

Mejoramiento en los procesos de conexión a la red de plantas solares fotovoltaicas en la empresa

Suncol Energy SAS

Nelson Steven Páez Rodríguez

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Industrial

Director

Carlos Eduardo Díaz Bohórquez

M.Sc. Ingeniería Industrial

Codirector

Liliana Corredor Barrera

Master of science in global production engineering in renewable energies

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios industriales y empresariales

Bucaramanga

2022

### **Dedicatoria**

Dedico principalmente este trabajo a Dios quien me dio la fortaleza para sobrepasar las adversidades y retos que día a día se iban presentando en mi formación profesional, a mi familia la cual siempre fue un apoyo fundamental y esencial en mi etapa universitaria, con quienes celebré y así mismo recibí consejos y palabras de aliento necesarias en los momentos difíciles que se presentaron, a mis amigos más cercanos quienes tendieron su mano y estuvieron haciendo de la etapa universitaria una época que quedará en mi memoria.

### **Agradecimientos**

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander y a la facultad de estudios industriales y empresariales, al docente y director de trabajo de grado el profesor Carlos Eduardo Diaz Bohórquez, quienes me apoyaron y brindaron consejos para la realización y finalización de mi trabajo para optar por mi título, agradezco a la empresa Suncol Energy SAS por permitirme elaborar mi trabajo de grado junto a ese gran equipo de trabajo, a la ingeniera Liliana Corredor quien fue la persona que me guio durante esta hermosa etapa, adicional a todos aquellos profesores que aportaron enseñanzas y consejos, a Dios por darme la fuerza de sobreponerme ante los obstáculos, a mis padres y hermanos por confiar en mí.

**Tabla de contenido**

Resumen..... 10

Abstract ..... 11

1. Generalidades de la empresa..... 15

    1.1 Identificación de la empresa: ..... 15

    1.2 Misión: ..... 15

    1.3 Visión: ..... 16

    1.4 Estructura Organizacional: ..... 17

    1.5 Diagrama de conexión a la red: ..... 17

2. Objetivos ..... 20

    2.1 Objetivo General ..... 20

    2.2 Objetivos Específicos..... 20

3. Marco teórico: ..... 21

    3.1 Autogeneración: ..... 21

    3.2 Energía Solar Fotovoltaica: ..... 21

    3.3 Conversión de energía solar: ..... 22

    3.4 Proceso de conexión a la red ..... 22

        3.4.1 Resolución CREG 174 de 2021: ..... 22

        3.4.2 Condiciones para conectarse a la red: ..... 23

        3.4.3 Condiciones para la medición: ..... 26

        3.4.4 Condiciones para la comercialización: ..... 28

    3.5 Sistema integrado gestión de calidad y seguimiento..... 29

4.Planteamiento del problema.....	31
4.1 Entrevistas al personal directo del área a intervenir con revisión de causas y efectos generados durante la legalización de un proyecto frente al OR.....	34
4.2 Recopilación y análisis Proyectos legalizados como AGPE.....	37
5. Formulación del plan de mejoramiento en el área de proceso de conexión a la red de sistemas solares fotovoltaicos. ....	39
5.1 Mejora proceso de legalización.....	40
5.2 Mejora Procesos incentivos tributarios UPME. ....	48
5.3 Proyectos exitosos con índices de calidad: .....	53
6. Sistema de indicadores de evaluación del proceso de conexión a la red de sistemas solares. ....	54
7. Implementación del plan de mejora. ....	59
8. Conclusiones: .....	66
9. Recomendaciones: .....	67
Referencias Bibliográficas .....	68

**Lista de Tablas**

Tabla 1 Cumplimiento Objetivos. ....	12
Tabla 2 Encuesta general a ingenieros del área de la problemática encontrada .....	36

**Lista de figuras.**

Figura 1 Organigrama Suncol Energy SAS .....	17
Figura 2 Diagrama de Operaciones- Conexión a la red (Operadores de red generalizados). ..	17
Figura 3 Diagrama de Ishikawa proceso de conexión a la red.....	34
Figura 4 Histograma y polígono de frecuencias .....	37
Figura 5 Instalación de proyectos Suncol Energy SAS.....	42
Figura 6 Parametrización y cambio de medidor .....	44
Figura 7 Obtención dictamen RETIE.....	46
Figura 8 Seguimiento Facturación OR.....	47
Figura 9 Respuesta emitida por ente UPME .....	51
Figura 10 Bienes y productos objeto de no certificación.....	51
Figura 11 Diagrama de flujo UPME (2022) .....	51
Figura 12 Exoneración Reactiva bajo concepto CREG S2022002594 .....	54
Figura 13 Notificación error, sistema solar Fotovoltaico.....	58
Figura 14 Certificado construcción y legalización proyecto.....	61

**Lista de Apéndices**

Apéndice A. Carta Autorización Uis.....(adjunto en apéndices)

Apéndice B. Proceso conexión SSFV..... 19

Apéndice C. Exoneración Reactiva 20220330035844.....53

Apéndice D. CREG S2022002594.....53

Apéndice E. Indicadores de seguimiento.....54

Apéndice F. Mejoras conexión a la red..... 58

Apéndice G. Listado de bienes y servicios.....(adjunto en apéndices)

Apéndice H. Evidencia Socialización Interna y cliente.....(adjunto en apéndices)

Los apéndices están adjuntos en el CD y puede visualizarlos en base de datos de la biblioteca UIS

### Glosario

1. Comercialización de energía: actividad consistente en la compra de energía eléctrica en el mercado mayorista y su venta a los usuarios finales, regulados o no regulados, bien sea que desarrolle esa actividad en forma exclusiva o combinada con otras actividades del sector eléctrico, cualquiera de ellas sea la actividad principal.
2. Fuentes convencionales de energía: son fuentes convencionales de energía aquellas utilizadas de forma intensiva y ampliamente comercializadas en el país.
3. Fuentes no convencionales de energía: son fuentes no convencionales de energía, aquellas fuentes de energía disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente.
4. Generación de la energía: actividad consistente en la producción de energía eléctrica mediante una planta hidráulica o una unidad térmica conectada al Sistema Interconectado Nacional, bien sea que desarrolle esa actividad en forma exclusiva o en forma combinada con otra u otras actividades del sector eléctrico, cualquiera de ellas sea la actividad principal.

## Resumen.

**Título:** Mejoramiento en los procesos de conexión a la red de plantas solares fotovoltaicas en la empresa Suncol Energy SAS<sup>1\*</sup>

**Autor:** Nelson Steven Páez Rodríguez<sup>2\*3\*</sup>

**Palabras Clave:** Creg 174 de 2021, Conexión a la red, sistemas solares fotovoltaicos, operadores de red.

El presente trabajo de grado ofrece una solución al proceso de conexión a la red de sistemas solares fotovoltaicos en la empresa Suncol Energy SAS con base en las regulaciones y normativas vigentes (Creg 030 de 2018, Creg 174 de 2021) las cuales se encargan de medir y establecer los parámetros técnicos y legales de toda cuenta legalmente legalizada y constituida frente al operador de red del departamento. Que tenga la necesidad de convertirse en autogenerador a pequeña escala gracias a las ventas competitivas y comparativas que posee la reutilización de fuentes no convencionales de energía.

El proceso de actualización de la información y desarrollo de nuevas medidas para mitigar los tiempos de espera y respuesta durante la legalización del proyecto frente al cliente y de manera interna en la empresa para dar cumplimiento a lo estipulado llevó a utilizar los conocimientos adquiridos durante la etapa de formación profesional. Logrando dar respuesta asertiva a las necesidades que presentaba la empresa y las cuales estaban siendo objeto de múltiples factores que disminuyen el grado de interés y seguridad por parte de aquellas organizaciones o personas naturales que querían convertirse en generadores de su propia energía, así mismo en comercializar la energía no consumida de manera interna en el predio, logrando no sólo disminución en las facturas por consumo de energía de la red, sino también, evidenciando ingresos cuando el sistema solar cumplía con lo establecido y exportaba a la red más energía.

---

<sup>1\*</sup> Trabajo de Grado

<sup>2\*\*</sup> Facultad de Ingeniería. Escuela de Estudios industriales y empresariales. Director: Carlos Eduardo Diaz Bohórquez Msc Ingeniería Industrial. Codirector: Liliana Corredor Barrera Msc in global production engineering in renewable energies

### Abstract

**Title:** Improvement in the processes of connection to the grid of photovoltaic solar plants in the company Suncol Energy SAS<sup>4\*</sup>

**Author:** Nelson Steven Paez Rodríguez<sup>5\*6\*</sup>

**Key Words:** Creg 174 de 2021, Grid Connection, Solar photovoltaic systems, grid operators.

This degree work offers a solution to the process of connection to the grid of solar photovoltaic systems in the company Suncol Energy SAS based on current regulations and standards (Creg 030 of 2018, Creg 174 of 2021) which are responsible for measuring and establishing the technical and legal parameters of any account legally legalized and constituted in front of the network operator of the department that has the need to become a small-scale self-generator thanks to the competitive and comparative sales that has the reuse of non-conventional energy sources.

The process of updating the information and development of new measures to mitigate the waiting and response times during the legalization of the project to the client and internally in the company to comply with the stipulated led to use the knowledge acquired during the professional training stage, achieving an assertive response to the needs presented by the company and which were being subject to multiple factors that decreased the degree of interest and security by those organizations or individuals who wanted to become generators of their own energy and likewise to market the energy not consumed internally in the property, achieving not only a decrease in the bills for energy consumption from the network, but also, evidencing income when the solar system complied with the established and exported more energy to the network.

---

<sup>4\*</sup> Degree Work

<sup>5\*\*</sup> Faculty of Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director: Carlos Eduardo Diaz Bohórquez

<sup>6</sup>Msc Ingeniería Industrial. Codirector: Liliana Corredor Barrera Msc in global production engineering in renewable energies

**Tabla 1**

*Cumplimiento Objetivos.*

Objetivo	Cumplimiento
Realizar un diagnóstico del estado actual de los procesos de conexión a la red de la empresa Suncol Energy SAS.	Capítulo 4. Planteamiento del problema.
Identificar y solicitar a los proveedores la documentación necesaria para hacer viable y rentable el proceso de conexión a la red y beneficios tributarios de plantas fotovoltaicas.	Capítulo 6. Sistema de indicadores de evaluación del proceso de conexión a la red de sistemas solares Subíndice desempeño de los proveedores
Diseñar, desarrollar e implementar mecanismos de mejoramiento continuo de los procesos de conexión a la red para incrementar la satisfacción de los clientes.	Capítulo 5. Formulación del plan de mejoramiento en el área de proceso de conexión a la red de sistemas solares fotovoltaicos. Subíndice 5.1 y 5.2
Alcanzar los niveles óptimos de calidad en procesos, reducción de tiempos y plazo de entrega en la documentación y proyectos a las diferentes entidades.	Capítulo 6. Sistema de indicadores de evaluación del proceso de conexión a la red de sistemas solares. Análisis y evaluación de todos los subíndices Capítulo 7. Implementación del plan de mejora
Gestionar un programa de socialización sobre las mejoras y cambios planteados en la organización.	Capítulo 7. Implementación del plan de mejora Análisis de los subíndices descritos en el proceso. Apéndice (evidencia de socialización brindada a gerencia e ingeniería)

## Introducción

La generación de energía con el uso de fuentes no convencionales de energía (FNCE), es una práctica a nivel mundial que ha venido aumentando en términos de uso y aprovechamiento de estos fenómenos naturales, permitiendo a la población realizar un reconocimiento y un estudio asertivo del cómo aprovechar estos factores con el fin de acondicionarse a mejores condiciones de vida, no solo en términos económicos, sino también en el cuidado del medio ambiente, ya que se está utilizando la energía que se puede generar a partir de la biomasa, los mares, aprovechamientos hidroeléctricos, energía eólica, energía geotérmica, energía solar y nuclear, mejor conocidas como “energías limpias”, sin afectar de manera negativa la composición del mismo.

En la actualidad, las empresas que tienen como actividad principal la conexión de proyectos solares fotovoltaicos a pequeña escala (AGPE) y generadores distribuidos (GD), se han venido adaptando y orientando con normativas vigentes, las cuales le permiten buscar mejoras en la calidad de prestación del servicio, debido a que se ven enfrentados a una demanda que día a día crece con más fuerza y con mayor reconocimiento y uso a nivel mundial. Con lo anteriormente nombrado se logra evidenciar que la empresa Suncol Energy SAS busca de manera constante satisfacer y cumplir con las necesidades que puede presentar un usuario que acude para lograr una respuesta asertiva por parte del equipo de trabajo, frente a un proyecto que incluye el uso de energía solar como energía fuerte y principal en el desarrollo de proyectos de Suncol.

Por esta razón, la empresa Suncol energy SAS, a pesar de contar con un excelente equipo de trabajo, sumando así entre ingenieros y técnicos especialistas en uso de FNCE (fuentes no convencionales de energía), un total de 20 años de experiencia, dio el aval para estudiar y realizar un diagnóstico correcto del área de procesos de conexión a la red con los OR (operadores

de red) y así mismo conocer posibles oportunidades de mejora en el proceso descrito. Haciendo uso de la normativa correcta y con las nuevas tecnologías implementadas y necesarias en todo proyecto de este tipo, las cuales permitirán una reducción considerable de tiempo (de instalación y conexión), en el caso en que se establezca dar entrega de excedentes del Sistema solar fotovoltaico instalado a los operadores de red en la región en que se construyó y dio funcionamiento al proyecto.

Por este motivo, el proyecto busca inicialmente diagnosticar e implementar mejoras, lo que permitirá lograr procedimientos eficaces, buscando la perfección en la prestación del servicio a las entidades, empresas o usuarios interesados en los trabajos y/o proyectos expedidos por la empresa Suncol Energy SAS, al inicio, durante y al finalizar el proceso de conexión con operadores de red, esto permitirá lograr un perfeccionamiento en la calidad de prestación, atención y así mismo en los tiempos proyectados para el debido y correcto procedimiento de instalación, documentación y funcionamiento del sistema solar fotovoltaico.

En el siguiente documento se planea buscar respuesta a la problemática inicial, la cual tiene como objetivo establecer, mediante el uso de conocimientos y herramientas tecnológicas, posibles soluciones a los procesos de conexión a la red de proyectos de energía Fotovoltaica, actual problemática que aqueja a la empresa Suncol energy SAS. Para esto fue de uso indispensable conocer la situación inicial, para así lograr efectivamente y con ayuda de los documentos entregables, dar una respuesta positiva sobre las mejoras planteadas, los estándares mínimos de calidad que se establecieron durante la realización del proyecto, como también los principales indicadores que permitieron hacer y seguir haciendo un control adecuado sobre los entes asociados a los proyectos de conexión, lo cual hace referencia a los operadores de red.

## **1. Generalidades de la empresa.**

### **1.1 Identificación de la empresa:**

Suncol Energy es una compañía colombiana de energías renovables que entra al mercado a desarrollar proyectos con energía solar fotovoltaica, cuenta con un equipo multicultural de ingenieros electrónicos, ambientales y de petróleos, magíster en energías renovables y energía solar fotovoltaica, quienes en conjunto suman una experiencia de más de 20 años en el manejo de recursos energéticos locales; ubicados estratégicamente en Colombia, Alemania y Japón, enfocados en el desarrollo del mercado Colombiano.

En la actualidad cuentan con una gama de servicios en los que sobresale el diseño óptimo de ingeniería, contratación de proveedores referente a las necesidades del cliente, construcción e instalación y puesta en marcha, adicionando la realización de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas solares en compañía de servicios de monitoreo a través de un software especializado brindando seguimiento de sus activos 24/7.

### **1.2 Misión:**

Suncol Energy S.A.S. crea soluciones integrales para el desarrollo de proyectos de generación y autogeneración eléctrica con altos estándares de calidad. Con el objetivo de acelerar el proceso de transición energética colombiano y latinoamericano hacia la energía sostenible, a partir de nuestros principales servicios, tales como:

- Diseño, suministro, construcción, mantenimiento y monitoreo de sistemas solares fotovoltaicos.
- Consultoría, soporte técnico, estudios de proyectos con fuentes factibles y asesoramiento de energías no convencionales.

