La superficie disponible se hayo con ayuda de los planos estructurales de las bodegas.

***Espacio entre cerchas:***

6,30 metros

***Largo de las cerchas:***

10,96 metros

***Metros cuadrados disponibles entre cercha:***

Se debe tener en cuenta que la ecuación para halla el área de un rectángulo es base por altura, esta relación se tomó y se llevó a cabo.

$$A = 6,30 * 10,96 = 69 m^2$$

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

***Metros cuadrados disponibles por bodega:***

Identificando en los planos estructurales y el alzado lateral de las bodegas, se evidencia que existen 5 cerchas y por ende 4 espacios entre estas, además de esto este valor sería el doble ya que el techo se divide en 2.

$$A_{total} = 69m^2 * 4 * 2 = 552 m^2$$

***Angulo del tejado:***

Con ayuda de la herramienta AutoCAD y los planos suministrados se logró identificar la inclinación de los tejados de las bodegas 11 y 22 de la corporación de Abastos de Bogotá.

$$\text{Angulo} = 5^\circ$$

***Distancia entre los paneles y el inversor:***

***Selección de los paneles fotovoltaicos:***

Dependiendo de las dimensiones de superficie disponibles para realizar la instalación, se deben tener en cuenta diferentes alternativas de panel fotovoltaico obteniendo en primera instancia las dimensiones de cada uno desde sus correspondientes hojas de datos.

***Numero de paneles:***

Teniendo en cuenta la información del anterior punto se procede a calcular el número de paneles que pueden ser instalados en la superficie disponible.

$$n_{\text{paneles}} = \frac{S_{\text{disponible}}}{S_{\text{panel}}}$$

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

$S_{disponible}$  se refiere a la cantidad de metros cuadrados disponibles para la instalación y  $S_{panel}$  se refiere a la superficie que ocupa un solo panel. Este resultado se redondea al número entero menor, ya que el espacio es reducido.

Con el número de paneles identificado, se procede a identificar la potencia que se podría producir con la instalación de los paneles de manera que:

$$P_{total} = n_{paneles} * P_{panel}$$

Donde,  $P_{panel}$  corresponde a la potencia descrita en la hoja de características del panel en cuestión.

El tipo y número de paneles será la opción que tenga los mayores valores de producción, resultado de la comparación entre las opciones seleccionadas y los resultados obtenidos.

### **8.3.5 Financiación**

Los proyectos enfocados en energías renovables o “líneas verdes” poseen diferentes incentivos tributarios los cuales son atractivos para los diferentes sectores que se plantean metodologías para la implementación y correcto empalme de estas energías en sus diferentes procesos. Colombia posee bancos nacionales los cuales velan por la financiación de proyectos de este tipo como lo es la energía renovable. Bancos como Bancolombia y el Banco Agrario de Colombia, así mismo, existen financieras como Findeter las cuales pueden ofrecer diferentes beneficios a los inversores para la implementación de estas nuevas técnicas en el país. El gobierno nacional por medio de la ley 1715 del año 2014 ha establecido una línea base para promover estas metodologías con diferentes beneficios tributarios como la deducción del 50% en la renta anual por 5 años y/o la exclusión del impuesto de valor agregado (IVA). Como valor agregado se busca promover el registro ante la



# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

Fuente: (Autor, 2019)

La factibilidad económica para la implementación del sistema de módulos fotovoltaicos es positiva ya que la tasa interna de retorno y el valor presente neto representa una correcta factibilidad para la implementación del sistema, los ingresos operativos poseen un valor de 138.600.000 el cual representa el 39.6% del gasto energético de Corabastos S.A. así mismo, se refleja que en el cuarto año de puesta en marcha del proyecto el costo de la inversión ha sido cubierto y se empieza a reflejar ganancia por parte del sistema.

## 9. Conclusiones

Por medio de esta investigación se han cumplido los objetivos propuestos en un principio utilizando las metodologías y actividades previamente proyectadas para la consecución de la determinación de la factibilidad para implementar los módulos fotovoltaicos en las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A. Colombia posee una regulación escasa para la implementación de estos proyectos con energías renovables, así mismo, el alto consumo de energía eléctrica y la imposibilidad de poder individualizar el gasto eléctrico de cada bodega perteneciente a Corabastos S.A. se tomó la totalidad del consumo de energía eléctrica y se proyectó el porcentaje de energía la cual produce el sistema fotovoltaico. De esta manera se dictaminó que el 39.6% de la demanda eléctrica perteneciente a Corabastos S.A. puede ser sustituida por este sistema implementado en las bodegas 11 y 22, así mismo, existe la posibilidad de proyectar más módulos fotovoltaicos para alcanzar el 100% brindando a la compañía Enel-Codensa la posibilidad de comprar energía eléctrica adicional a la central de abastos de Bogotá y ser comercializada en la ciudad.

Analizando las diferentes variables ambientales presentes en la ciudad y más específicamente en la UPZ 80 como lo es la radiación solar, el brillo solar y la velocidad del viento se dictaminó que los módulos fotovoltaicos poseen un valor agregado a la ciudad y a los diferentes sectores implementando el pensamiento holístico el cual abarca las atmosferas del desarrollo sostenible y ser parte del cambio social y de educación ambiental de la ciudad para lograr los objetivos de la agenda 2030. Los planes de

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

desarrollo de la ciudad y las diferentes regiones en el país deben ser estructurados bajo estos parámetros ya que harán del país una región más competitiva a nivel mundial lo cual atraerá diferentes empresas internacionales a invertir en los sectores donde se promueva e incite el uso de energías y proyectos sustentables.

Para la correcta demostración del sistema de módulos fotovoltaicos implementado en Corabastos S.A. se utilizaron diferentes programas para determinar la ubicación exacta de la central de abastos de Bogotá por medio de imágenes satelitales para que posteriormente se plasmara en el programa AutoCAD el posicionamiento y ubicación de cada módulo fotovoltaico con la inclinación adecuada y los espacios óptimos para su funcionamiento y mantenimiento, de esta manera se da cumplimiento a los parámetros de adecuación, construcción, implementación y puesta en marcha del proyecto utilizando la metodología on-grid para el correcto aprovechamiento de los tejados de las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A.

Por medio de la evaluación de impacto ambiental desarrollada con las características específicas del área de estudio se pueden determinar las fases del proyecto que suponen altos índices en las rutas de riesgo para la implementación del sistema, así mismo, se crean planes de contingencia y recomendaciones para la superación de los obstáculos y alertas tempranas para la optimización del sistema.

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) posee diferentes falencias para la obtención de datos, se requirieron de manera oficial diferentes datos respectivos a las variables ambientales en Bogotá y la UPZ 80 donde se encuentra Corabastos S.A. pero los datos solicitados no fueron entregados en su mayoría y los correspondientes carecían de información necesaria para permitir a la investigación poseer más sustento bibliográfico específico de la ciudad, así mismo, se recurrieron a diferentes bases de datos ambientales las cuales tuviesen información relevante de las variables meteorológicas en la ciudad de Bogotá con proyección de datos y datos en tiempo real, de esta manera se obtuvo la posibilidad de determinar las variables de los diferentes cálculos para realizar la correcta propuesta de implementación y analizar la factibilidad de la misma.

