

**TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR CÓDIGOS QR COMO HERRAMIENTA PARA
TRAZABILIDAD DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN EN LAS SUBESTACIONES DE
CODENSA S.A. ESP**

PRESENTADO POR:

**JOSEPH WILLIAM RIVERA RUBIANO
Código 20181197006
ADRIANA MARCELA HURTADO PARRA
Código 20181197022**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA
BOGOTÁ
2018**



Contenido

1. INTRODUCCIÓN	6
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
2.1. Justificación	6
2.2. Objetivo General	7
2.3. Objetivos Específicos.....	7
2.4. Estado del arte.....	7
2.5. Marco Histórico.....	8
2.6. Marco Conceptual.....	8
3. ESTUDIO DE MERCADO	9
3.1. Sector energético en Colombia	9
3.2. Población objeto del producto.....	21
3.3. Población objeto del proyecto	21
3.4. Ciclo de vida del proyecto	21
3.5. Análisis de la Demanda	23
3.6. Análisis de la oferta.....	28
3.7. Análisis Demanda Potencial	29
3.8. Precio	30
3.9. Canales y estrategias de comercialización	31
3.10. Plan de ventas.....	32
4. ESTUDIO DE INGENIERÍA	34
4.1. Diseño de producto.....	34
4.2. Diseño de proceso.....	38
4.3. Diseño y dimensionamiento del sistema productivo	39
4.3.1. Selección de tecnologías	39
4.3.2. Análisis de capacidades	40
4.3.3. Sistemas de Apoyo.....	43
4.3.4. Áreas	43
4.3.5. Layout.....	43
4.3.6. Análisis Impacto Ambiental	43
5. SISTEMA ADMINISTRATIVO	44
5.1. Diagnóstico estratégico.....	44
5.1.1. Cinco fuerzas de Porter	44
5.1.2. Matriz de posición estratégica y evaluación para la acción (PEEA)	45
5.1.3. Matriz MIME.....	48
5.2. Direccionamiento estratégico.....	50

5.2.1.	Misión Codensa S.A. ESP	50
5.2.2.	Misión del proyecto	50
5.2.3.	Visión Codensa S.A. ESP	50
5.2.4.	Visión del proyecto	51
5.3.	Formulación de la estrategia	51
5.4.	Planificación operacional	51
5.4.1.	Estructura organizacional	51
5.4.2.	Cargo	52
5.4.3.	Perfil.....	53
5.4.4.	Puestos de trabajo	54
5.4.5.	Estructura de descomposición de trabajo WBS.....	55
5.5.	Análisis de Impacto Laboral	56
5.6.	Análisis Legal y Normativo.....	56
6.	ESTUDIO FINANCIERO	57
6.1.	Supuestos para la evaluación financiera.....	57
6.2.	Costos de inversión	58
6.3.	Costos o gastos de operación.....	60
6.4.	Precio e ingresos	61
6.5.	Costos actuales de la compañía	61
6.6.	Cálculo del factor multiplicador	62
6.7.	Impuesto de Industria y Comercio (ICA) e impuesto a la renta.....	62
6.8.	Depreciación de los activos del proyecto	63
6.9.	Valor de salvamento	63
6.10.	Tasa de interés.....	63
6.11.	Flujos financieros del proyecto	64
6.11.1.	Situación sin financiamiento	64
6.11.2.	Situación con financiamiento.....	65
7.	Análisis Stakeholders	66
8.	Análisis de riesgos	69
9.	CONCLUSIONES	71
10.	BIBLIOGRAFÍA	73