- Nuestros servicios se pueden configurar individualmente para satisfacer las distintas necesidades de los clientes, invirtiendo todos nuestros esfuerzos en soluciones de energía inteligente, teniendo en cuenta condiciones ambientales, sociales y económicas donde podremos dimensionar plantas SSFV, el ahorro económico de nuestros clientes y su aporte con el medio ambiente de forma tangible.

### **1.3 Visión:**

Suncol Energy S.A.S es una empresa que responde de forma integral a las necesidades energéticas de compañías petroleras, industriales y grandes superficies, desarrollando proyectos de generación y autogeneración eléctrica; está comprometida en cumplir con:

- La salud, la seguridad industrial
- Brindar a sus clientes servicios con altos estándares de calidad,
- El bienestar de sus empleados, asociados, grupos de interés, contratistas,
- Identificar los peligros y reducir los riesgos en SST.
- La protección del medio ambiente y la prevención de la contaminación.

Cumple este propósito destinando los recursos técnicos, tecnológicos y humanos, necesarios para los peligros inherentes en las actividades e impactos que inciden en la seguridad, lesiones y enfermedades laborales, entorno socio-ambiental, daños a la propiedad en la calidad de los servicios, según el tipo de proyectos, lo cual permitirá direccionar su capacitación y formación en pro de la mejora continua de sus actividades y la versión de sus procesos.

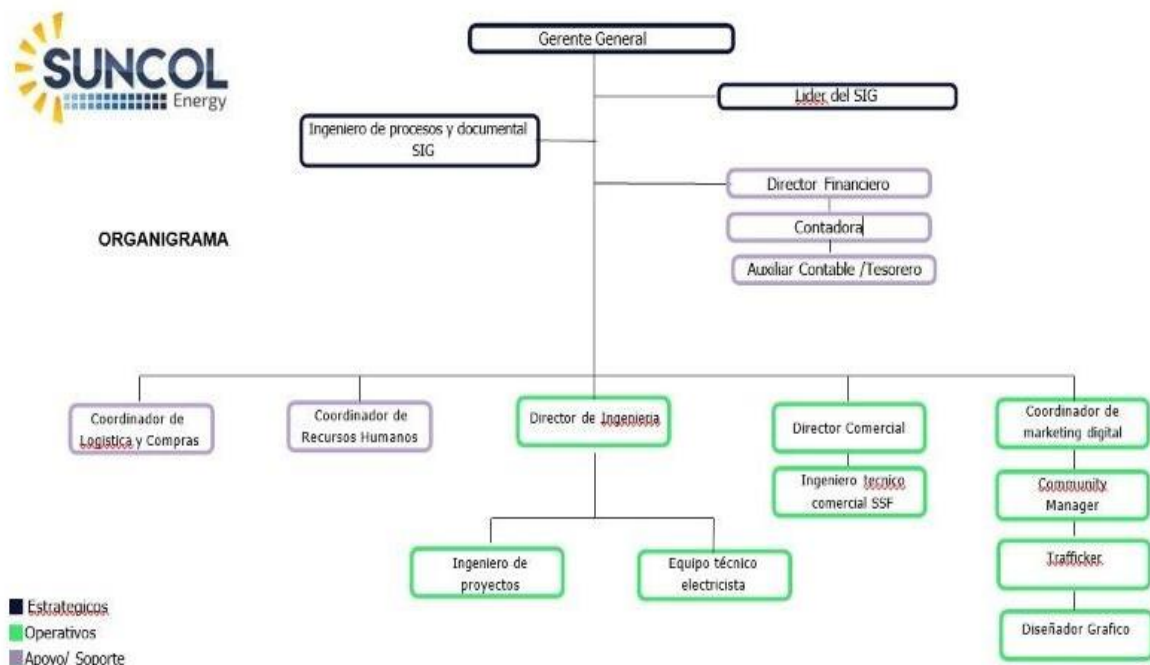
La compañía enmarcará sus acciones en el compromiso del cumplimiento de los aspectos legales y requisitos vigentes y aplicables estipulados por la ley colombiana, en los países donde preste

sus servicios y frente a la autoridad gubernamentales, el cumplimiento de criterios internos de desempeño, los compromisos contractuales, y la satisfacción de las necesidades del cliente.

**1.4 Estructura Organizacional:**

**Figura 1**

*Organigrama Suncol Energy SAS*



Nota: "Organigrama 2022 empresa Suncol"

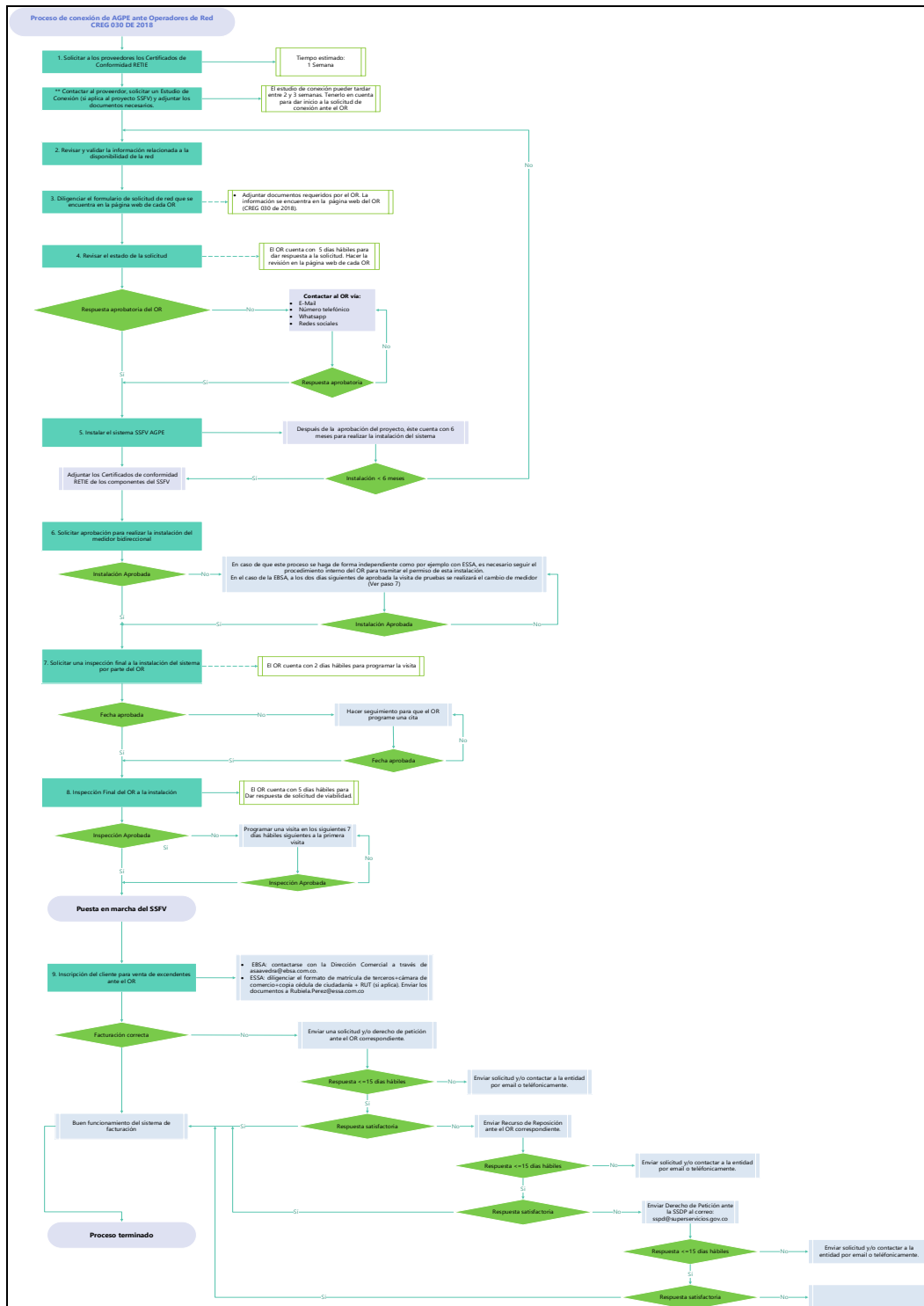
**1.5 Diagrama de conexión a la red:**

Suncol Energy contaba con un diagrama de flujo de conexión a la red generalizado, el cual no permitía diferenciar el tipo de documentación solicitada por el operador de red, generando retrasos en la puesta en marcha del sistema, ya que es de carácter obligatorio realizar la correcta tramitología con el OR para legalizar el sistema.

**Figura 2**

*Diagrama de Operaciones- Conexión a la red (Operadores de red generalizados).*

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.



Nota: "Dígrama UPME año 2021"

Las actividades a desarrollar durante el proceso de conexión a la red de manera general evidenciado en la figura 1 se detallan de la siguiente manera:

1. Se debe solicitar a los proveedores la documentación correspondiente y necesaria sobre los bienes y servicios adquiridos para hacer la correcta solicitud ante el OR.
2. Por medio de el aplicativo tecnológico del operador de red, se investiga si el usuario cuenta con la disponibilidad de red para hacer la conexión, sin la necesidad de hacer estudios de conexión.
3. Una vez evidenciado que el sistema solar se puede conectar, se llena el formulario dispuesto por el OR, adjuntando documentación del cliente y también, diagramas del proyecto, memorias de cálculo, información referente del ingeniero, y cálculos estadísticos).
4. Se debe esperar una respuesta por parte del OR de máximo 5 días hábiles cuando es nivel de tensión 1 y 10 días hábiles cuando es nivel de tensión 2, si el OR solicita subsanaciones o aclaraciones se deben hacer con base en el radicado inicial y se tiene 5 días para hacer las correcciones antes que se cierre el proceso.
5. Suncol puede elaborar la instalación del proyecto antes de iniciar los temas documentales o después de recibir el visto bueno por parte del OR. Se tienen 6 meses para hacer la inscripción y legalización ante los mismos una vez se acepte la disponibilidad de red.
6. Solicitar ante el área de AGPE, el envío para cambio de medidor unidireccional por uno bidireccional con registro horario, este trámite lo hace el OR, una vez se acepta la documentación solicitada se envía y recibe el medidor parametrizado.
7. Una vez se hace la instalación se solicita al operador de red la visita para legalizar el proyecto como AGPE, para ello es necesario tener el medidor bidireccional instalado y el

dictamen RETIE generado por el ente certificador. El OR cuenta con 10 días hábiles para realizar la visita

8. Visita por parte del operador de red en campo.

9. Si la visita de legalización sale de manera correcta, el sistema queda conectado y se hace la inscripción como proveedores. La documentación o proceso para hacer esta solicitud es determinada por el OR, con el fin de que el cliente reciba ingresos cuando el sistema instalado genere energía exportada, por el contrario, si en la visita se encuentran fallas, se debe gestionar una nueva incurriendo en nuevos gastos y en la subsanación de las problemáticas.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Diseñar e implementar mejoras en los procesos de conexión a la red en plantas Fotovoltaicas mediante parámetros correspondientes, teniendo en cuenta la regulación y estándares en energía Fotovoltaica.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico del estado actual de los procesos de conexión a la red de la empresa Suncol Energy SAS.
- Identificar y solicitar a los proveedores la documentación necesaria para hacer viable y rentable el proceso de conexión a la red y beneficios tributarios de plantas Fotovoltaicas.
- Diseñar, desarrollar e implementar mecanismos de mejoramiento continuo de los procesos de conexión a la red para incrementar la satisfacción de los clientes.
- Alcanzar los niveles óptimos de calidad en procesos, reducción de tiempos y plazo de entrega en la documentación y proyectos a las diferentes entidades.

- Gestionar un programa de socialización sobre las mejoras y cambios planteados en la organización.

### **3. Marco teórico:**

Para dar claridad a conceptos presentados a lo largo del proyecto, se evidencian juicios de valor sobre lo descrito a continuación, lo cual permitirá mantener conocimiento previo a las sentencias presentadas:

#### **3.1 Autogeneración:**

La autogeneración es la actividad realizada por un grupo de personas naturales o jurídicas que se encargan de producir energía eléctrica para cubrir la demanda de consumo de la cuenta del sitio de instalación del sistema solar. En algunos casos se generan excedentes por el no consumo en el predio, los cuales podrán entregarse a la red, basados en los términos y condiciones establecidos por la comisión de regulación de energía y gas para tal fin. (UPME, 2014).

#### **3.2 Energía Solar Fotovoltaica:**

La energía solar es producida por el sol, con base en fusiones nucleares que llegan a la tierra por medio de fotones, estos interactúan con la superficie y la atmósfera, generando el fenómeno conocido como luz solar. La creación del efecto fotovoltaico se da cuando el material semiconductor del panel, absorbe los fotones que entran en la atmósfera, el fotón absorbido libera a un electrón que se encuentra en el interior de la celda y al estar ambos lados conectados por un cable genera una corriente que permite la conversión en energía alternativa para dar funcionamiento al sistema *ONGRID* (Orbegozo y Arivilca, 2010), otro concepto clave se evidencia en que la energía solar transforma la radiación recibida por el sol en electricidad,

gracias al uso de las células fotovoltaicas, encontradas en los módulos para un uso posterior, e incluso se puede introducir en la red de distribución eléctrica (Muñiz, 2007)

### **3.3 Conversión de energía solar:**

La conversión de energía es un proceso sencillo, al incidir los fotones en las células fotovoltaicas en la placa del módulo solar, esto permite crear un campo de electricidad entre las capas generando una corriente, lo que indica que entre más fuerte sea la radiación solar que incide sobre el panel solar mayor será el flujo eléctrico interno.

Cuando la energía solar sea absorbida, las células fotoeléctricas transforman esa energía en corriente continua, para luego a través del inversor transformarse en corriente alterna, y así darles uso a los equipos eléctricos que tenemos en nuestro hogar u oficina. Realmente es un proceso sencillo, el único inconveniente son los costes de producción de los paneles, aunque poco a poco estos se van reduciendo, también se ve el aumento en el rendimiento de los mismos, con lo que con el paso del tiempo la energía solar fotovoltaica se va haciendo cada vez más asequible y más rentable frente a otras formas de producir energía. (Ecofener, 2018)

### **3.4 Proceso de conexión a la red**

#### ***3.4.1 Resolución CREG 174 de 2021:***

Para mantener un control adecuado para el uso de fuentes no convencionales de energía con énfasis en el uso de la energía solar, la CREG expide la resolución 174 de 2021, que se encarga de establecer normas de autogeneración a pequeña escala, agilizando los aspectos técnicos, operativos, legales y comerciales en los procesos de conexión.

Los autogeneradores pueden ser usuarios domiciliarios, comerciales e industriales, ubicados en entornos rurales o urbanos. La creación de esta normativa busca que mayor cantidad de usuarios

se conviertan en autogeneradores y generadores, así mismo buscando la transparencia en los procesos en que se incurren al construir y legalizar los proyectos. Los usuarios seguirán con la posibilidad de convertirse en autogeneradores de energía, acudiendo a fuentes no convencionales y renovables como la energía solar fotovoltaica, hidráulica y eólica, entre otras.

Para poder convertirse en proveedor de los excedentes generados por el sistema solar al SIC (sistema interconectado nacional), deberá cumplir por una serie de etapas planteadas por el operador de red y la comisión de regulación de energía y gas, comenzado a cumplir con una serie de pasos divididos en etapas, que van desde la entrega de la documentación, la revisión técnica de la misma y la solicitud de entrada en operación.

Los pasos son de fácil seguimiento, el cual se hará inicialmente a través de un sistema de trámite en línea en la página web de la empresa de energía operadora de red, y posteriormente, a través de una ventanilla única administrada por la UPME. (CREG, 2021)

#### ***3.4.2 Condiciones para conectarse a la red:***

- **Revisar y validar información con respecto a disponibilidad de la red.**

En esta etapa, luego de llegar a un acuerdo con el cliente del sistema solar fotovoltaico (SSFV), se procede a ingresar a la página oficial del OR, en la sección de AGPE y siguiendo el instructivo generado por la página y consagrado en los diagramas de flujo de operaciones de cada OR, se busca evidenciar un punto de conexión el cual permita que la energía no consumida directamente por el sitio donde fue instalado el sistema solar fotovoltaico, pueda entregar a la red los excedentes de su generación, lo cual está permitiendo menos gasto para el cliente. Para esto se debe tener en cuenta la cantidad de energía sobrante (proyección de energía generada), con el

fin de estudiar si el punto o estación escogida cumple con los parámetros necesarios para dar viabilidad al proyecto.