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

Corabastos S.A. posee diferentes problemáticas en las atmosferas del desarrollo sostenible, se debe realizar una educación ambiental a la población aledaña para así construir una conciencia ambiental, de esta manera se puede garantizar que los diferentes proyectos que se realicen en esta zona tendrán la aprobación necesaria por parte de los trabajadores y la sociedad civil residente en sus alrededores. El ingeniero Camilo Mogollón brindo datos de gran importancia a esta investigación pero lamentablemente su contrato rescindió en el mes de julio de 2019, así mismo, esto evidencia las grandes problemáticas de la empresa y los diferentes proyectos que se pueden proponer para un desarrollo óptimo dentro de la UPZ 80. La visión holística es fundamental para la correcta implementación de estos proyectos y de todos los actores involucrados.

Para el investigador de este proyecto como ingeniero ambiental en formación es muy importante la consecución de los objetivos ya que esto demuestra que en la actualidad se pueden ofrecer diferentes alternativas que ayuden a los ecosistemas y al mundo en general, el uso de energías renovables está ligado directamente con el desarrollo sostenible y brindar una propuesta a una empresa como Corabastos S.A. demuestra que se pueden optimizar los procesos existentes incluyendo diferentes alternativas para conseguir mejores resultados en las diferentes atmosferas que existan en cada proyecto en particular.

En cuanto a la factibilidad del proyecto tenemos que la tasa interna de retorno y el valor presente neto, nos genera un resultado positivo ya que la tasa es bastante favorable al momento de tener un resultado menor al 14%, además de esto se identifica en el balance económico que el proyecto comienza a tener ganancias en el tercer año de su implementación lo cual es otro factor a favor, también tenemos que las ganancias generadas por el proyecto una vez se recupera la inversión es bastante alta, ya que hablamos de más o menos 200 millones de pesos colombianos.

### 10. Recomendaciones

Para la correcta implementación de un sistema de módulos fotovoltaicos en la central de abastos de Bogotá Corabastos S.A. se debe tener en cuenta el estado del arte presente en esta investigación para

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

estudiar y analizar previamente los diferentes modelos que se han utilizado a través del mundo en diferentes regiones las cuales poseen variables similares a las de la UPZ 80 de la ciudad de Bogotá, así mismo, al ser un proyecto piloto en este sector y para esta industria debe ser acompañado por diferentes profesionales los cuales brinden la seguridad y prevalencia de todo el sistema.

La cotización brindada por ELECCOL S.A.S. es la metodología más viable para la correcta implementación y puesta en marcha con tiempos de retorno estimados en un periodo de tiempo estimado, de esta manera se puede obtener excelentes resultados por parte de este sistema de energía fotovoltaica y tener la posibilidad de replicarlo en otras bodegas con una adecuación preliminar para tener la posibilidad de abarcar mayor porcentaje de gasto energético por parte de Corabastos S.A.

Se recomienda un constante monitoreo y acompañamiento a Corabastos S.A. y la medición mensual de la huella de carbono ya que de esta manera se garantiza un cambio favorable y se determina a Corabastos S.A. como una empresa en pro del ambiente y que cumple con los objetivos y lineamientos propuestos para el cumplimiento de los objetivos y metas de la agenda 2030.

### Bibliografía

- Abella, A., Álvarez, E., Argüeso, J., Bozon, A., Castro, U., López, D., & Martén, I. (2015). *Smart Energy: nuevas aplicaciones y modelos de negocio*
- Abella, M. A. (2005). *Sistemas fotovoltaicos. SAPT Publicaciones Técnicas, SL.*
- Abur, A., Alvarado, F. L., Bel, C. A., Cañizares, C., Pidre, J. C., Navarro, A. J. C.,... & Expósito, A. G. (2002). *Análisis y operación de sistemas de energía eléctrica. McGraw-Hill.*
- Acevedo Garcés, F. D. J. (2016). *Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios.*
- AChEE. (2014). *guía de apoyo al desarrollo de diagnósticos energéticos para instituciones de educación superior. Santiago de Chile: AChEE*

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

- Aguilera, J., Hontoria, L., & Muñoz, F. J. (2011). Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos. *Grupo Idea, Departamento de electrónica, Escuela politécnica superior, Universidad de Jaén.*
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2010). UPZ No. 80 CORABASTOS reglamentación. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Alianza Uninorte. (20 de Marzo de 2016). Crisis energética en Colombia es por falta de planeación. *El Heraldo.*
- Altuve, J. G. (2004). El uso del valor actual neto y la tasa interna de retorno para la valoración de las decisiones de inversión. *Actualidad contable FACES, 7(9), 7-17.*
- Amaya Caicedo, D., & Ramos Olaya, O. (2010). Estudio De Factibilidad Técnica, Financiera Y Ambiental Para Determinar El Uso De Energía A Partir De Fuente Eólicas Como Mecanismo De Desarrollo En Bogotá D.C. (Administración Ambiental). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Andújar Márquez, J. M., Gómez, E., Juan, M., Durán Aranda, E., & Martínez Bohórquez, M. A. (2004). Sistema para la generación automática de curvas IV, PV y monitorización de módulos fotovoltaicos. *Proc. De las XXV Jornadas de Automática.*
- Aparicio, M. P. (2006). *Energía solar fotovoltaica: guía del usuario.* Marcombo.
- Avila, C. P. (2005). Energías Renovables Convencionales y No Convencionales. *Electro industria, 1-2.*
- Badii, M. H., Guillen, A., Abreu, J. L., & UANL, S. N. D. L. G. (2016). Energías Renovables y Conservación de Energía (Renewable Energies and Energy Conservation).
- Barrera, M. F. (2010). *Energía solar: Electricidad fotovoltaica.* Editorial Liber Factory.
- Bello, C., Sánchez, R., Cossoli, P., Vera, L., Busso, A., & Cadena, C. (2012, September). Evaluación del Desempeño de Sistemas Fotovoltaicos Autónomos en Zonas Rurales de la Provincia de Corrientes, Argentina. In *IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferencia Latino-Americana da ISES–São Paulo, Brasil.*
- Bello, C., Jimenez, V., Toranzos, V., Busso, A., Vera, L., & Cadena, C. (2009). Relevador portátil de curvas IV de paneles fotovoltaicos como herramienta de diagnóstico in situ de

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

sistemas de generación fotovoltaica. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13, 77-83.