Lista de figuras

Figura 1. Matriz energética de Colombia año 2014	11
Figura 2. Proporción recursos naturales para la generación de energía eléctrica y proporción de pérdidas	12
Figura 3. Matriz eléctrica colombiana, consumo por sector año 2014	13
Figura 4. Participación de la energía eléctrica en los sectores de consumo final	13
Figura 5. Producción de energía eléctrica en diferentes países de América Latina	14
Figura 6. Evolución de la oferta de energía eléctrica en América Latina	15
Figura 7. Evolución de la demanda eléctrica en Colombia	16
Figura 8. Evolución de la oferta eléctrica en Colombia	16
Figura 9. Plan de sostenibilidad de CODENSA	20
Figura 10. Ciclo de vida tecnología QR a nivel Mundial, Nacional y del Sector eléctrico	23
Figura 11. Diagrama radar de las características del sistema	23
Figura 12. Tamaño de la etiqueta	24
Figura 13. Demanda de Potencia [MW] atendida por CODENSA S.A ESP	25
Figura 14. Demanda real y pronosticada en MW atendida por CODENSA S.A ESP	27
Figura 15. Proyección de demanda de energía de CODENSA	27
Figura 16. Dificultades actuales en el modelo de la compañía	28
Figura 17. Calificación cualitativa del sistema actual	29
Figura 18. Expectativas del sistema	30
Figura 19. Plan de ventas estimado para el año 2019	33
Figura 20. Plan de ventas anual del 2019 a 2023	33
Figura 21. QFD del proyecto	36
Figura 22. Comparación código QR estándar (Izq.) contra código QR propuesto para el proyecto (Der.)	37
Figura 23. Código modelo lateral	37
Figura 24. Diagrama de flujo de proceso para PROTSCAN	38
Figura 25. Diagrama de flujo de proceso para el desarrollo de la aplicación PROTSCAN ..	38
Figura 26. Impresora Térmica TSC TA210	39
Figura 27. Diagrama de los trabajadores necesarios para el primer año del proyecto	42
Figura 28. Diagrama de los trabajadores necesarios para 5 años	42
Figura 29. Ubicación estratégica de la empresa	48
Figura 30. Matriz MIME	50
Figura 31. Impacto en Organigrama con la ejecución del proyecto	52
Figura 32. WBS estructura de arbol	56
Figura 33. Curva S del proyecto	59
Figura 34. Matriz poder-impacto de interesados	67

Lista de tablas

Tabla 1. Comportamiento del PIB por Ramas de Actividad Económica 2017 - Cuarto trimestre.....	10
Tabla 2. Suministro de electricidad, gas domiciliario y agua Variación del valor agregado 2017 – Cuarto trimestre	11
Tabla 3. Demanda de Potencia atendida por CODENSA S.A. ESP de 2011 a 2017.....	24
Tabla 4. Cantidad de subestaciones y equipos de protección en CODENSA S.A. ESP	25
Tabla 5. Pronóstico de la Demanda atendida por CODENSA S.A. ESP de 2018 a 2023	26
Tabla 6. Plan de ventas mes a mes para el año 2019.....	32
Tabla 7. Plan de ventas anual de 2019 a 2023	33
Tabla 8. Ficha técnica del producto.....	34
Tabla 9. Tiempo estimado de los procesos del sistema.	41
Tabla 10. Tiempo disponible del personal	41
Tabla 11. Capacidad de personal necesario para los procesos.	41
Tabla 12. Matriz PEEA.....	47
Tabla 13. Matriz MEFE	49
Tabla 14. Matriz MEFI.....	49
Tabla 15. Otras gerencias de Codensa.....	52
Tabla 16. Funciones y procedimientos.....	53
Tabla 17. Elementos básicos de protección personal.....	55
Tabla 18. WBS del proyecto.....	55
Tabla 19. Línea base de costos	59
Tabla 20. Cronograma del proyecto.	60
Tabla 21. Gastos de operación para los 5 años del plan de ventas.....	61
Tabla 22. Costos actual de Codensa.	61
Tabla 23. Calculo factor multiplicador	62
Tabla 24. Indicadores financieros situación sin financiamiento	64
Tabla 25. Amortización del préstamo	65
Tabla 26. Indicadores financieros situación con financiamiento	65
Tabla 27. Análisis interesados	66
Tabla 28. Matriz de compromiso de los interesados	67
Tabla 29. Matriz de responsabilidades de los interesados	68
Tabla 30. RBS del proyecto.	69
Tabla 31. Identificación de riesgos.....	69
Tabla 32. Matriz de impacto de los riesgos	70