- **Solicitar Certificados de conformidad de los productos instalados.**

Durante la etapa nombrada y hasta este punto se tiene plazo de solicitar los documentos y certificados RETIE de los elementos o productos que se utilizaron para el montaje e instalación del sistema solar fotovoltaico.

Estos certificados serán necesarios en la siguiente etapa por parte de los miembros del OR, ya que son estos los que evidencian que el producto, servicio o actividad de una organización cumple con los requisitos definidos en normas o especificaciones técnicas. En esta etapa se logra evidenciar que se está perdiendo una semana de tiempo debido a que estos certificados de conformidad son solicitados a los proveedores de los elementos utilizados, puesto que, en algunos casos, cuando se brindan las cotizaciones a la empresa Suncol Energy, no brindan estos documentos, lo que lleva a realizar la petición con el proveedor y esperar la respuesta asertiva de estos.

- **Diligenciar el formulario de conexión simplificada.**

Luego del análisis, estudio y selección del correcto punto de conexión, se procede a realizar el llenado de formularios y/o formatos exigidos por cada operador de red, el cual busca conocer de manera obligatoria información del solicitante, el cual no necesariamente es el cliente del sistema solar fotovoltaico, ni el ingeniero electricista quien realiza los documentos. Seguidamente, se pide evidenciar información sobre los paneles instalados, inversores, proyección generada, etc. Así mismo se deben cargar documentos que pueden variar entre: Memorias de cálculo, diagramas unifilares del proyecto, esquemas de protecciones de voltaje, entre otros. Estos datos

son estudiados por el operador de red para dar o no el aval que permita la conexión y proyección de energía en el punto.

- **Revisar el estado de la solicitud.**

El operador de red tiene por normativa 5 días hábiles para dar respuesta asertiva o negativa con sus respectivas correcciones vía correo electrónico, con el fin de que el solicitante continúe o corrija los documentos para lograr la conexión deseada.

- **Instalar el Sistema solar fotovoltaico.**

Una vez aprobada la solicitud por parte del OR, se procede o continua con la instalación del sistema (plazo máximo de 6 meses), en esta etapa el equipo de Suncol Energy realiza el correcto montaje e instalación del sistema solar. Se debe tener en cuenta que cuando se van a entregar excedentes se debe realizar el cambio de medidor a uno bidireccional, el cual permite que la energía generada y consumida se desplace hacia el medidor instalado, mientras que el sobrante se dirija de manera directa al operador de red.

Este cambio tiene un plazo máximo de 12 días por normativa y en la mayoría de casos es realizado por el operador de red donde se desea instalar el proyecto, ya que se debe parametrizar de acuerdo a los estándares exigidos por ellos, en algunos proyectos, dicha actividad se debe realizar por parte del equipo suncol, el cual debe tener conocimiento previo del paso a seguir luego de parametrizado el medidor de manera correcta, con el fin de no generar reprocesos que tendría pérdidas en tiempo y en dinero.

- **Visita de pruebas y conexión a la red.**

Instalado el sistema solar fotovoltaico, se procede a solicitar una fecha en la cual miembros del operador de red realizarán una visita al sitio de conexión del sistema solar con el fin de observar

el cumplimiento de las normativas y lo establecido inicialmente en los formatos. En esta etapa se presenta de manera física los documentos de conformidad que le permitirán al OR corroborar en términos de normativa los productos instalados, lo cual va a conllevar a la aceptación y seguidamente la conexión, con un plazo máximo de dos días hábiles después de la visita.

- **Inspección final por parte del OR.**

Una vez instalado el sistema y conectado a la red, el operador de red tendrá la obligación de pautar una fecha con la empresa para realizar una visita la cual tiene como propósito fundamental observar que el funcionamiento del sistema sea el correcto y que la entrega de excedentes se esté dando inicialmente de la manera correcta.

- **Inscripción final del cliente ante el OR para ser proveedores.**

Una vez la inspección cumpla con los requisitos mínimos exigidos por el OR, la empresa Suncol Energy SAS inscribe al cliente como proveedor de energía, al tener ya los documentos pertenecientes sobre el proyecto y al haber cumplido con los requerimientos anteriores no se solicita nuevamente la documentación, por lo tanto, en este proceso la empresa se comunica vía telefónica o directamente en la página oficial del OR, solicitando información sobre cómo inscribir al cliente para que empiece a cumplir esta función, de manera general el OR en esta etapa solicita documentos como el RUT, la cédula del propietario del SSFV y un formato de aceptación como proveedor (formato AN8).

### ***3.4.3 Condiciones para la medición:***

Para la medición de energía, el AGPE deberá basarse en los parámetros definidos por las fronteras de generación, es de uso obligatorio, que todo usuario autogenerador realice el cambio de medidor a uno bidireccional con registro horario, verificación inicial y final por parte del

operador de red del departamento (artículo 23 de la Resolución CREG 038 de 2014) y cumplir (haciendo el respectivo seguimiento al operador de red) con las lecturas a la frontera comercial del ASIC, esto ultima cuando se vende la energía. En el caso de los consumos de energía, el sistema de medición debe cumplir los requisitos mínimos definidos en la Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que la modifique o sustituya de acuerdo con su condición de usuario regulado o no regulado.

Cuando un comercializador de red es quien atiende a un usuario AGPE, tiene la obligación de reportar el consumo y energía exportada al ASIC en un lapso no mayor a 48 horas posteriores a la finalización del mes que se está facturando y cobrando al AGPE.

b) Los generadores distribuidos deben cumplir con los requisitos establecidos para las fronteras de generación en el Código de Medida, incluidas la obligación de contar con el medidor de respaldo de que trata el artículo 13 y la de la verificación inicial por parte de la firma de verificación de que trata el artículo 23 de la Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que la modifique o sustituya”.

El comercializador que represente al AGPE deberá cumplir con lo establecido en la Resolución CREG 157 de 2011 y demás normas que la modifiquen o sustituyan, para registrar su frontera de comercialización y su frontera de generación en las condiciones del artículo 4 de la mencionada resolución.

En el caso de aquellas fronteras que no tengan obligación de registro en el MEM, el comercializador que representa la frontera deberá informar al ASIC los valores de energía consumida y de energía generada en los formatos designados por el ASIC para tal fin. (CREG, 2021)

**3.4.4 Condiciones para la comercialización:**

Un AGPE que entregue excedentes a la red y utilice FNCE tendrá a su disposición las siguientes opciones para comercializar la energía generada por el Sistema solar fotovoltaico:

A) A un comercializador que atiende mercado regulado, directamente sin convocatoria pública, siempre y cuando no exista relación de control entre el comprador y el vendedor, entendido este en los términos del numeral 4 del artículo 45 del Decreto 2153 de 1992. En este caso, el precio máximo de venta es el precio definido en el Artículo 17 de esta resolución.

B) A generadores o comercializadores que destinen dicha energía a la atención exclusiva de usuarios no regulados. En este caso, el precio de venta es pactado libremente.

C) Al comercializador integrado con el OR, quien está obligado a recibir los excedentes ofrecidos. En este caso, el precio de venta es el precio definido en el Artículo 17 de esta resolución.

II) Respecto al reconocimiento de excedentes de AGPE que utiliza FNCER, con capacidad instalada menor o igual a 0,1 MW, el artículo 17 establece lo siguiente con respecto al precio de venta:

Artículo 17. Reconocimiento de excedentes de AGPE que utiliza FNCER. Al cierre de cada periodo de facturación, los excedentes se reconocerán como créditos de energía al AGPE que utiliza FNCER de acuerdo con las siguientes reglas:

1. Para AGPE con capacidad instalada menor o igual a 0,1 MW:

A) Los excedentes que sean menores o iguales a su importación serán permutados por su importación de energía eléctrica de la red en el periodo de facturación.

Por estos excedentes, el comercializador cobrará al AGPE por cada kWh el costo de comercialización que corresponde al componente  $C_{vm,i,j}$ , de la Resolución 119 de 2007 ó aquella que la modifique o sustituya.

B) Los excedentes que sobrepasen su importación de energía eléctrica de la red en el periodo de facturación, se liquidarán al precio horario de bolsa de energía correspondiente. (CREG, 2021)

### **3.5 Sistema integrado gestión de calidad y seguimiento.**

Continuando en la integración de un sistema de calidad se hace reconocimiento a aquellos conceptos claves, que serán de uso indispensable para permitir tener mayor comprensión sobre las ideas planteadas en los procesos.

**Mejoramiento de los procesos:** El mejoramiento en los procesos, consiste en realizar un análisis de las actividades que se presentan en los flujos operacionales de la empresa, buscando que estos se hagan más eficientes y adaptables con el fin de aumentar la comprensión y desarrollo de nuevas medidas que permitan cumplir con los requisitos de los clientes. El proceso se basa en buscar que, al realizar la actualización de ciertas etapas requeridas durante una actividad, se pueda analizar y optimizar buscando, al finalizar el proceso, mejoras que agreguen valor a la organización. (Galloway, 2002).

Así mismo, Gardner plantea lo siguiente, respecto al significado de mejoramiento de procesos como, una forma en que la empresa, en cualquier nivel o área de la misma, gestiona una manera de alcanzar los logros de manera individual como colectiva, buscando dar cumplimiento a los objetivos generales de la organización, convirtiéndose en un activo valioso en el ámbito empresarial y su mejora continua se ha convertido en un imperativo para muchas organizaciones. (Gardner, 2001).

Por último, Zairi complementando, nos indica que el mejoramiento de procesos es la característica clave de la persona o grupo de personas, al operar las actividades, se encuentra en agregar valor en tres formas elementales: disminución del tiempo, es decir, se espera que en los análisis detallados por la empresa, estos se suministren en el momento indicado, en el lugar indicado y con base en lo que los clientes en verdad quieren o necesitan. (Zairi, 1991)

**Diagrama de Ishikawa:** El diagrama de Ishikawa es un modelo dinámico que permite hacer una revisión de causas que dan origen a una problemática en la manera de elaboración de un bien o en la prestación de un servicio. Su principal función radica cuando se hace el análisis de un proceso que tenga diferentes etapas y pasos, con el fin de demostrar en qué momento se están presentando problemas con el control de calidad y revisar que recursos son necesarios para cubrir la problemática que se está encontrando en la etapa de estudio.

En la parte izquierda del diagrama a elaborar se indica una idea clave y concisa del problema que se debe resolver manteniéndose como punto fijo de objeto de estudio, de esta se desglosa, mediante una línea horizontal, otras líneas que van a indicar las posibles causas específicas que están dando origen a la no correcta prestación del servicio o elaboración de un bien.

La elaboración de este diagrama nos va a permitir tomar una decisión rápida para empezar a mitigar los tiempos y los problemas evidenciados; con el fin de tomar decisiones óptimas y correctas para la empresa. (Emprendepyme, 2009-2022)

**Sistema de Indicadores:** El sistema de indicadores, se realiza con el fin de gestionar y realizar el seguimiento de los objetivos planteados por la empresa durante un lapso de tiempo determinado por la misma. El análisis de los resultados, de manera operativa, estratégica, gestión en procesos y actividades necesarias durante la prestación de los servicios, requiere una planificación que permita dar cumplimiento a las estrategias.

Se busca que con base en la correcta implementación del sistema se pueda evidenciar información de entrada sobre los resultados y el rendimiento de los procesos. El diseño general de la estructura de planes pretende mayor despliegue transversal que vertical, con el fin de permitir que la información de los procesos se integre en las unidades de gestión operativa y, a su vez, la información de estas en la estrategia corporativa. (UNE, 2003).

También se define como la mejora en los procesos, en las actividades y en los recursos necesarios para cumplir con lo definido en la etapa de planteamiento inicial de una empresa, permitiendo obtener ventajas competitivas en el nicho de mercado seleccionado para la venta de sus productos o servicios.

En la actualidad, la mayoría de organizaciones utilizan los indicadores para evaluar la situación actual de la empresa, en un periodo determinado, con el fin de poder tomar decisiones adecuadas, velando por la seguridad de sus trabajadores y las responsabilidades adquiridas.

Una laguna importante a la que se enfrentan estas empresas es la limitada utilidad y amplitud de los métodos actuales para diseñar, seleccionar, y utilizar eficientemente un Sistema de indicadores integrado, equilibrado y desplegado a lo largo de toda la organización. (Heredia, 2001)

#### **4.Planteamiento del problema**

En la actualidad se puede evidenciar que las empresas buscan de manera constante alcanzar niveles óptimos para la prestación de sus servicios con el fin de encontrar la satisfacción de sus clientes. Así mismo, se puede evidenciar que las empresas en el sector de manejo de producción de energía con el uso de fuentes no convencionales de energía (FNCE) cada día son más

competitivas, pues buscan mediante la correcta prestación de sus servicios satisfacer las necesidades y deseos presentados por el cliente.

Suncol Energy SAS es una entidad que trabaja con estas fuentes dando mayor uso y prioridad al empleo de energía solar, debido a esto se hace indispensable conocer los procesos y/o etapas que son de carácter importante y necesarias en el momento de acceder a la correcta conexión a la red de los sistemas solares fotovoltaicos instalados por el equipo de la empresa.

Este proceso consiste inicialmente en una sucesión de pasos que permiten al dueño del Sistema solar fotovoltaico instalado entregar los excedentes de la energía no consumida al operador de red local, el proceso tiene como objetivo lograr, luego de hacer la correcta elaboración, documentación y planificación de las etapas, disminuir los gastos generados por el consumo de energía y así mismo, mediante la energía extra generada y no consumida por el sistema local, producir ingresos por parte del operador de red hacia el usuario.

Actualmente, en la empresa se ha visto reflejada la necesidad de diagnosticar, estudiar y elaborar un reajuste en el proceso de conexión a la red de los sistemas fotovoltaicos, ya que en proyectos instalados se han encontrado reprocesos internos, lo que genera una no total satisfacción del cliente, debido inicialmente al tiempo tardío luego de instalado el proyecto. Esto indica que, al finalizar su etapa de construcción e instalación técnica, no están generando ingresos por parte del operador de red, pues en el proceso interno que debe realizar la empresa se han evidenciado fallas que no permiten dar cumplimiento efectivo referente a la idea inicialmente planteada y venta de Suncol Energy SAS.

El proyecto buscará mediante reconocimiento de errores y modificación de los mismos, satisfacer aquellos inconvenientes que aquejan a la organización, haciendo énfasis en dar respuesta efectiva a una problemática real, debido a que en los próximos proyectos a instalar, la

empresa ha optado por tomar la iniciativa (ya que en algunos casos el dueño del proyecto era quien decidía en entregar o no excedentes a la red) de elaborar los documentos y procedimientos necesarios para realizar esta conexión con el operador de red. Cambiando inicialmente la parte teórica a presentar a sus clientes para darles a conocer las nuevas metodologías implementadas a seguir para la venta y prestación de sus servicios, ya que se logró evidenciar por fuentes externas que el proceso de conexión con el operador de red local a largo plazo genera mayores expectativas positivas en aquellas personas, grupos, entidades que deseen instalar un sistema solar fotovoltaico con la empresa prestadora del servicio.

El desarrollo e implementación de este nuevo modelo de conexión a la red permitirá a la empresa mantener un control adecuado sobre sus tiempos y así mismo lograr identificar cuál o cuáles son las fallas que se presentan, pues con el uso de estas metodologías que se implementan (con la aceptación de los dirigentes de la empresa Suncol Energy) se mejorara el área intervenida, esto con el fin de disminuir tiempos innecesarios encontrados durante la etapa de estudio inicial basándose en pruebas de fallo y error y de revisión de documentación del proceso que evidencia lo descrito.