- Benito Molina, G. M., & Ruiz Calderón, K. J. Análisis beneficio-coste de la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en el campus Aguas Claras de la Universidad Santo Tomás sede Villavicencio, Meta.
- Benito, T. P. (2005). *Guía del instalador de energías renovables: energía fotovoltaica, energía térmica, energía eólica, climatización*. Creaciones copyright.
- Bitar, S., Susana, M., & Chamas, B. (2017). Estudio de factibilidad para la implementación de sistemas fotovoltaicos como fuente de energía en el sector industrial de Colombia.
- BlueSol. (3 de Mayo de 2018). BlueSol. Obtenido de BlueSol: <https://blog.bluesol.com.br/modulo-fotovoltaico/>
- Bogotá. (21 de Noviembre de 2017). Bogotá.gov.co. Obtenido de Bogotá.gov.co: <https://bogota.gov.co/ubicacion-de-bogota-sitios-turisticos-vias-y-alrededores-de-bogota>
- Bogotá. (21 de Noviembre de 2017). Bogotá.gov.co. Obtenido de Bogotá.gov.co: <https://bogota.gov.co/encuentra-informacion-actualizada-sobre-el-clima-de-la-ciudad-de-bogota>
- Buendía Yáñez, A. P. (2014). *Caracterización y evaluación económica para la inversión en plantas menores a 20 MW conectadas al Sistema Interconectado Nacional (SIN) de Colombia a partir de fuentes de energías renovables eólica y solar* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín).
- Brieva, F. M. (2014). "La TIR", una herramienta de cuidado. *Gaceta Sansana*, 1(2).
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista digital universitaria*, 8(10), 2-12.
- Canter, L. W. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. McGraw-Hill.
- Carneiro, J. A. (2010). Módulos fotovoltaicos: Características e associações.
- Casaro, M. M., & Martins, D. C. (2008). Modelo de arranjo fotovoltaico destinado a análisis em eletrônica de potência via simulação. *Eletrônica de Potência*, 13(3), 141-146.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

- Castillo, Y., Gutiérrez, M. C., Vanegas-Chamorro, M., Valencia, G., & Villicaña, E. (2015). Rol de las Fuentes No Convencionales de Energía en el sector eléctrico colombiano. *Prospectiva*, 13(1), 39-51.
- Castro, S. C. D. (2010). Variabilidad de los ciclones tropicales que afectan a México. *Interciencia*, 35(4), 306-310.
- Cepeda Moya, J. S. Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones.
- Chavarría Roé, J. (2010). *Diseño e implementación de un inversor multinivel para sistemas fotovoltaicos conectados a red* (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Chica Dussán, A. C., & Gómez Abella, A. F. Propuesta para el Desarrollo de un Proyecto Fotovoltaico Conectado a Red en las Instalaciones del Hotel Chicalá en la Ciudad de Neiva, Huila.
- Colglazier, W. (2015). Sustainable development agenda: 2030. *Science*, 349(6252), 1048-1050.
- Conde, M. F. (2009). *Contribución al modelado del comportamiento eléctrico a sol real de módulos fotovoltaicos de silicio cristalino y CIS* (Doctoral dissertation, Universidad de Jaén).
- Conesa Fernández-Vítora, V., Conesa Ripoll, L. A., Conesa Ripoll, V., Bolea, E., Teresa, M., & Ros Garo, V. (1997). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Mundi-Prensa.
- Corabastos S.A. (2016). Corabastos S.A. Obtenido de Corabastos S.A.: 2016
- CORFO. (2017). *GÚÍA DE DISEÑO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ON-GRID*. Santiago de Chile: CORFO.
- Corpoema, C. E. (2010). Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE). *UPME, Colombia*.
- de la AChEE, E. (2012). La Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educativos (GEEEduc) de la Agencia Chilena de Eficiencia.
- de Madrid, C., & ÚNICA, D. F. (2006). Consejería de Economía e Innovación tecnológica. *Instituto de Estadística. NOME CALLES Nomenclátor Oficial y Callejero [en línea]. España*.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

- de Telecomunicación, C. O. D. I. (2002). Energía solar fotovoltaica. *Editorial Ibergraphi, España*.
- Definición de Radiación Solar. (2016). Definición ABC. Recuperado 20 Abril de 2016, de <http://www.definicionabc.com/ciencia/radiacion-solar.php>
- Demonti, R. (2003). Processamento da energia elétrica proveniente de módulos fotovoltaicos.
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162-167.
- Díaz, J. A. (10 de Agosto de 2008). Suelosolar. Obtenido de Suelosolar: <https://suelosolar.com/newsolares/newsol.asp?id=6702>
- Doria González, P. L., & Narvárez Mendoza, C. A. (2018). *Estudio de viabilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico On Grid Parala integración energética renovable de la sede central de la Universidad de Córdoba* (Doctoral dissertation).
- El Espectador. (9 de Febrero de 2017). La granja de energía solar más grande de Colombia. La granja de energía solar más grande de Colombia.
- El Tiempo. (05 de Junio de 2015). El Tiempo. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15901037>
- Enciclopedia Financiera. (15 de Marzo de 2018). Obtenido de <https://www.encyclopediafinanciera.com/finanzas-corporativas/tasa-interna-de-retorno.htm>
- Espejo Marín, C. (2004). La energía solar fotovoltaica en España.
- Espinoza, G. A. (2002). *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. BID/CED.
- Etter, A., Andrade, A., Amaya, P., & Arévalo, P. (2015). Estado de los ecosistemas colombianos 2014: una aplicación de la metodología de lista roja de ecosistemas. *UICN: Bogotá, Colombia*.
- Fernández Ferichola, J. (2009). *Caracterización de módulos fotovoltaicos con dispositivo portátil* (Bachelor's thesis).
- Figueroa-Cuello, A. N., Pardo-García, A., & Díaz-Rodríguez, J. L. (2017). Sistema control supervisor de clientes con acceso remoto para sistemas solares fotovoltaicos autónomos. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 7(2), 367-378.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

- Formación, E. (2007). *Energía solar fotovoltaica*. FC Editorial.
- Frolova, M. (2010). Los paisajes de la energía eólica: su percepción social y gestión en España.
- FUNDACIÓN ENERGÍA COMUNITARIA. (2017). *GÚÍA DE DISEÑO DE SISTEMAS*. Santiago de Chile: FUNDACIÓN ENERGÍA COMUNITARIA.
- Gaitán, M., Cancino, J., & Behrentz, E. (2007). Análisis del estado de la calidad del aire en Bogotá. *Revista de Ingeniería*, (26), 81-92.
- García, H., Corredor, A., Calderón, L., & Gómez, M. (2013). Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia.
- Garcia Sierra, R. (2016). *Toma de decisiones por grandes organizaciones en condiciones de incertidumbre: estudio de las grandes hidroeléctricas en Colombia 2010-2020* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá).
- Gasparin, F. P. (2009). Desarrollo de un trazador de curvas características de módulos fotovoltaicos.
- Gea, M., Montero, M. C. C., & Cadena, C. (2006). Simulación eléctrica y térmica de paneles fotovoltaicos. *Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10, 02-39.
- Gómez Orea, D. (1999). Evaluación del impacto ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. In *Evaluación del impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental*. Mundi-PrensaAgrícola Española.
- Gómez Ramírez, J. (2016). La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas.
- González, D., Luis, P., & Narváez Mendoza, C. A. (2018). *Estudio de viabilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico On Grid Parala integración energética renovable de la sede central de la Universidad de Córdoba* (Doctoral dissertation).
- Google Earth Pro. (2019). Google Earth Pro. Recuperado el 02 de septiembre de 2019, de Google Earth Pro: <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>
- Grimaldo Guerrero, J. W., Mendoza Becerra, M. A., & Reyes Calle, W. P. (2017). Modelo para pronosticar la demanda de energía eléctrica utilizando los productos internos brutos sectoriales: Caso de Colombia.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