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad en las subestaciones de media y alta tensión de CODENSA S.A. ESP no se lleva a cabo ningún tipo de trazabilidad para los equipos de protección de potencia, sumado a las dificultades que se tienen para obtener información verídica y oportuna de los equipos cuando se realizan labores en terreno u otras tareas que la requieren, y que al no tenerla oportunamente retrasan el desarrollo de las actividades y hacen que se generen sobrecostos y reprocesos en los procedimientos actuales.

De acuerdo con esta problemática o dificultad identificada, que se centra en la baja precisión y dificultad en la trazabilidad de información correspondiente a los equipos de protección existentes, y conforme a las políticas internas de la compañía que promueven la innovación y el uso de la tecnología en sus procesos, surge el proyecto propuesto como una solución para esta problemática. Este proyecto contempla la inclusión de la tecnología QR como sistema de identificación en los equipos de protección de potencia presentes en las subestaciones de media y alta tensión de CODENSA S.A. ESP y la elaboración de una aplicación móvil para facilitar la trazabilidad y visualización de planos e información en terreno para la gestión de los activos y de las actividades laborales en las subestaciones de la compañía.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se darán a conocer cuáles son las razones que motivan la idea y la creación de este proyecto, los objetivos que se quieren alcanzar con la solución aquí planteada, el estado del arte que permite contextualizar con experiencias similares, el marco histórico que enmarca la situación que se ha vivido en lugar de ejecución del proyecto y finalmente, el marco conceptual que brinda algunos conceptos importantes que facilitarán la comprensión del lector

2.1. Justificación

Debido a la falta de trazabilidad de activos y al poco manejo de la información de los equipos de protección actual que se presenta en las subestaciones de alta y media tensión de CODENSA S.A. ESP., se hace necesario desarrollar un sistema que permita un mayor control de los equipos actuales y futuros, así como disminuir sobrecostos en los procesos actuales que se vean involucrados y poder aumentar la eficiencia en las labores relacionadas en la compañía.

De acuerdo con esto, el proyecto se centra en solucionar la baja precisión y dificultad en la trazabilidad e información correspondiente a los equipos de protección existentes; por este motivo y de acuerdo a las políticas internas de la compañía en las que promueven la innovación y el uso de la tecnología en sus procesos, queremos dar una solución al departamento de protecciones de CODENSA S.A. E.S.P., a través de la implementación del sistema de identificación con códigos QR para poder asociar la información y llevar la trazabilidad de cada uno de los equipos de protección de potencia ubicados en las subestaciones de media y alta tensión de la compañía.

2.2. Objetivo General

Realizar un estudio de prefactibilidad para la implementación de un sistema de identificación por tecnología QR con el fin de mejorar la trazabilidad e información referente a los equipos de protección de potencia en las subestaciones de alta y media tensión de Codensa S.A. ESP.

2.3. Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de mercado del sector actual con respecto a la oferta y demanda del servicio ofrecido por el proyecto, así como la definición de un plan de ventas a 5 años.
- Desarrollar el estudio técnico del proyecto, diseñando y dimensionando el sistema productivo como tecnologías, capacidades y áreas.
- Elaborar el sistema administrativo y legal del proyecto por medio del diagnóstico, direccionamiento, formulación y planificación de la estrategia.
- Realizar el estudio financiero del proyecto mediante variables e indicadores como el VPN y TIR.

2.4. Estado del arte

Bohórquez, F. J. (2014). Diseño e implementación de códigos QR en los equipos de la empresa Automation Colombia. "Ingeniería y equipos industriales de Colombia". Sogamoso, Boyacá, Colombia.