Se indica que los proyectos instalados con anterioridad a estas metodologías a implementar cuentan con el 100% de efectividad del operador de red como de la empresa Suncol Energy frente al cliente AGPE, el trabajo de grado consiste en dar cumplimiento oportuno a los tiempos inicialmente establecidos por la empresa y así mismo hacer seguimiento correcto a los tiempos que por normativa debe seguir el operador de red para dar respuesta a las necesidades, dudas y documentos enviados por el personal a cargo de la conexión a la red y por el cliente del sistema solar fotovoltaico, con el fin de cumplir con las exigencias y necesidades presentadas por parte del cliente en la etapa de planificación de diseño y construcción del sistema solar fotovoltaico,

buscando brindar un servicio que se pueda definir e identificar con términos de calidad de prestación del servicio al usuario final.

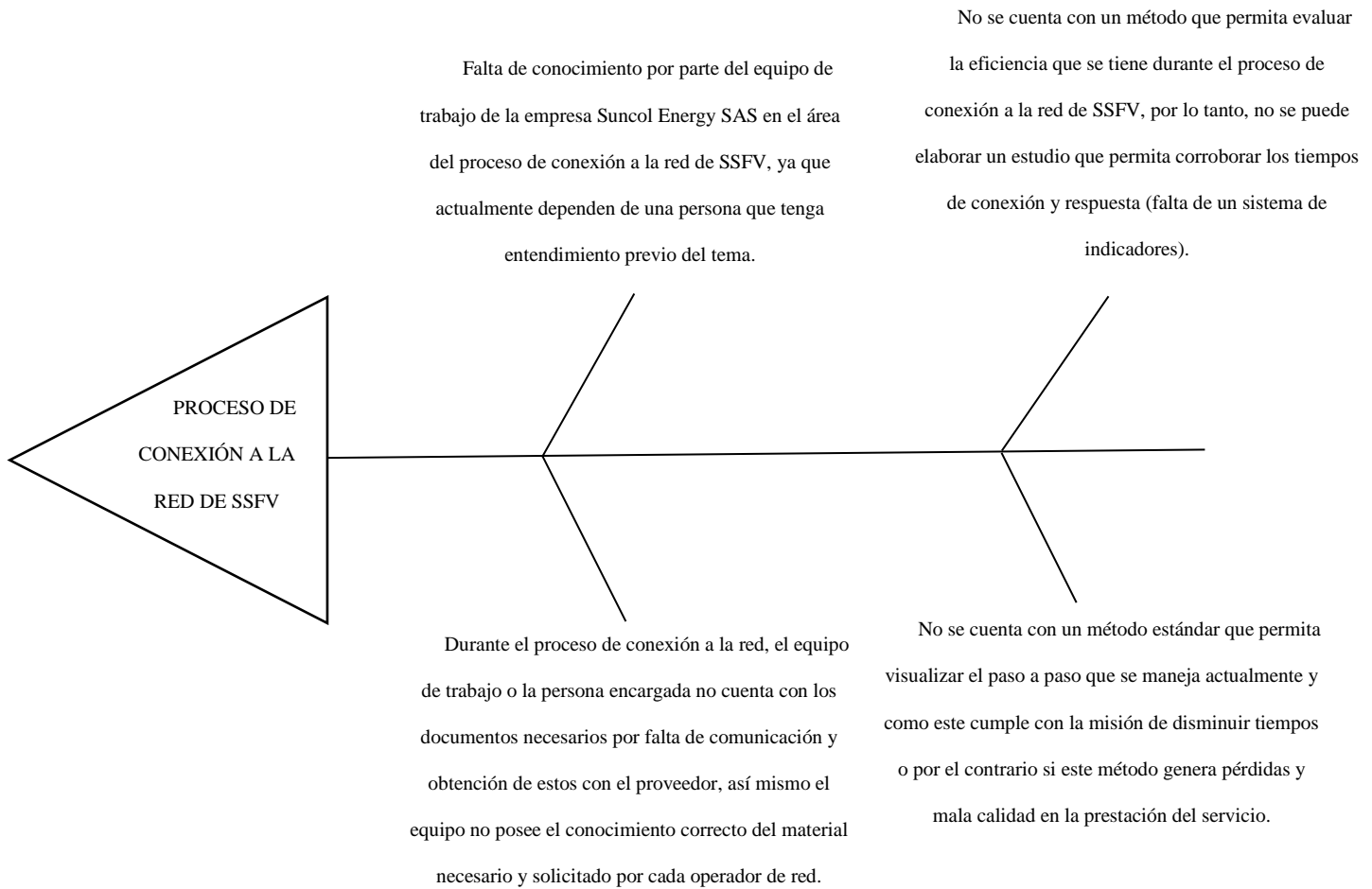
Para reconocer el estado actual del área a intervenir (conexión a la red de sistemas solares fotovoltaicos) se decidió hacer una investigación formal y real con aquellos profesionales que de manera directa e indirecta se ven beneficiados durante el proceso de conexión, esta investigación se basó en el análisis inicial y final de las etapas descritas a continuación:

#### **4.1 Entrevistas al personal directo del área a intervenir con revisión de causas y efectos generados durante la legalización de un proyecto frente al OR.**

Se realizó una entrevista remota con ingenieros del área objeto de estudio, adicionando profesionales de aquellas otras áreas de la empresa que se ven perjudicados por el no cumplimiento de los estándares establecidos por los entes externos y personal directo de la empresa. Se evidenciaron 4 causas principales que están generando que la conexión y legalización del sistema solar se convierta en reprocesos que dan origen al no cumplimiento.

### **Figura 3**

*Diagrama de Ishikawa proceso de conexión a la red*



Nota: “Causas y consecuencias proceso conexión a la red de SSFV”

Con el diagrama de Ishikawa realizado se logró corroborar en mutua compañía del personal a cargo del proceso de conexión a la red de los sistemas solares fotovoltaicos, de técnicos especializados y de la gerencia de Suncol Energy SAS las causas principales, evidenciando:

- A: Falta de conocimiento del equipo o persona encargada de la conexión.
- B: Documentación errónea para el operador de red a trabajar.
- C: Error en la solicitud de documentación con los proveedores.

D: Falta de un seguimiento continuo a las solicitudes de conexión y a las posibles causas que generan la no aceptación por parte del operador de red

Adicional bajo las encuestas y entrevistas realizadas al personal directo del proceso de conexión de los sistemas solares, se corrobora que las principales objeciones que presenta el operador de red una vez recibe, estudia y analiza la documentación allegada se ve referenciada en:

**Tabla 2**

*Encuesta general a ingenieros del área de la problemática encontrada*

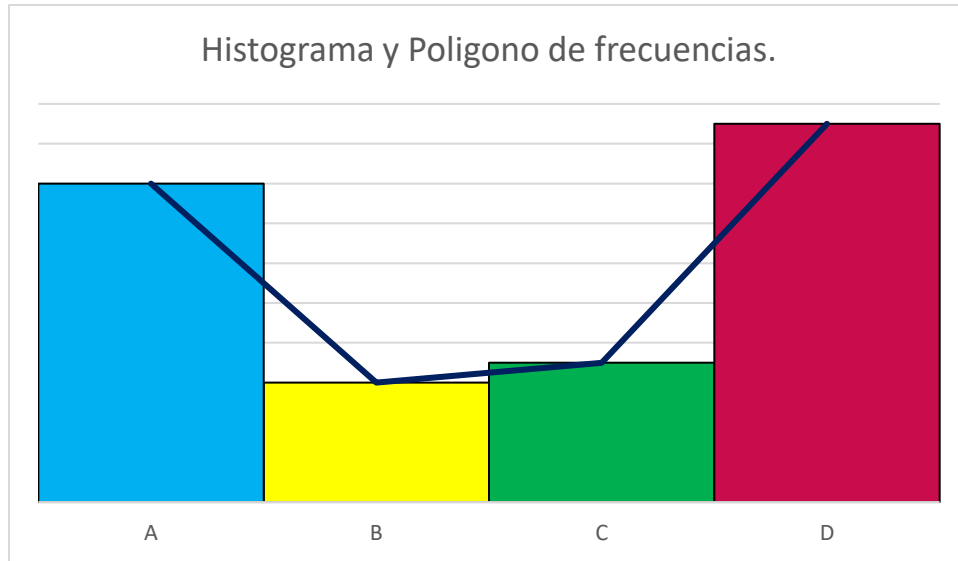
	<b>Conocimiento erróneo equipo de trabajo</b>	<b>Documentación errónea al operador de red</b>
<b>Ingeniero Juan Becaria.</b>	6	2
<b>Ingeniera Liliana Corred</b>	4	3
<b>Ingeniera Julieth García.</b>	3	1
	<b>Solicitud documentación con proveedores.</b>	<b>Falta de seguimiento oportuno</b>
<b>Ingeniero Juan Becaria.</b>	3	4
<b>Ingeniera Liliana Corred</b>	3	5
<b>Ingeniera Julieth García.</b>	1	10

Nota: “Proyectos legalizados con no satisfacción del cliente”

Con la encuesta realizada y el diagrama de Ishikawa analizado por las partes interesadas de la empresa, se logra elaborar un histograma el cual permite visualizar cuál es la causa que se genera con mayor frecuencia al momento de legalizar un sistema solar fotovoltaico al operador de red del departamento. Esto se realiza con el fin de hacer un estudio detallado y práctico para su corrección y mejora continua en próximos proyectos a instalar, buscando que el cliente se sienta satisfecho con los tiempos solicitados por la empresa para dar finalidad al trámite del autogenerador a pequeña escala.

**Figura 4**

*Histograma y polígono de frecuencias.*



Nota: “Evaluación causas con mayor incidencia durante la legalización”

**4.2 Recopilación y análisis Proyectos legalizados como AGPE**

Se identificó, con ayuda de los documentos sobre sistemas solares instalados y puestos en marcha por parte del grupo de trabajo del área a intervenir y de los certificados de experiencia, que existe una mayor certeza cuando este proceso se realiza en aquellos departamentos con mayor histórico de proyectos instalados. Debido a que se conoce el procedimiento a seguir para hacer viable y correcta la conexión del sistema, adicional se conoce la tramitología adoptada por el operador de red para la inscripción de venta de excedentes generados por el sistema. En los últimos proyectos instalados por la empresa se ha logrado evidenciar que cinco se realizaron con el operador de red ESSA en el departamento de Santander, uno en el operador de red EBSA en el departamento de Boyacá y por último, uno con el operador de red EMCALI en el departamento del Valle del Cauca.

En los seis (Essa y Ebsa) primeros se logró evidenciar una demora en respuesta por parte de ellos (por normativa tienen hasta 6 días hábiles), pero al conocer la secuencia de actividades a llevar a cabo se logró mitigar la demora con la ejecución de otras actividades necesarias durante las etapas posteriores. Los reprocesos que se encontraron y que actualmente aquejan a la organización es cuando se trabaja con aquellos operadores de red diferentes a ESSA y EBSA, ya que no cuentan con un documento estandarizado que permita conocer que se necesita para aplicar a estos incentivos.

Un ejemplo de estos reprocesos, causas y consecuencias que se están generando, se ve representado en el Sistema solar fotovoltaico implementado en el Valle del Cauca, esta instalación se finalizó el 15 de septiembre de 2021, para esta fecha ya se venía por parte del ingeniero a cargo del proyecto realizando la documentación, ya que de manera general este proceso tarda máximo 15 a 20 días para que brinden o no el aval para la conexión.

Inicialmente, la solicitud se realizó haciendo caso omiso a los cambios que se pueden tolerar por parte de cada operador de red sin hacer alteraciones directas en la normativa que rige el proceso (CREG 174 de 2021), la respuesta fue la negación por parte del operador de red, esta solicitud en este caso particular, tardo 2 meses en espera, debido a que al llegar a la etapa de diligenciamiento de formularios solicitados por el OR (subsanciones), no se contaba con los documentos y certificados solicitados por EMCALI.

Esto conllevó a que se realizaran cambios erróneos en últimos momentos, luego de legalizado el sistema y haciendo un recap del proyecto se encontró que el cliente no sintió satisfacción inicial con el proyecto instalado, ya que al ser un proyecto residencial, el consumo se cubre de manera completa con lo que proyectaba el AGPE, ocasionando así que desde el mes de octubre de 2021 hasta enero de 2022 se tuviera que pagar valores de la factura por un total aproximado de

\$600.000 (100% de pago como usuario normal), los cuales ya estaban fuera del presupuesto del cliente, debido a que el proyecto debía empezar a generar excedentes y saldo a favor desde el mes de septiembre.

Con el fin de conocer cuáles son los procesos internos que cada uno de los operadores de red tiene estandarizado para conectar un sistema solar fotovoltaico, se elaboró una investigación inicial, la cual permitirá conocer los procesos importantes para legalizar este tipo de proyecto (apéndice mejoras conexión a la red), los operadores de red con los que se ha trabajado son los siguientes:

- ESSA - Departamento de Santander.
- EBSA - Departamento de Boyacá.
- AIR-E - Departamento de Atlántico.
- ENEL - Departamento de Cundinamarca.
- ELECTROHUILA - Departamento del Huila.
- EMSA - Departamento del Meta.
- RUITOQUE - Departamento de Santander (Floridablanca).
- AFINA - Departamento del Caribe.
- EMCALI - Departamento de Valle del Cauca.
- CENS - Departamento del Norte de Santander.

##### **5. Formulación del plan de mejoramiento en el área de proceso de conexión a la red de sistemas solares fotovoltaicos.**

### **5.1 Mejora proceso de legalización**

Una vez realizado el diagnóstico inicial del área a intervenir se realiza la evaluación de los criterios descritos por la mano de obra involucrada y afectada por las demoras en tiempo y la no satisfacción del cliente durante el proceso de conexión a la red de los sistemas solares, involucrando estudios de políticas y resoluciones que permiten tener mayor conocimiento en comprender y detallar los tiempos que por ley tienen las organizaciones que regulan y dan aprobación a todos aquellos procesos que evidencien cambios en su conexión y así mismo, actualizaciones que inciden directamente con el flujo de documentación del operador de red del departamento.

El plan de mejoramiento que se ha venido trabajando, a partir del presente año se evidencia en el siguiente procedimiento incorporado como ingeniero a cargo de legalizar todos aquellos sistemas solares que la empresa se encarga de diseñar y construir:

- Se realiza la lectura de la resolución Creg 030 de 2018 y la resolución Creg 175 de 2021 (actualización), la cual permite conocer de manera generalizada la documentación y el proceso estándar que todo operador de red debe tener de manera obligatoria a disposición del cliente, así como las fechas de entrada en vigencia, lo que permite continuar con el respectivo trámite.
- Se hace visita y búsqueda digital de información a cada operador de red descrito anteriormente, para conocer el sistema interno que ellos manejan con los usuarios AGPE, así como la documentación que es solicitada. Esta investigación inicial se hace con el fin de percibir que, si bien todos se encuentran regulados bajo una norma, tienen la libertad

de solicitar un modelo de conexión distinto al ya establecido, solicitar menos documentos, realizar una sola visita para dar finalidad al proyecto, etc.