- Guevara, S. S., & GIL, J. F. (2016). *Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico interconectado a red con soporte de almacenamiento en la Universidad Tecnológica de Pereira* (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Ingeniería en Mecatrónica).
- Gutiérrez, J. A., & Franco, J. F. (2011). Diseño de un Sistema Solar Fotovoltaico de 20 KWp Conectado a la Red. Universidad Autónoma de Occidente.
- Hecktheuer, L. A. (2001). Análise de associações de módulos fotovoltaicos.
- Hernández, J. C., & Medina, A. (2006). Conexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica: calidad de suministro. *Sumuntán*, 23, 33-44.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México.
- Hernández Torres, C. A. (2011). Análisis ambiental de las grandes centrales hidroeléctricas de Colombia aplicando metodología multiobjetivo.
- Hernández, J. M., Alonso, B. D. C., Nochebuena, M. C. V., & Oliver, J. S. (2012). Integración de sistemas de energía solar fotovoltaica en el edificio de oficinas del ZAE en Alemania. *Hábitat Sustentable*, 59-72.
- IDEAM. (s.f.). Mapas de Brillo Solar. IDEAM.
- IDEAM. (2014). Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. Colombia: IDEAM.
- IDEAM (2015). Atlas de viento de Colombia. Colombia: IDEAM
- Jiménez, J. P., & Podestá, A. (2009). *Inversión, incentivos fiscales y gastos tributarios en América Latina*. Cepal.
- Krenzinger, A., & Prieb, C. W. M. (2005). Clasificación y selección de módulos fotovoltaicos para una central conectada a la red. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9.
- Labarta, J. L. V. (2012). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Editorial Donostiarra Sa.
- Lamigueiro, O. P. (2013). Energía solar fotovoltaica. *Creative Commons ebook*.
- LÓPEZ, H. R. (Octubre de 2014). "DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LA RED PARA EL AREA DE ESTACIONAMIENTO DE LA

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SALAMANCA”. “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LA RED PARA EL ÁREA DE ESTACIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SALAMANCA”. Chihuahua, Chihuahua, México: CIMAR.

- Lorenzo, E. (2002). La energía que producen los sistemas fotovoltaicos conectados a la red: El mito del 1300 y el “cascabel del gato”. *Era Solar*, 107, 22-28.
- Lorenzo, E. (2011). Radiación solar y dispositivos fotovoltaicos. *CATÁLOGO DE PUBLICACIONES 2013*, 25.
- Lorenzo, J. A. (2006). Sunfields. Obtenido de Sunfields: <https://www.sfe-solar.com/baterias-solares/manual-calculo/>
- Manotas-Duque, D. F., & Toro-Díaz, H. H. (2009). Análisis de decisiones de inversión utilizando el criterio valor presente neto en riesgo (VPN en riesgo). *Revista Facultad de Ingeniería*, (49), 199-213.
- Mapas de Radiación Solar Global Sobre Una Superficie Plana. (2015). IDEAM.
- Marchionni, N. (2019). Estudio de impacto ambiental para la instalación de una planta fotovoltaica.
- Martínez Moreno, F. (2012). *Caracterización y modelado de grandes centrales fotovoltaicas* (Doctoral dissertation, Telecomunicación).
- Mejía, A. E., Londoño, M. H., & Osorio, J. C. (2010). Diseño e implementación de un seguidor solar para la optimización de un sistema fotovoltaico. *Scientia et Technica*, 16(44), 245-250.
- Méndez, J., & Cuervo, R. (2007). Energía solar fotovoltaica. *Fundación Confemetal, Madrid*, 27-28.
- Mete, M. R. (2014). Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 7(7), 67-85.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (16 de Abril de 2019). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural: <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/Paginas/Organigrama-Minagricultura.aspx>

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

- Molina, M., Mercado, P., & Wiernes, P. E. (2007). Análisis y simulación de algoritmos de control para el seguimiento del punto de máxima potencia de sistemas solares fotovoltaicos conectados a la red eléctrica. *Avances en energías renovables y medio ambiente, 11*.
- Morante, F., Mocelin, A., & Zilles, R. (2006). Capacitación y transferencia tecnológica: Su importancia en la sostenibilidad de los proyectos basados en tecnología solar fotovoltaica. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 10*, 1201-1208.
- Murcia, H. R. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de ingeniería, (28)*, 83-89.
- Muñoz Anticon, D. F. (2005). Aplicación de la energía solar para electrificación rural en zonas marginales del país.
- Ñustes Cuellar, W. A., & Rivera Rodríguez, S. R. (2017). Colombia: territorio de inversión en fuentes no convencionales de energía renovable para la generación eléctrica.
- Orea, D. G., & Villarino, M. T. G. (2013). *Evaluación de impacto ambiental*. Mundi-Prensa Libros.
- Ortiz, J. D. (2013). Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico de pequeña escala. *Visión electrónica, (1)*, 103-117.
- OSPINA'S ING S.A.S. (2018). Planos estructurales y eléctricos de Corabastos S.A. Bogotá, Colombia.
- Ovelar, M. (21 de Marzo de 2011). Color ABC. Obtenido de Color ABC: <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/escolar/energia-convencional-y-no-convencional-234637.html>
- Pabón, J. D. (2003). El cambio climático global y su manifestación en Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, (12)*, 111-119.
- Pasqualino, J., Cabrera, C., & Vanegas Chamorro, M. (2015). The environmental impacts of folic and solar energy implementation in the Colombian Caribe. *Prospectiva, 13(1)*, 68-75.
- Peña Olarte, G. A. Análisis de la Aceptación del Uso de Energía Solar para Beneficio Doméstico en la Comunidad del Sector Kilómetro 32, Vereda Albania, Municipio de San Vicente de Chucurí en el Departamento de Santander.

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

- Pinzón A, L. (2016). Alternativa en el aprovechamiento de energía solar ante crisis energética en Colombia. Retrieved from <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/15275/3/PinzonArevaloLadyViviana2016.pdf>
- Prieb, C. W. M. (2002). Desenvolvimento de um sistema de ensaio de módulos fotovoltaicos.
- Quesada, J. L. D., & y Certificación, A. E. D. N. (2009). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Aenor.7
- Ramírez, L. V. (21 de Noviembre de 2017). Bogota.gov.co. Obtenido de Bogota.gov.co: <https://bogota.gov.co/ubicacion-de-bogota-sitios-turisticos-vias-y-alrededores-de-bogota>
- Rampinelli, G. A., & Krenzinger, A. (2006). Efeito do Sombreamento em Células de uma Associação de Módulos Fotovoltaicos Conectados à Rede. *Avances em Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10, 17-24.
- Rasero, C. M. (2011). Energía solar fotovoltaica. *Energía solar fotovoltaica, situación actual*.4
- Reinoso, C. S., Milone, D. H., & Buitrago, R. H. (2009). Desarrollo de un modelo para estudio de centrales fotovoltaicas bajo diferentes configuraciones. In *Eighth Latin-American Congress on Electricity Generation and Transmission* (pp. 1-8).
- Rengifo, B., Quitiaquez, L., & Mora, F. (2012). La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia. *XII Coloquio internacional de Geocrítica. Colombia. Recuperado de: <http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2012/actas/06-B-Rengifo.pdf>*.
- Rodrigues, S., Torabikalaki, R., Faria, F., Cafofo, N., Chen, X., Ivaki, A. R., . . . Morgado-Dias, F. (2016). Economic feasibility analysis of small scale PV systems in different countries. *Solar Energy*(131), 81-95
- Rodríguez, M. M., Martín, R. L., & Roselló, M. J. P. (2015). LAS PLANTAS FOTOVOLTAICAS EN EL PAISAJE. TIPIFICACIÓN DE IMPACTOS Y DIRECTRICES DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA1. *NIMBUS n° 25-26*, 129.
- Romero, H., & Sarricolea, P. (2006). Patrones y factores de crecimiento espacial de la ciudad de Santiago de Chile y sus efectos en la generación de islas de calor urbanas de superficie. *Clima*,