Muestra la implementación de un sistema de identificación de códigos QR, a través de la impresión y programación de las etiquetas, el desarrollo de la base de datos donde se almacenará la información de los equipos y la implementación real del sistema en la compañía. Este trabajo permite tener unas bases frente a los posibles problemas y consideraciones que se deben tener en el momento real de implementación del proyecto. Además de dar a conocer métodos de codificación, creación y lectura de los códigos QR.

Pardo Drojan, J. E., & Garcia Lorenzo, A. (201). Aplicación de los códigos Bidimensionales QR (Quick Response) en la prestación de servicios de mantenimiento y asistencia técnica. Cartagena: XV Congreso de ingeniería de organización.

Enfoca el trabajo a la parte de mantenimiento, a través de métodos que permitan el fácil manejo de los equipos y mediante el uso de los códigos QR se puedan realizar labores más eficientes de mantenimiento preventivo. Por ejemplo, el envío de un mensaje de texto automatizado, la tele-gestión y el monitoreo permanente,

Suarez Marín, N., Herrera Ramos, M. A., López Calleja, L. R., & Fernández de Aldecoa, J. C. (s.f.). Utilización de códigos QR para la gestión del mantenimiento de equipos e instalaciones. Canarias.

Realizan la implementación del sistema a través de códigos QR con el objetivo de establecer un acceso rápido a la documentación de los protocolos del mantenimiento de los equipos con el fin que estos se realicen correctamente, optimizando así los tiempos de ejecución y la seguridad de los mantenimientos al disponer de toda la información de forma inmediata.

Vargas Guzmán, K. A., & León Castañeda, D. M. (2017). Implementación de códigos QR como método de codificación, para sistema de inventario a través de un aplicativo móvil y servicios web. Bogotá D.C., Colombia.

Aunque el trabajo se enfoca en el uso de los códigos QR para el manejo de inventarios y el proyecto de grado propuesto en CODENSA no manejaría el sistema con esta cualidad, igualmente permite tener un conocimiento y acercamiento frente a los posibles usos de los códigos QR. Además de dar unas buenas bases para el desarrollo de la aplicación móvil de lectura y visualización de información de los activos.

2.5. Marco Histórico

Desde aproximadamente hace 6 años en el Departamento de Protecciones de CODENSA S.A. ESP se maneja un archivo plano en Excel con la información pertinente de ajustes de los equipos de protección de potencia y los datos de fabricación (seriales, número de parte, versión de Software, etc.) para el control de inventarios y la trazabilidad de los equipos, ya que antes de este tiempo no se llevaba ningún control de la información relacionada a los equipos de protección de potencia y las labores de terreno y de muchos de los miembros del área se veía retrasada por la falta de información.

Esta fue una solución dada para poder suministrar la información a los trabajadores, sin embargo, como este archivo es modificable por cada miembro del grupo y debe ser actualizado cuando se presente algún cambio en el sistema de potencia de CODENSA, y adicionalmente no existe un moderador o administrador que realice este trabajo de manera manual o automática, se tienen varios errores humanos y en consecuencia inconsistencias en la información referente a los equipos existentes.

Sumado a esto, en las propias subestaciones de Codensa se tienen planos eléctricos e información de las instalaciones, pero se encuentran desactualizados o simplemente no existen, lo que sigue afectando el tiempo y desarrollo de las actividades a cargo del personal del área.

Actualmente en el Departamento de Protecciones se está trabajando en la modernización del archivo de Excel mencionado, para lograr un avance y llegar a la automatización del inventario de ajustes y equipos; de acuerdo a esta información y con las políticas de la compañía que impulsan a la innovación y al uso de la tecnología surge la idea del proyecto expuesto en este trabajo.

2.6. Marco Conceptual

- **Subestación Eléctrica:** Una subestación eléctrica es una instalación, o conjunto de dispositivos eléctricos, que forma parte de un sistema eléctrico de potencia. Su principal función es la producción, conversión, transformación, regulación, repartición y distribución de la energía eléctrica. La subestación debe modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para que la energía eléctrica pueda ser transportada y distribuida.
- **Protección de potencia:** La función principal de un sistema de protección es fundamentalmente la de causar la pronta remoción del servicio cuando algún elemento

del sistema de potencia sufre un cortocircuito, o cuando opera de manera anormal. Existe además una función secundaria la cual consiste en proveer indicación de la localización y tipo de falla.