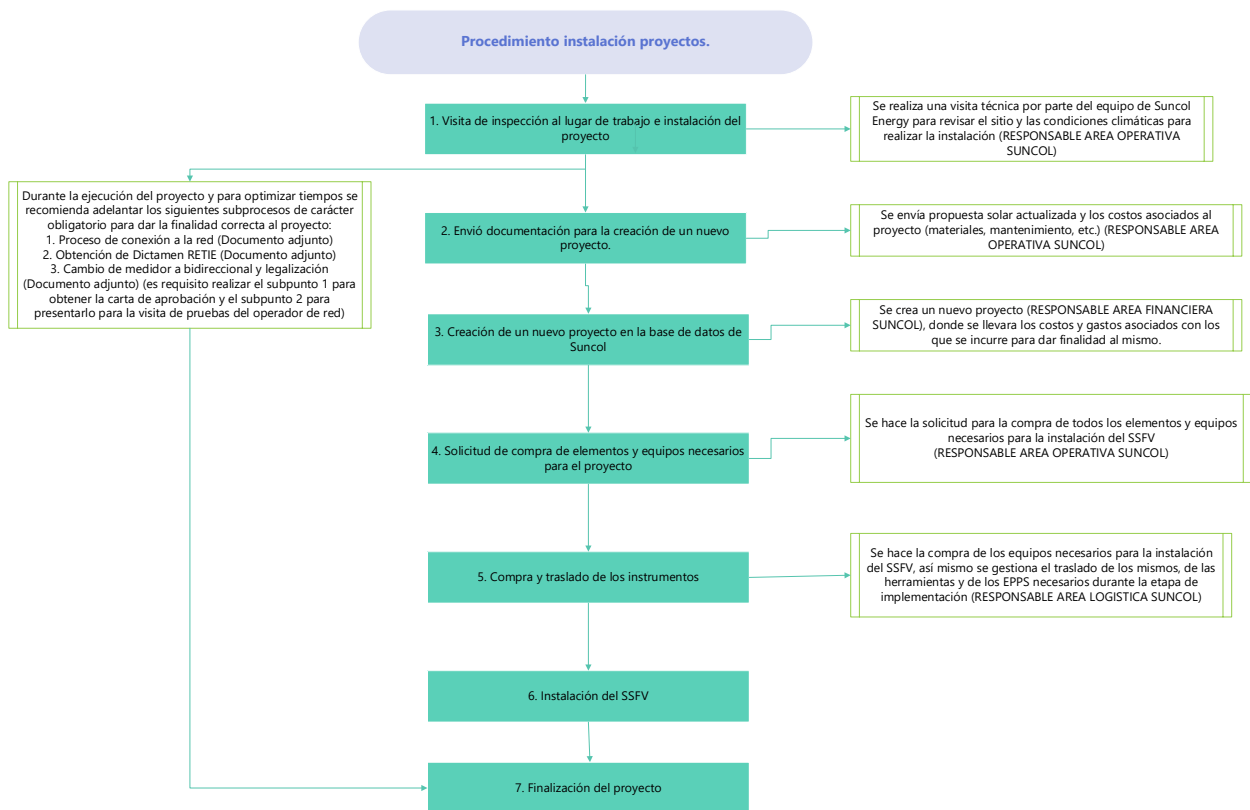
- Una vez conocida la documentación y el proceso de conexión AGPE de cada operador de red, se realiza actualización y cambio del diagrama de flujo de proceso establecido y estandarizado por la empresa (ver figura 1), debido a que la información que se tenía no evidenciaba cómo la persona encargada del área podría disminuir el tiempo de entrega y legalización del sistema solar. Se unificó un nuevo proceso, el cual permite a toda aquella persona de la empresa (sin importar el área a la cual pertenece) realizar esta solicitud, pues la nueva propuesta, se encarga de detallar por cada operador de red el tiempo de estudio de los archivos que se adjuntan, los costos en que se incurre una vez se empieza a realizar la solicitud de conexión a la red, la documentación y características actualizadas que deben presentarse para la correcta validación de la información y así mismo el tiempo legal máximo para poder dar respuesta al cliente. (se adjunta en la carpeta de apéndices los diagramas realizados para el seguimiento)
- Se realiza la creación de un nuevo modelo de reducción en tiempos (documentación y legalización por proyectos en los departamentos), estableciendo mejoras en procesos internos que tiene la legalización del sistema solar y que con la realización de últimos proyectos se ve reflejado que al conocer el detalle de esta información permite a la persona encargada suplir aquellos tiempos de espera realizando otras actividades que son de carácter fundamental para dar finalidad al proyecto.

Con el fin de hacer correctamente la instalación de proyectos, se generaliza el procedimiento de construcción y puesta en marcha de proyectos, desde el momento de visita de inspección por el

equipo de trabajo hasta la inscripción como proveedores, evidenciando una forma muy explícita los pasos para dar finalidad a la conexión, este proceso se creó con el fin de conocer de manera detallada los procedimientos que debe realizar Suncol para dar finalidad a un trámite de AGPE, adicional se evidencia las subactividades o subprocesos que se pueden hacer mientras se pasa con éxito de función a función.

**Figura 5**

*Instalación de proyectos Suncol Energy SAS*



Nota: “Proceso de construcción e instalación Suncol 2022”

Se elaboran subprocesos que permitirán a la empresa mantener los tiempos inicialmente establecidos y vendidos al cliente durante la etapa de las propuestas y financiación con el banco, estos procesos son:

- Parametrización del medidor: Primeramente, se planteaba que esta se hiciera al dar inicio a la construcción del proyecto, pues era necesario conocer por parte del operador de red la viabilidad o no del punto de conexión. Con las actualizaciones en reforma, entrevistas y comunicación con el personal de autogeneradores a pequeña escala del OR, se estandarizó un proceso el cual permite que la empresa Suncol Energy realice este proceso con 15 días de anticipación a la fecha de entrada en construcción.

El proceso, si bien cambia por operador de red, al ser algo muy explícito se detalló de la siguiente manera (ver figura 6), evidenciando entrega por parte del operador en el plazo máximo, ya que, al ser un producto de medición de 4 cuadrantes, se tiene una fecha limitante de 5 días hábiles por parte del proveedor para la instalación. Al no cumplirse se debe revalidar la información, pues los certificados que emiten pueden caducar en su fecha.

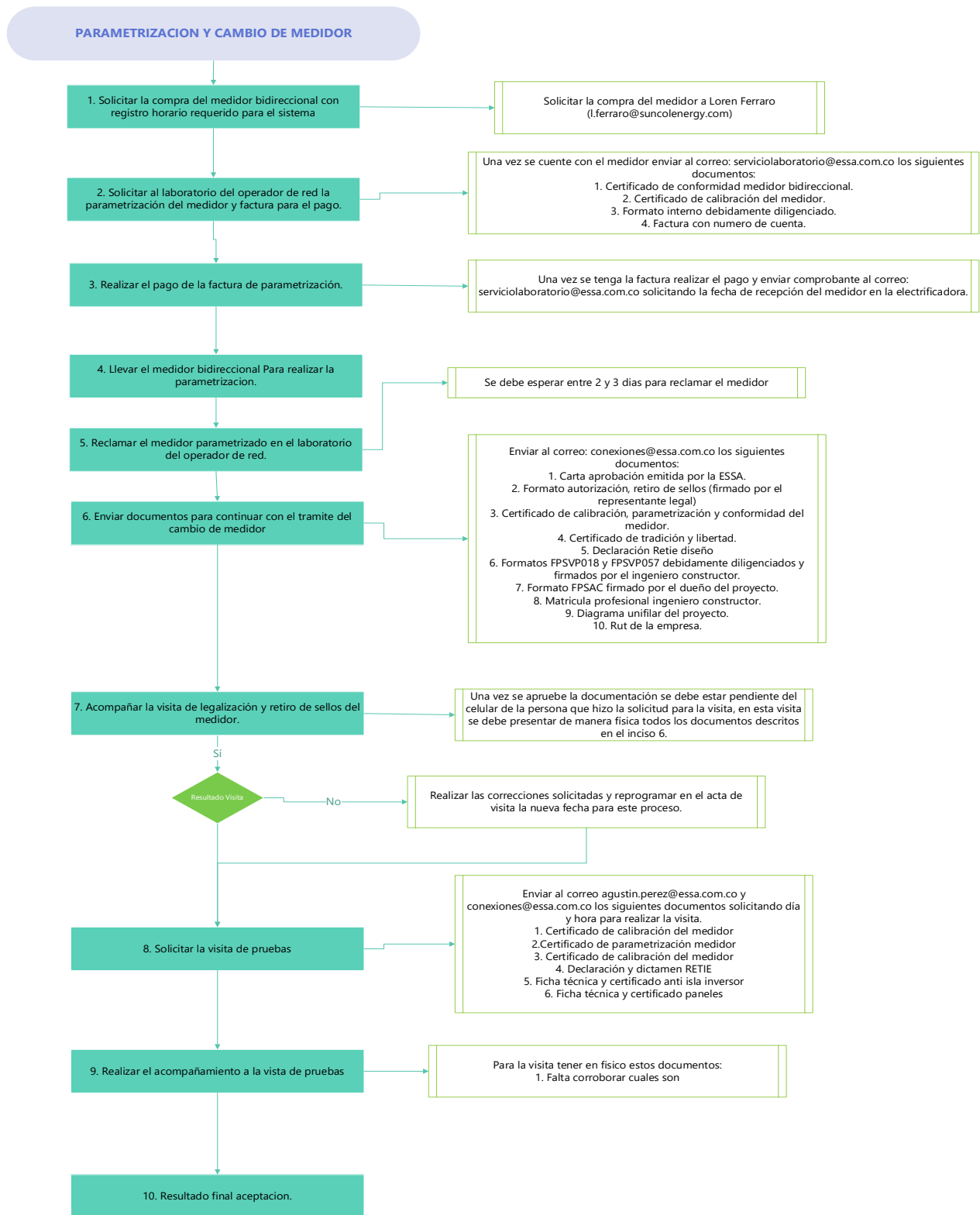
- Obtención de dictamen Retie: Una vez finalizada la etapa de construcción del sistema solar, se solicita a un ente debidamente constituido una visita que permita validar de manera legal que las conexiones, protecciones, seguridad, y documentación legal cumpla con el manual RETIE de instalaciones fotovoltaicas.

Iniciando Suncol realizaba esta visita una vez el sistema estaba al 100% de finalización y con las pruebas base realizadas, generando así un tiempo de espera de hasta 20 días en que el Inspector emitía la aprobación del predio para continuar con el trámite de legalización, cabe aclarar que este tiempo era perdido, ya que no se contaba con un subproceso o actividad para realizar durante ese tiempo, se indago y encontró que la visita se puede hacer cuando un sistema está al 90%, pues, hay conexiones que no

influyen ni son estudiadas en la etapa de verificación por parte del ente. Este nuevo procedimiento logró disminuir el tiempo entre 5 y 8 días posteriores a la finalización de la instalación, adicional en el tiempo restante se optó por realizar la inducción al cliente sobre el monitoreo y seguimiento del bien adquirido y así mismo plasmar los sucesos y eventualidades presentados durante la ejecución del proyecto (ver figura 7)

### **Figura 6**

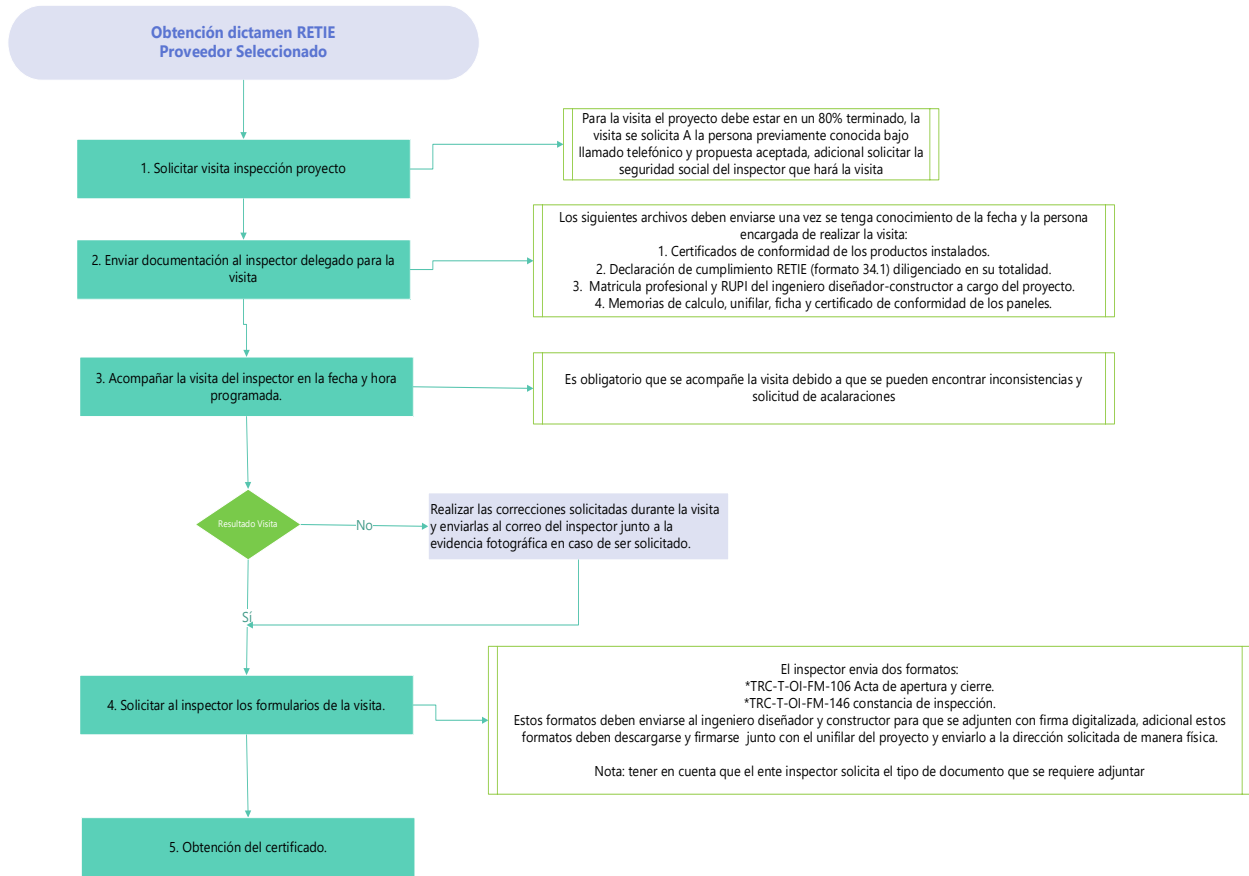
*Parametrización y cambio de medidor*



Nota: “Parametrización medidor bidireccional”

**Figura 7**

*Obtención dictamen RETIE*



Nota: Obtención Retie TUV RHEINLAND

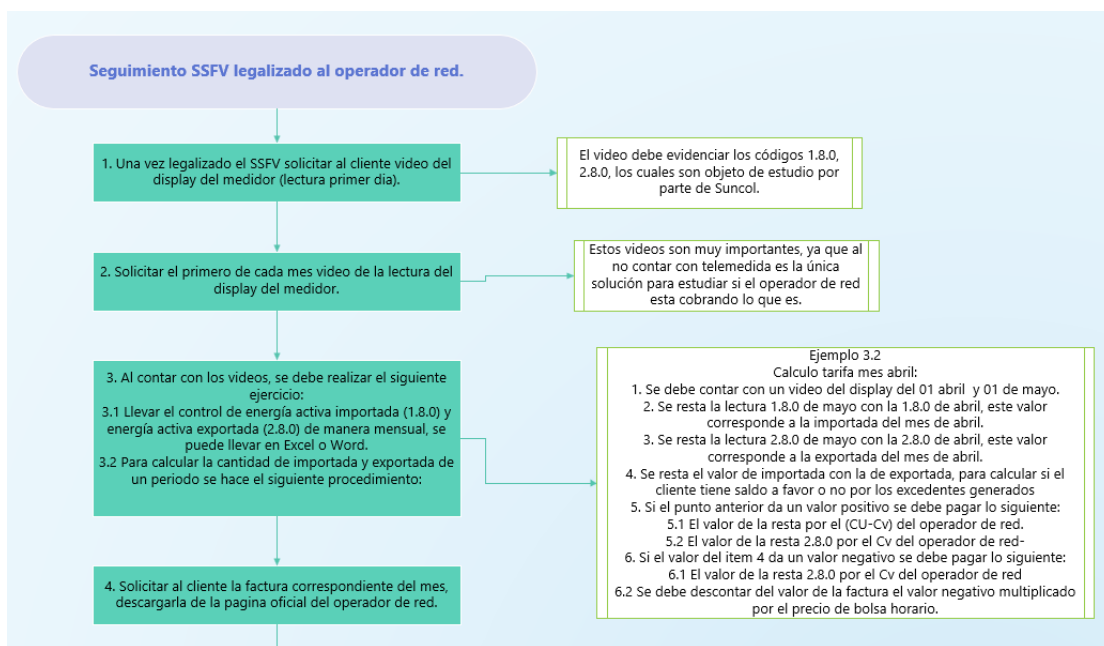
- Seguimiento cobro facturación correcta al OR.