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

*Sociedad y Medio Ambiente. Zaragoza: Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (Serie A N° 5), 827-837.*

- Romero, F. C., & Abella, M. A. (2003). Inversores para conexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica. *Era solar: Energías renovables*, (115), 18-33.
- Salas, H. J. (1990). Términos de referencia para la elaboración del estudio de diagnóstico y evaluación del lago San Pablo. In *CEPIS Informe técnico* (No. 378). CEPIS.
- Santamaría, G., & Castejón, A. (2010). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Editex.
- Scarpellini, S. (2012). *Eco-innovación y eficiencia energética en centros tecnológicos: caracterización y sistemas de medición para un análisis cualitativo de la actividad* (Doctoral dissertation, Universidad de Zaragoza).
- Secretaría General Alcaldía Mayor de Bogotá. (03 de Febrero de 2017). Secretaría General Alcaldía Mayor de Bogotá. Obtenido de Secretaría General Alcaldía Mayor de Bogotá: <https://secretariageneral.gov.co/transparencia/estructura-organica-talento-humano/organigrama>
- SIDRACH DE CARDONA, M., Sánchez-Friera, P., Piliouline, M., Pelaez, J., Carretero, J., & Mora-López, L. (2010). Degradación de módulos fotovoltaicos de silicio cristalino tras 12 años de operación en España. In *IV Conferencia Latino Americana de Energía Solar (IV ISES\_CLA) y XVII Simposio Peruano de Energía Solar (XVII-SPES)*, Cusco.
- Soto, I. E. P. (2005). Celdas fotovoltaicas en generación distribuida. *Santiago de Chile*, 7.
- Style, O. (2012). *Energía Solar Autónoma: Planificación, dimensionado e instalación de un sistema fotovoltaico autónomo*. Oliver Style.
- Torralvo, C. C. (2015). *Modelos para la caracterización eléctrica de módulos fotovoltaicos en condiciones de sol real* (Doctoral dissertation, Universidad de Málaga).
- UPME. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. Retrieved from [http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion\\_Energias\\_Renovables/INTEGRACION\\_ENERGIAS\\_RENOVANLES\\_WEB.pdf](http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf)
- Urbano, J. B., González, F. H. T., Perilla, P. E. V., & Contreras, J. U. C. (2010). Estudio para el uso de la tecnología solar fotovoltaica. *Ingeniería solidaria*, 6(10-11), 69-81.

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

- Valdiviezo Salas, P. D. (2014). Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP.
- Valencia, A. C. M. (2016). Crisis energética en Colombia. *TIA Tecnología, investigación y academia*, 4(2), 74-82.
- Vallejo Lozada, W. A., Hernandez, J., & Saenz, E. (2010). Estudio del Recurso Solar en la ciudad de Bogotá para el diseño de sistemas Fotovoltaicos interconectados residenciales. *Revista Colombiana de Física*, 42(2) ,5.
- Vallina, M. M. (2010). *Instalaciones solares fotovoltaicas 2ª edición 2018*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Velasco, J. G. (2009). *Energías renovables*. Reverte.
- Weatherspark. (2019). Weatherspark. Recuperado el 01 de 04 de 2019, de Weatherspark: <https://es.weatherspark.com/y/23324/Clima-promedio-en-Bogot%C3%A1-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Zapata, C. M., Zuluaga, M. M., & Dyner, I. (2005). Fuentes alternativas de generación de energía, incentivos y mandatos regulatorios: Una aproximación teórica al caso colombiano. *Energética*, (34), 55-63.
- Zilles, R. (1993). *Modelado de generadores fotovoltaicos. Efectos de la dispersión de parámetros* (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).

## Anexos

### Anexo 1. Encuesta

- Teniendo conocimiento previo de algunas características de Corabastos S.A., se formularon diferentes preguntas. Le agradecemos su colaboración en el desarrollo de las siguientes preguntas:

1. Actualmente ¿Cuánto es el pago que deben realizar por consumo de energía?
2. ¿Considera que el valor que se paga por el consumo de energía es muy alto?

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

3. Debido a que presenta un consumo y costo energético mensual alto, ¿Corabastos ha calculado la huella de carbono que se produce?
4. ¿Cree usted que es conveniente buscar fuentes de energías alternativas para llegar a conseguir un ahorro en el costo de energía?
5. ¿Cuánto es el valor con el que cuentan o Corabastos está dispuesta a invertir para la implementación de módulos fotovoltaicos?
6. ¿Cuentan con algún profesional de apoyo para el desarrollo de conductas responsables o educación ambiental para los trabajadores?
7. ¿Si a lo largo del estudio de la investigación requerimos de información adicional o se presenta alguna duda, existe algún canal de comunicación con usted?

Muchas gracias por su colaboración y atención prestada

**Anexo 2.** Estructuras de las bodegas 11 y 22

- Estructura nueva de las bodegas 11 y 22



DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

- Estructura antigua de las demás bodegas



DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

Anexo 3. Datos IDEAM

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES													
SISTEMA DE INFORMACION													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE NUBOSIDAD (Octas)										NACIONAL AMBIENTAL			
FECHA DE PROCESO : 2019/03/21							ESTACION : 21206620 COL H DURAN DUSAN						
LATITUD 0438 N		TIPO EST CO		DEPTO BOGOTA D.C.		FECHA-INSTALACION 2001-NOV							
LONGITUD 7410 W		ENTIDAD 01 IDEAM		MUNICIPIO BOGOTA				FECHA-SUSPENSION					
ELEVACION 2562 m.s.n.m		REGIONAL 11 BOGOTA		CORRIENTE BOGOTA									
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VR ANUAL
2003			6			5							6
2004									3	4	3		3
2005			3	5									4
2006				6									6
2008			6										6
2009				5		5		6	4	5	5	3	5
2010	2	3	4	6	6	5	5		5	5	6	4	5
2011	5	6	7	7	7	7	6	7	7	7	7	8	7
2012		7	7	7	6	6							7
2013								4	4				4
2014	4	4	5	5	6			6					5
2015								6	6				6
MEDIO	4	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5
MAXIM	5	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	8	8
MINIM	2	3	3	5	6	5	5	4	3	4	3	3	2