- Código QR: Un código QR es una matriz en dos dimensiones formada por una serie de cuadrados negros sobre fondo blanco, generalmente sus dimensiones mínimas deben ser 2cmx2cm para que pueda ser leído en celulares no tan actuales. Esta matriz es leída por un lector específico (Lector de QR) en nuestro dispositivo móvil.
- Aplicación móvil: Herramienta que se instalará en los dispositivos móviles de los trabajadores del departamento de protecciones que se encuentren involucrados en tareas que requieran de la información asociada al código QR que identificará cada uno de los equipos, con el fin de que puedan visualizar la información en terreno sin necesidad de desplazarse.
- Base de datos: Sistema formado por el conjunto de datos recolectados y almacenados sistemáticamente de cada uno de los equipos de protección, con el fin de llevar un histórico que le permita a un usuario realizar consultas y obtener cierta información o trazabilidad sobre los equipos de su interés en determinada interfaz.

3. ESTUDIO DE MERCADO

En esta sección del proyecto se realiza un análisis del sector energético a nivel nacional e internacional, ya que es el sector en el que se encuentra ubicada la población objeto del proyecto y del producto señalados en este documento; este análisis incluye el entorno macroeconómico, donde se ve la participación en el PIB, la participación en los sectores de consumo final, análisis en el sector eléctrico en términos internacionales, un histórico y proyección de la demanda eléctrica, los entes que regulan este sector, así como normas, políticas y proyectos propuestos. De igual forma también se define la población objeto del proyecto y del producto, en que parte del ciclo de vida se puede ubicar, la oferta, la demanda, la demanda potencial, de qué forma se establece el precio, cuáles serán los canales y estrategias de comercialización y el plan de ventas proyectado.

3.1. Sector energético en Colombia

En la actualidad, en el sector energético podemos encontrar los mercados de generación, transmisión, comercialización y distribución de energía, de acuerdo a la clasificación de las actividades desarrolladas por cada agente, además está conformado por distintas entidades y empresas que se encargan de las diversas funciones que acarrearán estos mercados. A continuación, mencionaremos algunas de las entidades que hacen parte del sector energético en Colombia.

- Ministerio de Minas y Energía (MME)
- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
- Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)
- Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC)
- Liquidador y Administrador de Cuentas (LAC)

- Centro Nacional de Despacho (CND)
- Consejo Nacional de Operación (CNO)

Análisis Macroeconómico

Para el análisis macroeconómico se tuvo en cuenta el estado actual del sector eléctrico colombiano, específicamente en la etapa de distribución de energía eléctrica que es la que compete directamente el proyecto.

Adicionalmente se mencionará la proyección de la demanda de energía eléctrica que repercute en la inversión de nuevas subestaciones o agrandar las actuales para poder suplir la demanda futura, lo que implicaría directamente en el aumento del alcance e implementación del proyecto.

Participación por actividades en el PIB

En la Tabla 1 se muestran las variaciones en la participación por actividades económicas sobre el PIB del año 2017. Para este caso la actividad económica en la que se ubica el sector para el cual desarrollamos nuestro proyecto es en la actividad de suministro de electricidad, gas y agua; podemos ver que, en el cuarto trimestre de 2017 respecto al mismo periodo de 2016, el valor agregado de la rama creció en 2,3%, respecto al trimestre inmediatamente anterior aumentó en un 0,9% y en el año creció un 1,1%. Esto indica que es un sector importante en el aporte a la economía del país en comparación con otros sectores como la minería, la industria manufacturera, el transporte y la construcción que han disminuido su participación en el PIB; es importante hacer que el sector siga creciendo y mejorando para que esta participación siga en aumento.