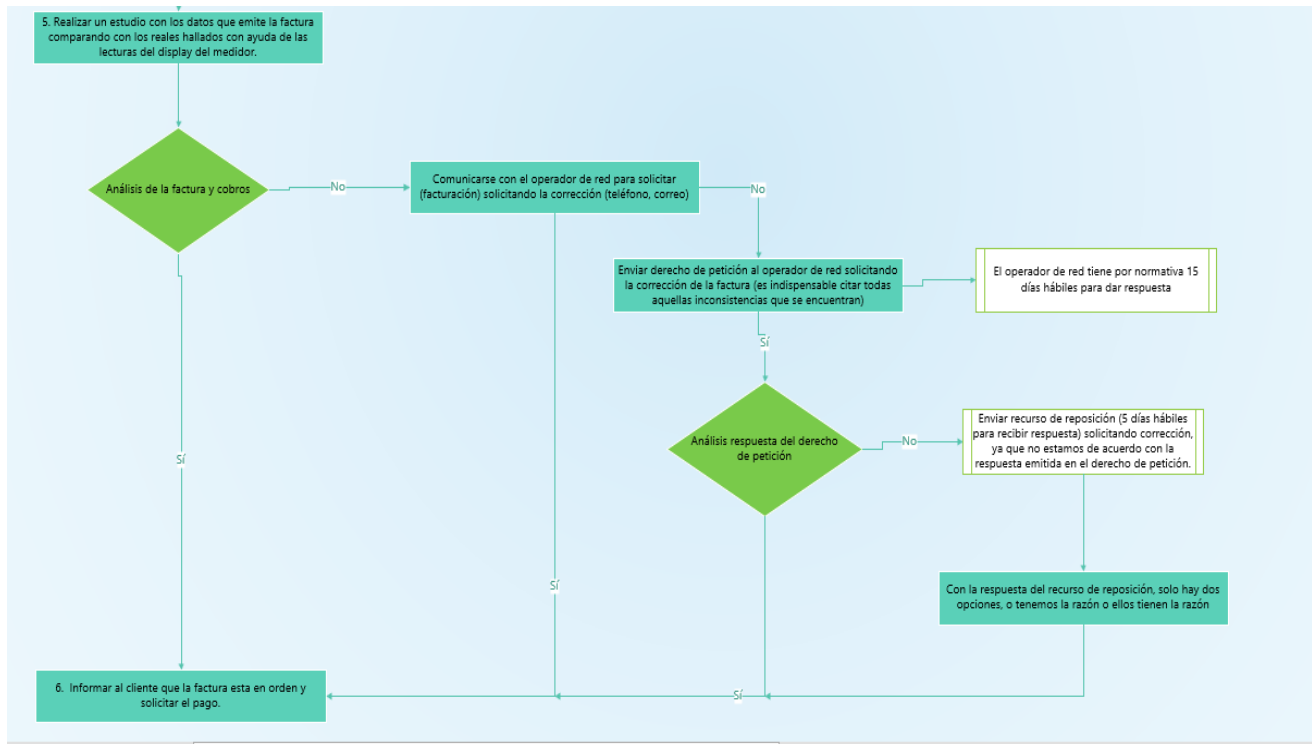
Una vez legalizado el sistema se opta por hacer seguimiento al nuevo cliente AGPE por parte del equipo de trabajo de la empresa Suncol Energy, este proceso se implementó con todo usuario regulado y legalizado bajo la normativa CREG 174 de 2021, debido a que en los proyectos se evidenció que al término de los primeros meses de convertirse en autogeneradores de su propia energía, los operadores de red están haciendo el cobro de manera incorrecta incurriendo en faltas no permitidas por la normativa. Llevando en un proyecto que, al no hacer seguimiento, el cliente

venía pagando por 4 meses posteriores a la legalización la suma de energía como usuario normal, demostrando que al no revisar la factura posterior a la legalización se incurrió en un problema que llevo a tratar con la superintendencia y generar cierto grado de insatisfacción del cliente.

**Figura 8**

*Seguimiento Facturación OR*





Nota: Seguimiento al cliente legalizado bajo Creg 174 de 2021

### 5.2 Mejora Procesos incentivos tributarios UPME.

El primer paso para la planificación y desarrollo correcto de la conexión y legalización del sistema solar fotovoltaico se basa en el análisis previo del proceso de obtención del beneficio tarifario sobre el mismo, si bien no es una actividad que influya de manera directa al proceso de legalización del sistema solar es indispensable para el cliente acceder a los beneficios que se obtienen del certificado con base en la instalación, esto debido a que la UPME emitía un concepto previo sobre los elementos que como desarrolladores de proyectos implementábamos durante la construcción del sistema solar, evidenciando el 100% de las características y cubrimientos técnicos que debían tener los equipos e insumos para la correcta implementación del Sistema solar fotovoltaico bajo el uso de FNCE.

El proceso inicialmente se realizaba bajo parámetros establecidos por la empresa certificadora y promotora de la utilización de fuentes no convencionales de energía (FNCE). Suncol Energy

tenía definido que solo aquellos clientes que desearan ser partícipes de estas ventajas, se les tramitaba la documentación y el proceso para la obtención.

A partir del mes de enero junto a la aprobación de gerencia y del área encargada se realiza la actualización del proceso de la UPME, esto debido a que al ser un proceso con un ente de carácter importante en la utilización de estas energías, tienen la libertad de durar 45 días en brindar una respuesta afirmativa o negativa, generando así demora en tiempos y reprocesos para la corrección y reenvío de la documentación, indicando que todo proyecto sin importar el tamaño en kW se le tramitaría la obtención del certificado, ya que esto generaría un plus adicional en el cliente y así mismo generaría más ventajas para Suncol

Un ejemplo del proceso se ve reflejado en un proyecto el cual terminó su instalación en el mes de febrero de 2021, una vez se ingresa a realizar la práctica (agosto de 2021) al tener las socializaciones con los encargados, se encuentra que la obtención de este beneficio llevaba en trámite desde el mes de marzo, por lo cual el cliente tenía aproximadamente 6 meses sin poder obtener el certificado, los motivos que se evidenciaron para definir la demora se prueban en que la persona que en ese momento realizaba los trámites, no tuvo en cuenta factores fundamentales como los siguientes:

- Fecha de vencimiento de los certificados que se adicionan en los documentos para el trámite.
- Características técnicas importantes a detallar de equipos utilizados en la instalación del SSFV.
- Mala coordinación entre lo descrito y los documentos anexados
- Documentación de bienes y servicios que no son objeto de certificación (ver figura 9)

Una vez conocidas las causas que generaban las demoras y reprocesos de la actividad, se realiza la investigación con el ente, solicitando el 100% de información referente al proceso, esto con el fin de definir y estandarizar bajo un diagrama de flujo la serie de pasos que debe seguir la persona encargada de realizar el trámite. En el proceso descrito en la tabla 2 se evidencia el cómo y lo que se debe presentar ante la Upme para acceder a la obtención del beneficio.

Con la estandarización de ese proceso se han desarrollado 7 proyectos en los que se ha evidenciado que la obtención ha disminuido de 4 meses en promedio (contando no solo el último proyecto sino 3 que ya se habían certificado) a 2 meses, generando una reducción del 50% logrando que no se generen reprocesos, evidenciando disminución laboral en la nueva documentación y alcanzando niveles óptimos basados en la actualización y mejora de la documentación presentada, disminuyendo además de tiempo, un 40% (aproximado entre \$180.000 y \$220.000) en valores económicos por proceso el cual equivale a un estimado en función de tiempo x dinero durante la corrección, reproceso y pérdida de tiempo de otras actividades ya programadas.

Lo ideal y lo que se está buscando actualmente es tener el certificado en mes y medio que sería el tiempo establecido y en el que la UPME realiza el debido estudio de los documentos anexados. Esos dos meses se han visto evidenciados, por el hecho de que el ente certificador no cuenta con un grupo de trabajo definido que se encargue de hacer las respectivas evaluaciones de los proyectos allegados para certificar, ya que se evidenció con base en los dos últimos proyectos legalizados que si bien uno de ellos se certificó bajo ciertos estándares y en el tiempo estimado para el mismo, al documentar el siguiente y recibir respuesta se encontró que para la persona que reviso los documentos no se cumplía con lo establecido, generando que se tuvieran que realizar correcciones con base en lo solicitado por el ente, se está buscando generar un espacio de diálogo

con el ente para buscar la manera de coordinar el detalle que se debe evidenciar en la documentación a este tipo de entes.

**Figura 9**

*Respuesta emitida por ente UPME*

Función	Esta en la lista de bienes del Anexo 1	Catálogo o ficha técnica	Relación de normas técnicas	Observaciones del Profesional Evaluador	¿Cumple?
Arreglo de celdas fotovoltaicas que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento como energía eléctrica.	Si	Si	Si		Si
Riel de aluminio usado en el sistema de montaje en techo.	Si	Si	Si	Se requiere al solicitante validar el modelo / referencia del elemento mencionado en el Formato 3, dado que dentro de los soportes enviados no se logro validar el modelo consignado.  Por lo anterior, se requiere realizar las debidas descripciones de acuerdo a lo mostrado en los soportes enviados.	No
Accesorio de aluminio que une los rieles que soportan los paneles para anclar en la cubierta.	Si	Si	Si	Se requiere al solicitante validar el modelo / referencia del elemento mencionado en el Formato 3, dado que dentro de los soportes enviados no se logro validar el modelo consignado.	No
Accesorio anclado en la base del riel para fijar un módulo entre dos módulos.	Si	Si	Si	Se requiere al solicitante validar el modelo / referencia del elemento mencionado en el Formato 3, dado que dentro de los soportes enviados no se logro validar el modelo consignado.	No

Nota: Rechazo por bienes no adjuntos en la tabla de bienes de la UPME

**Figura 10**

*Bienes y productos objeto de no certificación.*

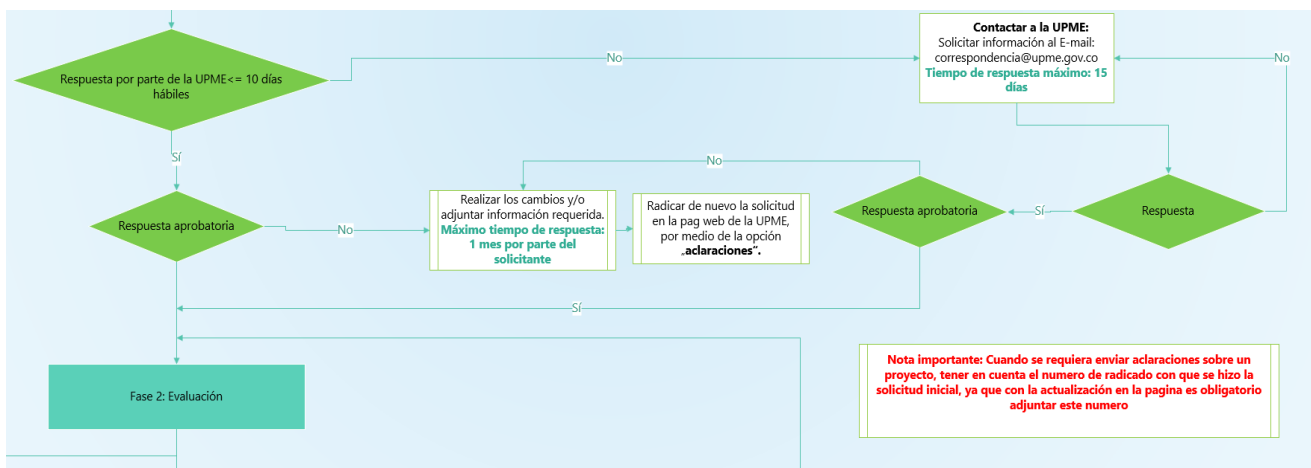
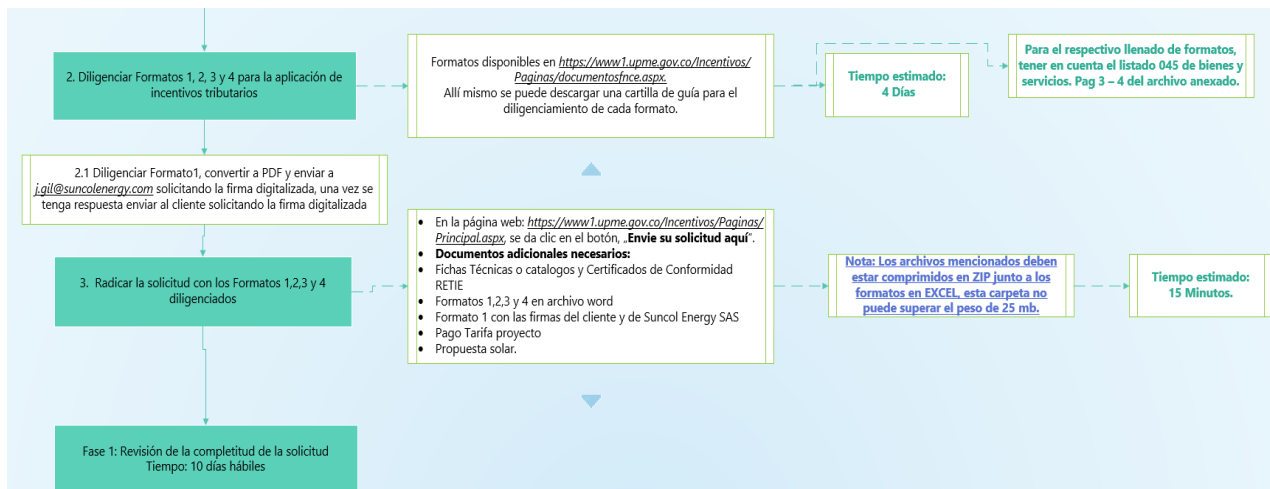
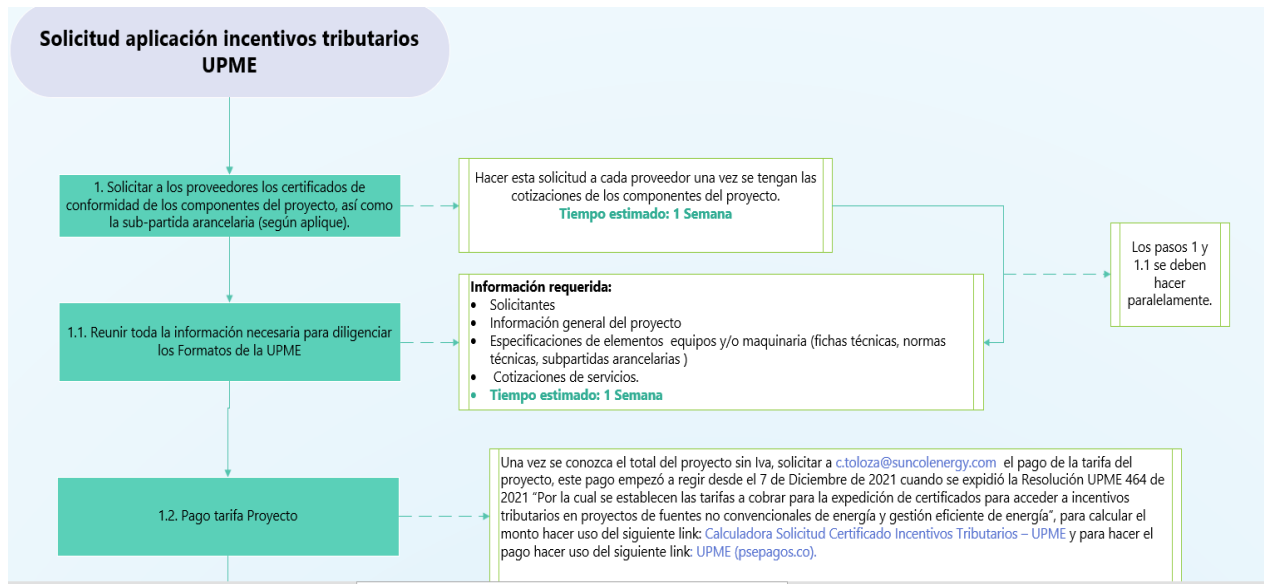
- De conformidad con las aclaraciones recibidas con radicados UPME No. 20211610110972 y 20211610123102, se abstiene de certificar los siguientes bienes:

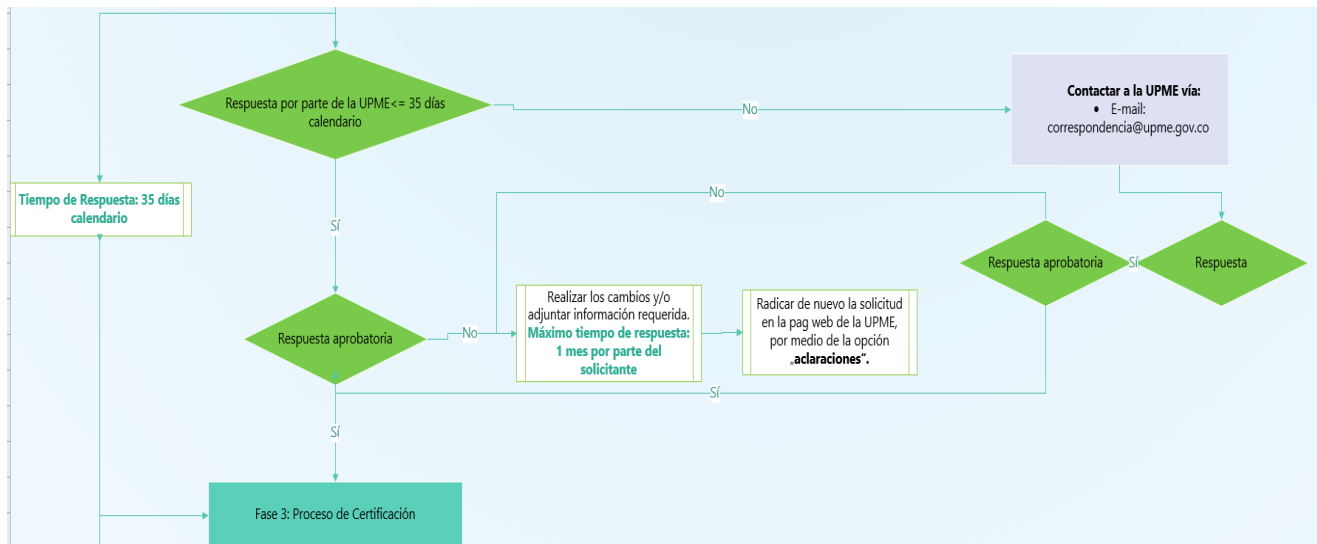
ITEM	ELEMENTO, EQUIPO Y/O MAQUINARIA	JUSTIFICACIÓN
1	BORNA D/CONEXION 115AMP 10-2AWG P/TIERRA (334240)	No hace parte de la lista de bienes y servicios conforme a la Resolución UPME 203 de 2020 (Circular UPME 022 DE 2021).
2	TERMINAL BARRIL LARGO 8 AWG	No hace parte de la lista de bienes y servicios conforme a la Resolución UPME 203 de 2020 (Circular UPME 022 DE 2021).
3	TERMINAL BARRIL LARGO 6 AWG	No hace parte de la lista de bienes y servicios conforme a la Resolución UPME 203 de 2020 (Circular UPME 022 DE 2021).

Nota: Bienes no certificados por la UPME

**Figura 11**

*Diagrama de flujo UPME (2022)*





Nota “Diagrama Upme actualizado con normativa 2022”

### 5.3 Proyectos exitosos con índices de calidad:

Hasta la fecha de entrega del libro del trabajo de grado se ha logrado legalizar y poner en funcionamiento un total de 7 proyectos, que en comparación al año 2021 está mostrando un aumento de 3 proyectos. Este crecimiento se evidencia de manera específica en la legalización de los sistemas solares, ya que, al no contar con el suficiente cupo en pólizas para cubrir proyectos, no se podía empezar uno hasta terminar la instalación del sistema solar en proceso.

Gracias a las adecuaciones que se han realizado se espera que en al finalizar el año 2022 se tenga una cantidad de 12 proyectos legalizados en los distintos departamentos.

Se ha logrado que operadores de red eviten el cobro de energía reactiva, ya que era un problema que aquejaba a los usuarios que se convertían en AGPE, tanto así que el sistema en vez de generar disminución en la factura estaba originando aumento en los costos. Con ayuda del ingeniero Juan Manuel Becaria, egresado de la universidad industrial de Santander en ingeniería Eléctrica y en compañía mía (Nelson Steven Páez) ingenieros de la empresa Suncol Energy SAS, logramos gestionar el concepto CREG S2022002594 del 14 de Julio (Anexo) el cual emite una

respuesta a los operadores de red que decincentivan el uso de Fuentes no convencionales de energía realizando cobros no regulados bajo normativa de la Superintendencia de servicios públicos domiciliarios y de la comisión de regulación de energía y gas.

Estas denuncias se realizaron a los entes correspondientes y se logró crear disminución en las facturas de los clientes gracias a este comunicado oficial emitido por ellos y que ha logrado alto impacto en los demás operadores de red departamentales, ayudando a los usuarios a saber cómo intervenir antes los OR en caso de que se realicen estos cobros en sus facturas, un ejemplo claro se presenta en la siguiente factura de un cliente legalizado ante la ESSA en el presente año:

**Figura 12**

*Exoneración Reactiva bajo concepto CREG S2022002594*



**6. Sistema de indicadores de evaluación del proceso de conexión a la red de sistemas solares.**

Con el fin de conocer cuáles son las ventajas que la empresa tiene al momento de implementar la mejora en el proceso de conexión de los sistemas solares ante los operadores de red, se elaboraron e instauraron indicadores que permiten realizar el seguimiento y evaluación a las etapas más significativas y representativas durante el proceso con el fin de alcanzar niveles de adecuados en la prestación del servicio, este alcance permitirá conocer cuál es el mayor grado de satisfacción o insatisfacción que el cliente presenta durante la legalización de un proyecto. Con estos indicadores la empresa podrá conocer cuales son los puntos críticos y de mayor incidencia negativa durante el proceso, lo que le permitirá, en colaboración de las áreas involucradas en el proceso de legalización, establecer niveles mínimos de seguimiento para dar cumplimiento a lo establecido en la etapa inicial (venta del sistema solar) del proyecto. Adicionando las prioridades que se deben tener en cuenta para las condiciones de análisis, ya que nos permite conocer el grado de seguridad que se ve reflejado en el cliente durante la etapa de conexión y posterior puesta en servicio del sistema instalado. Para ello es indispensable saber en cada área de la empresa los tiempos máximos a utilizar en envío o cargue de documentación ligada de manera directa al proceso de legalización, esto permitirá establecer parámetros mínimos de evaluación con el fin de alcanzar niveles óptimos en la prestación de servicio, tomando la palabra optimo como punto máximo a alcanzar en términos limitantes como el tiempo para todo tipo de proyecto.

Para observar el comportamiento que se tiene con la nueva manera de realizar el proceso técnico, documental y legal, se hizo y hará uso de los siguientes indicadores para disminuir tiempos y conocer cuáles son los factores que brindan una demora durante la etapa posterior a la instalación del sistema solar:

- Desempeño de los proveedores – calidad de documentación: (documentación Solicitada/calidad de la documentación) \* 100%: Este indicador permitió evaluar a los proveedores de certificados de los bienes y servicios necesarios durante el proceso de conexión, se mide en porcentaje, ya que el documento debe cumplir con requisitos mínimos para ser estudiado y aprobado por parte del ente evaluador de los proyectos. Permitirá tasar las características y/o referencias del producto comprado, este indicador se da en parámetros numéricos, calificando de 1 a 5 puntos la documentación solicitada, permitiendo dar 5 (máxima calificación) al certificado una vez evaluado y evidenciado que cumple con los requisitos mínimos (Se destaca fecha de validación del certificado, que se encuentre reglamentado bajo la norma técnica y legal correspondiente, que evidencie marcas del producto, fabricante y seguimiento anual validado por la ONAC). Así mismo se da un valor de 5 al ítem del denominador “calidad de la documentación”, buscando que el valor generado sea lo más cercano al 100%, permitiendo que no haya retrasos solicitando actualización del mismo o cambio de proveedor.
- Tiempo respuesta: (Días hábiles en emitir respuesta/tiempo máximo) \*100% o (tiempo en legalizar un proyecto bajo nueva modalidad – tiempo máximo en legalizar el proyecto): este indicador mide el porcentaje de duración que tarda un ente calificador durante el proceso de conexión a la red. En este caso el indicador de eficiencia (bajo el estudio de Suncol) busca que una vez se cargue la documentación por proyecto, poder evidenciar el tiempo en recibir una respuesta viable sobre el sistema a instalar, para realizar la evaluación se hará uso de la formula evidenciada en el indicador, logrando conocer el lapso en que el ente (Operador de red, UPME, entes certificadores Retie) emite una

respuesta de manera más rápida. Se implemento luego de analizar e indagar que es posible solicitar una respuesta antes de lo programado por normativa en mutua colaboración de ambas partes (Suncol – Ente calificador).

- Tasa de cumplimiento documental: Se realizó con base en el indicador “desempeño de los proveedores – calidad de documentación”, pues presenta la misma referencia. La diferencia se hace notar en que la documentación entregada se hará al operador o ente de estudio. Permitirá evaluar la eficiencia que tiene el personal del área encargada de Suncol al momento de enviar a estudio las nuevas solicitudes de conexión que surgen con la creación de un nuevo proyecto, lograra detallar si lo enviado por el personal se hace con base en lo que el operador de red solicita para dar prioridad al proyecto.
- Puesta en funcionamiento del SSFV: (Días hábiles en legalizar un proyecto/días proyectados) \*100%, el indicador busca conocer la eficacia que tiene la persona encargada al momento de legalizar y poner en marcha un proyecto ante el Operador de red. Una vez implementado el nuevo proceso de conexión, buscará (elaborado el estudio) que el porcentaje sea como máximo del 50%, lo cual permitirá contar con tiempos (ya predeterminados para la misma actividad) para solucionar percances que se puedan presentar durante la actividad de instalación y legalización, o simplemente al momento de solicitar subsanaciones.
- Satisfacción del cliente: (Calificación servicio/10) \* 100%: el indicador nos permite conocer que tan satisfecho se sintió el cliente durante el proceso de instalación y legalización del sistema, conociendo todos aquellos factores que incidieron para que el cliente tomara esa decisión, destacando características para acceder a detallar e investigar

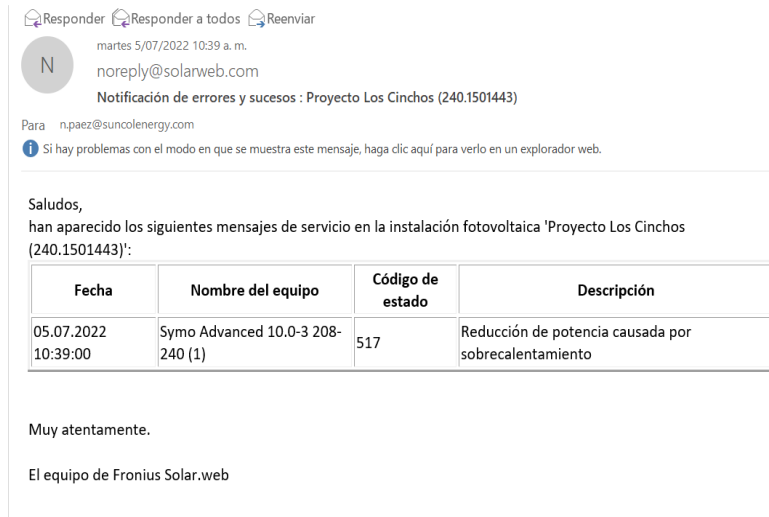
cómo mejorar aquellas inconformidades evidenciadas luego de realizada la socialización del proyecto ante las personas autorizadas.

- Servicio al cliente: Este indicador se mide por la reacción que tiene la empresa y el área encargada frente a fallas que se pueden presentar posterior a la legalización del sistema (mantenimiento correctivo), mediante el seguimiento y monitoreo de la instalación con el uso de las plataformas digitales.

Lo ideal es que el indicador se mantenga en 0, indicando que el sistema está funcionando al 100%, pero por factores externos se pueden evidenciar daños o defectos que pueden afectar la generación del sistema, por lo tanto, se debe corroborar con el uso del mismo la capacidad de responder por el equipo de trabajo y encontrar solución al problema presentado. Se mide la respuesta y el seguimiento de la empresa frente a los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo que se realizan durante un periodo estimado y conciliado por la empresa y el cliente durante un plazo máximo de 5 años.

### **Figura 13**

*Notificación error, sistema solar Fotovoltaico*



Nota:

Notificación

monitoreo de error de SSFV

### 7. Implementación del plan de mejora.

Una vez revisadas las problemáticas que aquejan a la organización y evaluadas las consecuencias y ventajas que se adquirirían con el anterior modelo y el implementado bajo seguimiento de la empresa, se generalizó los siguientes hechos con base en las actividades descritas para corroborar que el nuevo modelo brinda reducción en tiempos y costos para legalizar proyectos bajo la regulación CREG 174 de 2021, logrando realizar:

- Mejoramiento proceso conexión a la red: una vez detallada la normativa que rige a los usuarios que utilizan fuentes no convencionales de energía como base para la generación de energía y conocidos aquellos detalles identificados como fallos en los anteriores proyectos, se realizan los ajustes necesarios y estudiados (en el proceso de legalización) en colaboración del área de ingeniería, con el fin de buscar la aprobación desde gerencia. Para esto se implementaron unos procesos y subprocesos desde el momento de construcción del sistema solar fotovoltaico, hasta las etapas posteriores a la finalización,

comprendiendo procedimientos de seguimiento a la facturación y monitoreo, permitiendo al cliente sentir esa seguridad de que el proyecto instalado se encuentra generando lo proyectado y estimado por Suncol (Ver apéndice B).

La idea principal de elaborar el estudio base de la problemática y hacer la modificación en la solicitud de documentación con los proveedores evidenciada en planteamiento del problema fue necesaria, detallando que el problema no siempre se encuentra en la empresa como prestadora de servicios, sino en aquellas empresas que son contratadas para la adquisición de los bienes.

Al no poder mejorar los procesos que tienen las empresas a las cuales Suncol debe acceder para la prestación de un servicio, se socializa un modelo a seguir, permitiendo que se cuente con documentación mínima para hacer la correcta solicitud de disponibilidad de red, luego de revisado a detalle cada certificado. Se adquiere un proceso informativo y operativo de cada operador de red y el modelo que estos manejan durante la etapa de legalización, permitiéndole a la empresa Suncol Energy mitigar tiempos al momento de iniciar con la construcción del sistema solar.

Este diseño se elaboró una vez conocidas las etapas que maneja cada uno de los operadores de red (ver apéndice F), y se adiciono un sistema de indicadores que permitirá mantener un control adecuado sobre el proceso implementado, permitiendo controlar tiempos y saber como la empresa esta beneficiando al usuario con la mitigación de tiempos y el ahorro programado en dinero, logrando tener disminución de consumo de hasta un 85% en la factura y de manera tangencial el cuidado del medio ambiente.

Se evidencia luego de instalados y legalizados unos proyectos, como el tiempo de entrega al cliente, se ve en su totalidad resuelto y así mismo la experiencia que el cliente tuvo durante todas las etapas de puesta en funcionamiento, adicional se aclara que no se encuentran reprocesos y por lo tanto no se genera costos indirectos para Suncol al momento de realizar subsanaciones.

#### **Figura 14**

*Certificado construcción y legalización proyecto.*



#### **Certificado experiencia Suncol.**

Yo **Marcela Rojas Cáceres**, funcionaria de la empresa Agencia WELLCO LTDA, identificada con numero de Nit. 890903991-9. Informo que la empresa Suncol Energy SAS identificada con numero de Nit 901076569-3 realizo la instalación, puesta en funcionamiento y legalización con el operador de red ESSA de 43 Paneles monocristalinos de 535 W, inversor Growatt de 20 kW, cableado y estructura en nuestro predio.

Notifico que es una empresa muy seria en su labor, manifestando 3 meses para dar finalidad al tramite total y se demoraron 2 meses en dar cumplimiento a lo proyectado, también informo que el equipo de trabajo cuenta con la experiencia para este tipo de proyectos, son personas trabajadoras, colaboradoras y con énfasis en dar cumplimiento al trabajo sin ignorar factores importantes como lo es la seguridad y salud en el trabajo, por lo tanto recomiendo a la empresa Suncol Energy SAS para desarrollar proyectos de FNCE.