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES													
SISTEMA DE INFORMACION													
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)										NACIONAL AMBIENTAL			
FECHA DE PROCESO : 2019/03/21							ESTACION : 21206620 COL H DURAN DUSAN						
LATITUD 0438 N		TIPO EST CO		DEPTO BOGOTA D.C.		FECHA-INSTALACION 2001-NOV							
LONGITUD 7410 W		ENTIDAD 01 IDEAM		MUNICIPIO BOGOTA				FECHA-SUSPENSION					
ELEVACION 2562 m.s.n.m		REGIONAL 11 BOGOTA		CORRIENTE BOGOTA									
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VR ANUAL
2002					7.9	68.9	9.0	9.4	6.8	16.5			118.5
2003	.0	9.5	37.3	32.6	5.8	22.9							108.1
2004						28.1	42.6	20.9	33.5	114.0	81.8	3.7	324.6
2005	*		*	59.2	95.6								154.8
2006				111.1									111.1
2007					107.4	122.9	*	*	12.1	92.5			334.9
2008	*	55.1	97.1										152.2
2009			*	56.3	*	36.9	*	39.9	2.4	94.9	84.4	20.2	335.0
2010	1.2	22.0	31.4	157.7	156.9	93.0	99.5		55.9	95.2	244.7	175.9	1133.4
2011	43.3	51.2	*	145.4	92.5	45.1	44.3	54.7	33.1	101.5	159.0	129.1	899.2
2012	*	56.0	76.0	201.8	52.9	33.8	41.8	60.2	37.8	118.0	32.1	55.6	766.0
2013	1.5	41.7				*		54.0	17.0				114.2
2014	17.0	27.0	41.5	74.7	54.8	14.3		15.5					244.8
2015							*	76.1	8.7				84.8
MEDIOS	12.6	37.5	56.7	104.9	71.7	51.8	47.4	41.3	23.0	90.4	120.4	76.9	734.6
MAXIMOS	43.3	56.0	97.1	201.8	156.9	122.9	99.5	76.1	55.9	118.0	244.7	175.9	244.7
MINIMOS	0.0	9.5	31.4	32.6	5.8	14.3	9.0	9.4	2.4	16.5	32.1	3.7	0.0

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES													
SISTEMA DE INFORMACION													
VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)										NACIONAL AMBIENTAL			
FECHA DE PROCESO : 2019/03/21							ESTACION : 21206620 COL H DURAN DUSAN						
LATITUD 0438 N		TIPO EST CO		DEPTO BOGOTA D.C.		FECHA-INSTALACION 2001-NOV							
LONGITUD 7410 W		ENTIDAD 01 IDEAM		MUNICIPIO BOGOTA				FECHA-SUSPENSION					
ELEVACION 2562 m.s.n.m		REGIONAL 11 BOGOTA		CORRIENTE BOGOTA									
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VR ANUAL
2002					*	*	*	*	*	*	15.4	*	15.4
2003	*	*	*	*	*	*							
2004									14.9	14.9	14.8	*	14.9
2005			*	15.6	*				15.0				15.3
2006				*	*	*	*	15.1	*	*	*		15.1
2007		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	
2008	*	*	*										
2009			*	*				*	15.7	15.6	15.7	16.2	15.8
2010							14.3	14.4	14.3	14.5	14.2	14.5	14.4
2011	15.0	15.0	*	15.2	15.9	15.5	15.2	15.2	15.2	15.2	15.5	15.6	15.3
2012	*	*	16.1	16.3	15.3	15.5	*	14.8	14.9	15.5	15.7	15.6	15.5
2013	15.8	15.8	16.7	16.6	16.4	16.1		15.3	15.4	15.5	15.6	15.4	15.9
2014	15.2	15.7	15.8	16.1	15.5	15.3		15.3					15.6
2015							15.6	15.5	15.7				15.6
2016	16.3	*											16.3
MEDIO	15.6	15.5	16.2	16.0	15.8	15.6	15.0	15.1	15.1	15.2	15.3	15.5	15.5
MAXIM	16.3	15.8	16.7	16.6	16.4	16.1	15.6	15.5	15.7	15.6	15.7	16.2	16.7
MINIM	15.0	15.0	15.8	15.2	15.3	15.3	14.3	14.4	14.3	14.5	14.2	14.5	14.2

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES														
SISTEMA DE INFORMACION														
VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)										NACIONAL AMBIENTAL				
FECHA DE PROCESO : 2019/03/21							ESTACION : 21206620 COL H DURAN DUSAN							
LATITUD 0438 N		TIPO EST CO		DEPTO BOGOTA D.C.		FECHA-INSTALACION 2001-NOV								
LONGITUD 7410 W		ENTIDAD 01 IDEAM		MUNICIPIO BOGOTA				FECHA-SUSPENSION						
ELEVACION 2562 m.s.n.m		REGIONAL 11 BOGOTA		CORRIENTE BOGOTA										
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	VR ANUAL	
2002					*	*	*	*	*	*		95	*	95
2003	*	*	*	*	*	*								
2005				*	*									
2006				*	*	*	*	91	*	*	*			91
2007	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*		
2008	*	*	*											
2009				*				*		64	73	75	71	71
2010							81	78	79	81	87	83		82
2011	77	78	*	82	79	78	73	75	75	77	79	*		77
2012	*	*	81	83	83	*	*	78	74	74	75	71		77
2013	75	74	*	*	77	76		74	73	73	75	74		75
2014	72	75	76	72	74			75						74
2015							78	78	78					78
2016	75	*												75
MEDIOS	75	76	79	79	78	77	77	78	74	76	81	75		77
MAXIMO	77	78	81	83	83	78	81	91	79	81	95	83		95
MINIMO	72	74	76	72	74	76	73	74	64	73	75	71		64



DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

**CONTAMOS CON UN AMPLIO PORTAFOLIO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS con la energía para el crecimiento de tu negocio.**

**SERVICIOS Y PRODUCTOS ELÉCTRICOS**

- Instalaciones, instalación de redes y armarios de carga
- Mantenimientos de infraestructura eléctrica
- Flete, obra y cálculo de costos
- Equipos de respaldo

**ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

- Sistemas fotovoltaicos con o sin batería de almacenamiento

**ALUMINACIÓN EFICIENTE**

- Diseños de alumbración
- Estudios fotométricos

**ALUMINACIÓN ARTÍSTICA**

- Proyectos de navidad
- Iluminación arquitectónica
- Iluminación de eventos

**SERVICIO DE GESTIÓN EFICIENTE**

**CON ABASTOS**  
INFRAESTRUCTURA Y MEDIO AMBIENTE

17 ENE. 2019

No. de Radicado: \_\_\_\_\_  
 Recibido: Diego Rios  
 Hora: 4:43

**Llama al 601 6000 opc. 1**

Cualquiera que sea tu energía, Enel - Condensa tiene una solución para ti.

**What's your power?**

**Síguenos**

@condensaemp  
 @condensaemp  
 Condensa SA ESP  
[www.condensa.com.co](http://www.condensa.com.co)

---

**RESUMEN EJECUTIVO**

Factura de Servicios Públicos No. 537068934-4

Periodo facturado: 12 DIC/2018 A 14 ENE/2019

Tarifa mes de facturación: DIC/2018

Fecha expedición: 17 Ene/2019

Próxima lectura del medidor: 11 FEB/2019

**INFORMACIÓN TÉCNICA**

Ruta: 1000 3 12 317 0468 MS00454719      Código de Resunción: LC

Tipo de Servicio: Comercial Estrato: 0      Actualiz: Normal

Medidor No. 50889592      Medidor No. 50889592      Lectura: Real

Circuito: TE18      Transformador: 73651TR1Gauge: 1

Propiedad: Personal      Activo: Corexcon      Rad. Subterránea

Nivel de Tensión: 2      Carga (kW): 0      Nivel de Referencia: Nivel II

G: 19647297 33 9739 D: 973964 CV: 45310 PR: 106281 R: 33312U 419259C: 0000

**REPARTO ESPECIAL**

78401

CORPORACION DE ABASTOS DE BOTA S.A.  
 AK 80 NO 2 SUR - 51  
 121GL001  
 BOGOTÁ, D.C. - CORABASTOS

Número de cliente  
**2312200-9**

Cita este número para pagos y consultas

**PAGO OPORTUNO**

**\$396.073.170**

**TOTAL A PAGAR**

**AVISO DE SUSPENSIÓN**

**29 ENE/2019**

OPERADOR DE RED: CUDDIGA S.A. ESP      SERVICIO AL CLIENTE: 01 800 00 10 10      CORP. ALIMENTOS PANALABRES S.A.S. REG. COMERCIAL No. 286 DE ENCENABOBO DE 1997 POR REGISTRO ESPECIAL Y CANCELACION DE REGISTRO ESPECIAL

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTA S.A.

**Anexo 5.** Cotización ELECCOL S.A.S.

A continuación presentamos propuesta económica de ingeniería, instalación y puesta en marcha de planta solar fotovoltaica de 415,125 kWp.

ITEM	NOMBRE DEL ELEMENTO	ESPECIFICACIONES	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>Propuesta económica techo solar bodegas de Corabastos (Potencia total instalada 415,125 kWp)</b>						
1	Panel solar	PANEL SOLAR MONO PERC 375WP 1500V	UNIDAD	1.107	525.184,00 COP	581.378.688 COP
2	Inversor STP 50-41-US (CORE1-US)	SMA- Inversor SunnyTripower Core1 50kW	UNIDAD	7	25.353.898,57 COP	177.477.291 COP
3	STP 33-41-US (CORE1-US)	SMA-Inversor SunnyTripower Core1 33kW	UNIDAD	1	18.744.576,00 COP	18.744.576 COP
4	Monitoreo	Sistema de Monitoreo (Incluido con el Inversor 24/7)	GLOBAL	1	-	-
5	ESTRUCTURA PARA TEJA S-SI	ESTRUCTURA PARA TEJA S-SI Incluye: Middle condition PV Kit, Edge Condition PV Kit, VersaBracket 47, PV kit Nut para 328 paneles	UNIDAD	1.107	115.200,00 COP	127.526.400 COP
6	Protecciones y Cable	Cajas de protecciones y breakers, cable de conexiones, cable AC, terminales, protecciones AC, ductería y demás componentes eléctricos secundarios necesarios para la correcta instalación bajo norma.	GLOBAL	1	150.000.000,00 COP	150.000.000 COP
7	Instalación	Instalación y configuración del sistema. Incluye configuración de inversores, conexión a la red, configuración de monitoreo, instalación de módulos solares, sistema de tierra y todas la conexiones eléctricas necesarias conforme a la norma. Medida en kW instalados. Se incluye certificación Retie.	kW	415,125	400.000,00 COP	166.050.000 COP
					<b>Subtotal</b>	<b>1.221.176.954,69 COP</b>

Subtotal	1.221.176.954,69 COP
Administración 15%	183.176.543,20 COP
Imprevistos 3%	36.635.308,64 COP
Utilidades 6%	73.270.617,28 COP
IVA sobre Utilidades 19 %	13.921.417,28 COP
<b>Total</b>	<b>1.528.180.841,10 COP</b>

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

## Anexo 6. Evaluación de impacto ambiental

Fase del proyecto		Construcción											Operación			Desmantelamiento												
Determinación de la factibilidad para la implementación de módulos fotovoltaicos en las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A.		Transporte de maquinaria, equipos y materiales	Construcción de canales de cableado	Cercado del terreno	Desbroce y nivelación del terreno	Excavación de cimientos	Almacenamiento de materiales	Construcción de instalaciones provisionales	Montaje de soporte y paneles	Pruebas y puesta en marcha	Entrenamiento del personal	Manejo y disposición de residuos de la etapa de construcción	Total construcción	Generación de energía	Ocupación del territorio	Operaciones y mantenimiento	Total operación	Demontaje de estructuras	Desmontaje de módulos	Extracción de cimientos	Desmontaje de inversores	Desmantelamiento centro de transformación	Retirada de equipos	Retirada de interconexiones	Gestión de recursos	Restitución de terrenos	Deposición final de módulos fotovoltaicos	Total desmantelamiento
		Componente	Impacto																									
Geomorfología	Erosión	-15	-30				-17	-20	-23			-40	-145															
	Modificación paisajística		-20	-10	-5		-15	-40	-40			-33	-163		-20	-10	-30	20	20		20			40	46	-35	131	
Suelo	Cambio en condiciones físico-químico	-15					-4	-2				-19					15	5		5							25	
	Cambio de uso del suelo	-5	-10				-7	-8				-30																
	Generación de residuos	-28	-30		-10		-15	-50	-26	-10		-80	-229				-50	-50		-26	-15	-50	-20	20	5	-80	-246	
Hidrología	Contaminación de aguas subterráneas											-30																
	Deterioro de la calidad del aire	-20			-5							-25																
Aire	Aumento de ruidos	-35	-42		-5			-30	-27	-10		-149		-5	-5	-50	-50		-50	-20	-60	-15				-50	-235	
	Alteración de la calidad del agua	-10					-2					-12												20	5		25	
Recurso hídrico	Disminución del recurso hídrico																											
	Total dimensión física											-802					-35										-360	
Flora	Perdida de cobertura vegetal																											
Fauna	Afectación de especies focales	-5	-5				-10	-15	-15	-15	-25	-90		-20	-20	-40	10	10		-5	-5	-5	-5	-5	-5	-40	-50	
	Total dimensión física											-90					-40										-50	