Nota: Experiencia clinetes nuevo modelo de legalización

- Seguimiento al plan de mejora: Una vez indagado sobre el tema y realizados los ajustes necesarios sobre el proceso de conexión a la red de los sistemas solares fotovoltaicos y legalización de los mismos, la implementación se inicia a partir del presente año haciendo

uso de las mejoras socializadas, dando como resultado el siguiente caso real; El proyecto tenía una capacidad de 59,9 kWp y se encontraba en el municipio de Floridablanca Santander, con base en el cronograma, el proyecto se debía iniciar en el mes de enero (15) y debía estar legalizado como AGPE en la primera semana del mes de marzo, debido al corto tiempo que se tenía (sabiendo que la instalación de un proyecto tarda entre un 50% y un 60% del tiempo del cronograma), desde el área de ingeniería se decidió trabajar bajo el plan de mejora, el proyecto se entregó y legalizó el 04 de marzo de 2022 cumpliendo al 100% con el tiempo establecido.

Se logró disminuir costos innecesarios, ya que los trámites que se hacen con entes certificadores y con el operador de red ESSA se alcanzaron a realizar durante la estadía del ingeniero a cargo del proyecto.

Por este motivo y a partir de esa fecha se viene trabajando con base al proceso implementado, ya que permite evidenciar en todas las etapas de legalización la documentación que se necesita y así mismo las subactividades que se pueden ir desarrollando y trabajando mientras se tiene espera de la respuesta en los tiempos establecidos.

Para confirmar el seguimiento y saber que está mostrando ventajas en comparación a los anteriores proyectos legalizados, se realizan entrevistas con el ingeniero a cargo del proceso y así mismo con el análisis de los indicadores descritos anteriormente, se comprueba que el nuevo proceso de legalización si evidencia progreso en la empresa y en atención al cliente, permitiendo a la empresa realizar hasta tres proyectos a la par, pues

cuentan con un equipo calificado y un proceso estandarizado que gana tiempo en las subactividades.

- Aprobación por parte de gerencia: Una vez realizado el bosquejo inicial del plan de mejora para el año 2022 – 2023 en la legalización de proyectos y con pruebas de funcionamiento, se realiza una reunión con el gerente de la empresa (Javier Gil Rodríguez) donde se le muestra cuáles son y serán las ventajas que se estarán evidenciando en futuros proyectos haciendo uso del nuevo modelo a seguir.

Se encuentra que la problemática inicial se está abordando de una manera más segura dando cumplimiento a tiempos y costos que se estipulan en las ofertas brindadas al equipo de trabajo y a los clientes de Suncol Energy. Para una mejor evaluación por parte de ellos el contenido se comparte por correo electrónico, permitiendo así que detallen y evalúen que tiempos se están reduciendo y si es viable o no implementar los ítems descritos, ya que para los próximos proyectos será necesario contar con factores diferentes a los ya establecidos para que la mejora se vea reflejada al 100%.

Aprobado el nuevo proceso se oficializa por parte de gerencia al equipo de trabajo vía correo para el conocimiento de todos, esto se hace con el fin de que frente a cualquier situación que se presente durante el día a día laboral, el personal del área de ingeniería (general) pueda realizar cualquier tipo de solicitud con base en la legalización de los proyectos con ayuda de los documentos y diagramas establecidos para tal fin, ya que al ser tan explícito y sin previo estudio se está permitiendo que si no se cuenta con la persona encargada de realizar ese proceso, no se pare el ritmo de trabajo que se maneja en Suncol, porque se debe contar con esa disponibilidad al 100%, ya que al ser una

empresa en etapa de crecimiento es indispensable realizar los trabajos con la mayor seguridad de manera interna y para el cliente.

- Plan de socializaciones al cargo: Para la implementación del nuevo proceso de legalización de sistemas solares y los subprocesos o actividades requeridas para dar finalidad al trámite con el OR y cumplir con la solicitud del cliente, se contó con el equipo de ingeniería, ya que al ser el área de mayor incidencia durante la reglamentación de los procesos y las ventajas o desventajas que se presentan una vez cambien una serie de actividades fue indispensable la participación del equipo. Se explicó en qué consistía las actualizaciones realizadas y las ventajas que traería como área, para ello fue necesario realizar ejemplos y mostrar datos reales que tiene la empresa, evidenciando que una vez finalizada la etapa de construcción del SSFV, la etapa de legalización presentaba muchos problemas, generando pérdidas en tiempo y económicas, ya que no se contaba con un proceso debidamente estandarizado y actualizado bajo las normativas vigentes, para ello se realizó una reunión digital (debido a que todo el equipo de ingeniería se encuentra en diferentes partes de Colombia).

En esta reunión, con ayuda de datos, entrevistas a los clientes y precios estimados perdidos, se identificaron las falencias que aquejaban siempre el proceso, se mostraron las implementaciones realizadas (diagramas de flujo de procesos, ventajas que se tienen en comparación a proyectos pasados, etc.) y así mismo con ayuda del sistema de indicadores se permitió conocer el tiempo en que se estaba incurriendo y como se podría

mejorar si se estandariza el nuevo modelo ante los operadores de red de los departamentos.

La reunión fue dinámica, evidenciando el interés de estas personas en aprender y conocer no solo el nuevo proceso a seguir, sino la manera de hacerlo y así disminuir problemas, que de manera directa afectan la liquidez de la empresa.

Por último, en la reunión establecida se logró hacer una ejemplificación del proceso (cada uno lo hacía) evidenciando así que el tiempo disminuía en un 50% dado que no es posible que disminuya más, ya que el otro porcentaje depende del tiempo que los entes asociados a la utilización de FNCE demoran en emitir respuesta. Al ser factores externos no se pueden controlar y con la mejora implementada no se dependerá de ellos para continuar con la tramitología.

Algo que llamó la atención al finalizar la socialización, fue conocer que los procesos asociados a las figuras 6 y 7 se podían realizar antes de iniciar el proyecto y al finalizarlo respectivamente, por lo que se encontró que al hacerlo de esta manera el tiempo disminuye, lo que permite obtener un tiempo de gracia ante el cliente en caso de que ocurra una eventualidad (propia o externa) y así dar cumplimiento a lo planteado por Suncol.

- Socialización del plan de mejora (otras áreas): Una vez aprobado el proceso implementado se da a conocer a las demás áreas de la empresa, la nueva metodología que se realizará desde ingeniería para legalizar los proyectos, adicionando información importante para las demás áreas que se verán condicionadas a trabajar de manera directa con el área de ingeniería. Se les da a conocer que al ser áreas distintas los logros se

evidencian de manera conjunta para todos lo que va a permitir el crecimiento de la empresa y el crecimiento personal del equipo Suncol, evidenciando que todos son aptos para trabajar y asumir nuevos retos que permitan alcanzar los principales objetivos que se tiene como empresa.

Así mismo, con las áreas de mayor relevancia en el proceso se comunica de manera directa antes de iniciar un nuevo proyecto, la manera en que se tratarán las actividades a realizar y cuáles son los puntos positivos y negativos de incurrir directamente el trabajo y la manera de hacerlo por parte de los profesionales de la organización.

Se evidenció gran apoyo por parte de ellos, permitiendo así entablar comunicaciones directas y laborales con el área, conllevando a implementar mejoras internas con el fin de dar seguimiento correcto al proceso de diseño, construcción, legalización y puesta en marcha de los sistemas solares. Denotando que estos procesos son la base para seguir creciendo como empresa y brindando las oportunidades laborales que tiene Suncol.

Con el área de compras se realizó un mayor estudio, debido a que por parte de ellos se va a requerir mayor apoyo, debido a que el proceso inicia con ellos en la adquisición a “tiempo” de los productos o servicios requeridos por parte de ingeniería para disminuir los tiempos muertos que se tenían con anterioridad y así no perder dinero y generar reprocesos por no contar con lo solicitado en el momento correcto de la actividad, bien sea de construcción o legalización.

## **8. Conclusiones:**

- Con la propuesta implementada se logró disminuir tiempos y costos durante el proceso de legalización de sistemas solares fotovoltaicos, con ayuda de estadísticas que permitieron

detallar una a una las problemáticas más comunes presentadas en Suncol Energy y así mismo para poder dar respuesta oportuna al cliente y a los beneficiarios del producto adquirido.

- Se debe mantener constante indagación sobre la normativa que rige la instalación y diseño de sistemas solares fotovoltaicos, ya que de esta dependerá la actualización de cada uno de los procesos y subprocesos necesarios durante la etapa de diseño hasta la etapa de comercialización de energía del autogenerador a pequeña escala en conjunto con el operador de red del departamento donde se realice dicha conexión.
- Es fundamental realizar capacitaciones al área encargada una vez se realicen los cambios, pues es de carácter primordial que ellos conozcan los pasos a seguir para disminuir tiempos y así cumplir con los requerimientos internos y externos.
- Las personas o empresas que inviertan en la utilización de FNCE gozarán de 4 incentivos tributarios, deducción anual de renta líquida, exclusión del IVA de los productos adquiridos, excepción de pagos arancelarios y depreciación anual del 20%
- Con la implementación de sistemas solares conectados al operador de red, se está cuidando el medio ambiente y adicional el cliente obtendrá (posterior al correcto estudio), hasta un 80% de disminución en el consumo de energía eléctrica reflejado en la facturación mensual. Por último, se deduce que el cliente no necesitará un medidor de respaldo que mida la energía exportada, ya que con la adquisición y parametrización adecuada se trabaja en los 4 cuadrantes.

## **9. Recomendaciones:**

Con base en los resultados obtenidos, el análisis e interpretación de las mejoras implementadas con gerencia y el área de ingeniería durante el desarrollo del proyecto de mejoramiento en el proceso de conexión a la red de sistemas solares fotovoltaicos, se presentan las siguientes recomendaciones que servirán para desarrollar a futuro mejores optimizaciones y reducciones en tiempos con base en todo lo regulatorio y técnico durante la ejecución del proceso:

- Elaborar un análisis exhaustivo que permita implementar con ayuda de los entes evaluadores de los proyectos mejores condiciones de conexión como Autogeneradores a pequeña escala, permitiendo así que el cliente obtenga más facilidad al momento de realizar dicha conexión.
- Tener de base proyectos elaborados con cada operador de red y las mejoras implementadas con el fin de conocer la versatilidad que se tiene para conectarse y la documentación requerida por cada uno.
- Mantener una actualización mes a mes de toda normativa presente para la legalización de sistemas solares, así mismo asistir a congresos solares que permitirá conocer avances en el desarrollo de FNCE como modelo de generación de energía eléctrica, conociendo los procesos y tiempos en que se incurre por normativa.
- Por último, se recomienda desarrollar e implementar una división de tiempo precisa por cada fase descrita en los temas de legalización de los sistemas solares, permitiendo así que no se cuente con tiempos muertos, durante la espera de respuesta.

### **Referencias Bibliográficas**

Comisión de regulación de energía y gas. (2021). *Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional*. Bogotá. [https://www.creg.gov.co/sites/default/files/creg174-2021\\_compressed.pdf](https://www.creg.gov.co/sites/default/files/creg174-2021_compressed.pdf)

Comisión de regulación de energía y gas. (2021). *Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional, Artículo 2.16.2.3.1. Sistema de medición para AGPE y GD*. Bogotá. [https://www.creg.gov.co/sites/default/files/creg174-2021\\_compressed.pdf](https://www.creg.gov.co/sites/default/files/creg174-2021_compressed.pdf)

Comisión de regulación de energía y gas. (2021). *Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional, Concepto 4412 de 2021*. Bogotá. [https://www.creg.gov.co/sites/default/files/creg174-2021\\_compressed.pdf](https://www.creg.gov.co/sites/default/files/creg174-2021_compressed.pdf)

Ecofener. (2018, 28 de octubre). ¿Cómo se convierte la energía solar en energía eléctrica? <https://ecofener.com/blog/kw-se-convierte-la-energia-solar-energia-electrica/>

Emprendepyme. (2009-2022). *Diagrama de Ishikawa*. Emprendepyme.net : <https://www.emprendepyme.net/diagrama-de-ishikawa.html#:~:text=Un%20diagrama%20de%20Ishikawa%20es,se%20necesitan%20en%20momentos%20concretos.>

Galloway, D. (2002). *Mejora Continua de Procesos*. Ed. Gestion 2000, 2002. <https://pdfcoffee.com/mejora-continua-de-procesospdf-2-pdf-free.html>

Gardner. (Marzo de 2001). *Research Gate*. Obtenido de Research Gate: [https://www.researchgate.net/publication/282706751\\_Resolving\\_the\\_process\\_paradox](https://www.researchgate.net/publication/282706751_Resolving_the_process_paradox)

Heredia, J. (2001). *Sistema de indicadores para la mejora y el control integrado de la calidad de los procesos*. Universitat Jaume I.

[https://books.google.com.co/books/about/Sistema\\_de\\_indicadores\\_para\\_la\\_mejora\\_y.htm?id=uLIt7WeQ7N4C&redir\\_esc=y](https://books.google.com.co/books/about/Sistema_de_indicadores_para_la_mejora_y.htm?id=uLIt7WeQ7N4C&redir_esc=y)

Muñiz, J. M. (2007). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid, España Ed Fund. Comfemetal 7da edición. <https://www.casadellibro.com.co/libro-energia-solar-fotovoltaica-7-ed/9788492735778/1869443>.

Orbegozo, C. & Arivilca, R. (2010). *Energía solar fotovoltaica - manual técnico para instalaciones domiciliarias*. Ed Green Energy consultoria y servicios.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54732175/libro\\_de\\_Energia-Solar-Fotovoltaica-Carlos-Orbegozo-Roberto-Arivilca-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1661356879&Signature=HGICHeigHpxHZYA-kqF0usCh9PrUile1PIDCHYjFqK39eIJ9X60Cvrv~Bs42dJJXDbodjtauHvHPmo6a6W1~pR9PrjKCEPvskrHnSJl~tmYf8YC0ySac~hQ0eX0ZRP8t64IU0cccu77YaUVWII4Es4n aRGiiNFCPhzsgH20ZAGI9WLYaFAAncv-QCnOfxI0DUciwglP6BEppmXl-2yMejYE3UIPe93ZTcDIaoZuFhuRQ~0AVmufXeFbBjRJVQusFZ~6yaDhCvbD8mFRebUKmX6edK5evShHkejcAzWHnrGvwL6nmhrD7tPvUiFJiATXaWtaANgDHJ809iND8nXxoag\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54732175/libro_de_Energia-Solar-Fotovoltaica-Carlos-Orbegozo-Roberto-Arivilca-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1661356879&Signature=HGICHeigHpxHZYA-kqF0usCh9PrUile1PIDCHYjFqK39eIJ9X60Cvrv~Bs42dJJXDbodjtauHvHPmo6a6W1~pR9PrjKCEPvskrHnSJl~tmYf8YC0ySac~hQ0eX0ZRP8t64IU0cccu77YaUVWII4Es4n aRGiiNFCPhzsgH20ZAGI9WLYaFAAncv-QCnOfxI0DUciwglP6BEppmXl-2yMejYE3UIPe93ZTcDIaoZuFhuRQ~0AVmufXeFbBjRJVQusFZ~6yaDhCvbD8mFRebUKmX6edK5evShHkejcAzWHnrGvwL6nmhrD7tPvUiFJiATXaWtaANgDHJ809iND8nXxoag_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

UNE, N. U. (2003). *Guía para la implantación de un sistema de indicadores*. España: Aenor ediciones. <https://www.centrosdeexcelencia.com/wp-content/uploads/2016/09/guia-indicadores.pdf>

Unidad de planeación minero energética Upme (2014). *Ley 1715 de 2014*. Bogotá

[http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY\\_1715\\_2014.pdf](http://www.upme.gov.co/Normatividad/Nacional/2014/LEY_1715_2014.pdf)

Zairi. M. (1991). *Total Quality Management for Engineers*. Cambridge: Woodhead Publishing;

1er edición. [https://www.amazon.com/Total-Quality-Management-Engineers-](https://www.amazon.com/Total-Quality-Management-Engineers-Zairi/dp/1855730243)

[Zairi/dp/1855730243](https://www.amazon.com/Total-Quality-Management-Engineers-Zairi/dp/1855730243)