Fase del proyecto		Construcción											Operación			Desmantelamiento												
Determinación de la factibilidad para la implementación de módulos fotovoltaicos en las bodegas 11 y 22 de Corabastos S.A.		Transporte de maquinaria, equipos y materiales	Construcción de canales de cableado	Cercado del terreno	Desbroce y nivelación del terreno	Excavación de cimientos	Almacenamiento de materiales	Construcción de instalaciones provisionales	Montaje de soporte y paneles	Pruebas y puesta en marcha	Entrenamiento del personal	Manejo y disposición de residuos de la etapa de construcción	Total construcción	Generación de energía	Ocupación del territorio	Operaciones y mantenimiento	Total operación	Demontaje de estructuras	Desmontaje de módulos	Extracción de cimientos	Desmontaje de inversores	Desmantelamiento centro de transformación	Retirada de equipos	Retirada de interconexiones	Gestión de recursos	Restitución de terrenos	Deposición final de módulos fotovoltaicos	Total desmantelamiento
		Procesos económicos	Cambio económico por el uso de módulos fotovoltaicos	20	20		20			5	20	5		90	30		30	60										
Generación de empleo	20		20		10		20	20	20	20	30	160	10		10	20	30	30	30	20	30	40	20	40		50	230	
Fortalecimiento de la economía de la UPZ	40		40		10			5	20	10		125	30		30	60	-20	-17	-10	-15	-15	-20	-15	5		5	-102	
Procesos sociopolíticos	Generación de expectativas sociales sobre el desarrollo territorial	20	20		20			10	10	20	15	115	10		30	40	-15	-15	-20	-10	-15	-10	-10	20	15	10	-35	
	Expectativas sociales sobre el desarrollo de educación	20	20		20		10	30	20		30	170	20	20	30	70	10	5		5	5	5	5	10		25	70	
Dimensión espacial	Cambios en la prestación de servicios públicos y/o sociales														20	20	40	-20	-20	-15	-10	-10	-5	-5	-10		-110	
	Total dimensión socioeconómica y cultural											660				290											113	

ESCALA DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS POSITIVOS	POSITIVO	VALOR	COLOR
	Irrelevante	< 25	
	Moderado	≥ 25 y < 50	
	Severo	≥ 50 y < 75	
ESCALA DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS NEGATIVOS	NEGATIVO	VALOR	COLOR
	Irrelevante	< -25	
	Moderado	≥ -25 y < -50	
	Severo	≥ -50 y < -75	
Critico	≤ 75		

# DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

## Glosario

- **Energía:** Capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.
- **Gasto energético:** relación entre el consumo de energía y la energía que necesita el sistema.
- **Estructura:** La palabra estructura se refiere a la disposición y distribución de las partes de un todo, cuyo orden y relación entre sí permiten el funcionamiento de un determinado sistema. Proviene del latín *structus*, que quiere decir 'construido', y la partícula *ura*, que quiere decir 'resultado' o 'actividad'.
- **Contrato hora labor:** El contrato de trabajo por duración de obra o labor es aquel se firma por el tiempo que dure la construcción o ejecución de una obra, actividad o labor determinada.
- **Productividad:** El objetivo de la productividad es medir la eficiencia de producción por cada factor o recurso utilizado, entendiendo por eficiencia el hecho de obtener el mejor o máximo rendimiento utilizando un mínimo de recursos. Es decir, cuantos menos recursos sean necesarios para producir una misma cantidad, mayor será la productividad y por tanto, mayor será la eficiencia.
- **Inversión:** Una inversión es una actividad que consiste en dedicar recursos con el objetivo de obtener un beneficio de cualquier tipo.
- **Tasa interna de retorno:** La tasa interna de retorno (TIR) nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, va a venir expresada en tanto por ciento. El principal problema radica en su cálculo, ya que el número de periodos dará el orden de la ecuación a resolver. Para resolver este problema se puede acudir a diversas aproximaciones, utilizar una calculadora financiera o un programa informático.
- **Balance económico:** El balance económico, es el resultado que se obtiene después de la actividad económico total del estado para concluir si hay resultados positivos (superávit) o negativos (déficit).

DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

- Cableado: Circuitos interconectados de forma permanente para llevar a cabo una función específica. Suele hacer referencia al conjunto de cables utilizados para formar una red de área local.
- Plano estructural: Los planos estructurales se definen como una representación gráfica de elementos estructurales, que se guían por varias normas para su dibujo e interpretación.
- Plano eléctrico: Un plano eléctrico es la representación de los diferentes circuitos que componen y definen las características de una instalación eléctrica y donde se detallan las particularidades de los materiales y dispositivos existentes.
- Sociedad público privada: En líneas generales, una asociación público-privada se refiere a un acuerdo entre el sector público y el sector privado en el que parte de los servicios o labores que son responsabilidad del sector público es suministrada por el sector privado bajo un claro acuerdo de objetivos compartidos para el abastecimiento del servicio público o de la infraestructura pública. Usualmente, no incluye contratos de servicios ni contratos llave en mano, ya que estos son considerados como proyectos de contratación pública, o de privatización de servicios públicos en los que existe un rol continuo y limitado del sector público.
- Calculo: La palabra cálculo proviene del término latino *calculus* (“piedra”) y se refiere a la cuenta, la enumeración o la pesquisa que se lleva a cabo mediante un ejercicio matemático. El concepto también se utiliza como sinónimo de conjetura.
- Formula: Una fórmula es un método o procedimiento práctico convencional que, a partir de determinados símbolos, reglas, pasos y/o valores, permite resolver problemas o ejecutar procesos de manera ordenada y sistemática, a fin de obtener un resultado específico y controlado.
- Eficiencia: En lo que respecta a células solares es el porcentaje de energía solar que es transformada en energía eléctrica por la célula. En función de la tecnología y la producción técnica, éste varía entre un 5% y un 30%.

## DETERMINACIÓN DE LA FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CELDAS FOTOVOLTAICAS EN LAS BODEGAS 11 Y 22 DE LA CORPORACIÓN DE ABASTOS DE BOGOTÁ S.A.

- **Electrolito:** En el caso de las baterías empleadas en sistemas fotovoltaicos, es una solución diluida de ácido sulfúrico en la que se verifican los distintos procesos que permiten la carga y descarga de la batería.
- **Kilovatio (kW):** Unidad de potencia equivalente a 1000 vatios.
- **Ahorro solar anual =** El ahorro solar anual de un edificio solar es el ahorro de energía atribuible a una característica solar relativa a los requerimientos energéticos de un edificio no solar.
- **Sistema conectado a la red =** Un sistema solar eléctrico o fotovoltaico (PV) en el que la matriz fotovoltaica actúa como una central generadora, suministrando energía a la red. También se refiere como sistema grid-Interactive.
- **Eficiencia solar =** La relación de la energía eléctrica producida por un dispositivo fotovoltaico a la potencia de la luz solar incidente en el dispositivo. Medido en porcentaje.
- **Estructura de montaje solar =** Se refiere a la estructura mecánica utilizada en los sistemas solares fotovoltaicos para la retención de los módulos solares. Las estructuras de montaje solar se deben idealmente hacer de un material resistente del tiempo como el hierro galvanizado (soldado enrollado en el intestino) o el aluminio anodizado u otros materiales resistentes del tiempo similar.
- **Ángulo de inclinación:** Ángulo en el que se configura una matriz fotovoltaica para hacer frente al sol en relación con una posición horizontal. El ángulo de inclinación puede ajustarse o ajustarse para maximizar la recolección estacional o anual de energía.
- **Dimensionado:** proceso por el cual se estima el tamaño de las instalaciones necesarias para un proyecto fotovoltaico con unas condiciones metodológicas dadas y estipuladas.