Tabla 1. Comportamiento del PIB por Ramas de Actividad Económica 2017 - Cuarto trimestre

Ramas de actividad	Variación porcentual (%)		
	Anual	Trimestral	Año Corrido
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	1,0	-2,0	4,9
Explotación de minas y canteras	0,5	-1,0	-3,6
Industria manufacturera	-1,4	0,0	-1,0
Suministro de electricidad, gas y agua	2,3	0,9	1,1
Construcción	-0,6	0,0	-0,7
Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	0,3	-0,1	1,2
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	-1,0	-0,9	-0,1
Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas	3,4	0,5	3,8
Actividades de servicios sociales, comunales y personales	3,7	0,9	3,4
Subtotal valor agregado	1,3	0,1	1,5
Impuestos menos subvenciones sobre la producción e importaciones	3,9	1,0	3,9
PRODUCTO INTERNO BRUTO	1,6	0,3	1,8

Fuente: DANE - Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

En la Tabla 2 se muestra la participación por actividades específicas que hizo que la actividad de suministro de electricidad, gas y agua creciera un 1,1% en el año 2017; de acuerdo a estos datos se observa que la generación, captación y distribución de energía eléctrica, sector de nuestro interés, siempre ha ido en aumento. En el año 2017 creció el 1,0%, respecto al mismo trimestre del año anterior muestra un aumento del 2,4% y respecto al trimestre inmediatamente anterior aumentó en 1,1%.

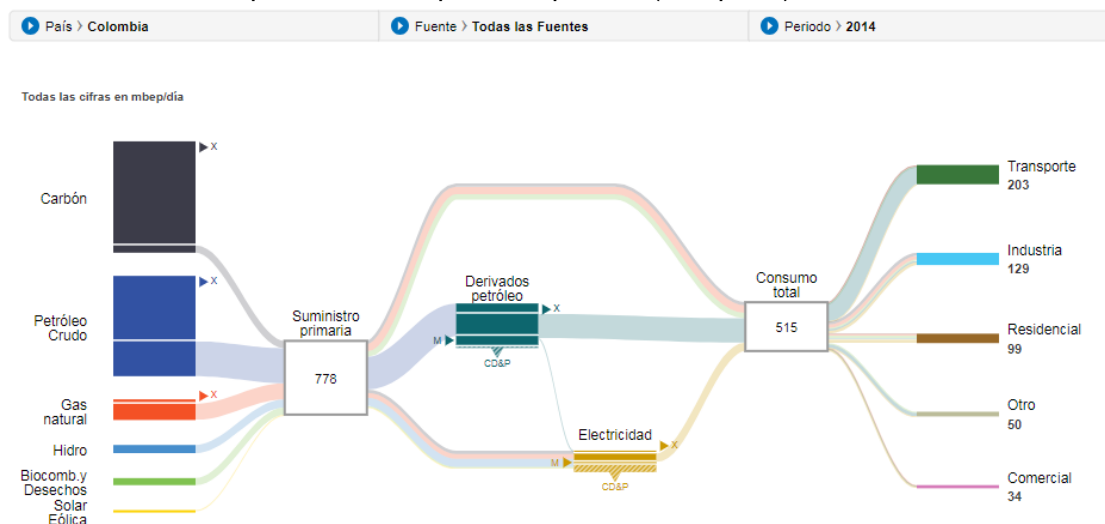
Tabla 2. Suministro de electricidad, gas domiciliario y agua Variación del valor agregado 2017 – Cuarto trimestre

Ramas de actividad	Variación porcentual (%)		
	Anual	Trimestral	Año Corrido
Generación, captación y distribución de energía eléctrica	2,4	1,1	1,0
Gas domiciliario	0,9	2,7	0,7
Captación, depuración y distribución de agua y eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares	2,3	0,6	1,5
Suministro de electricidad, gas y agua	2,3	0,9	1,1

Fuente: DANE - Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

Matriz energética colombiana

La matriz energética colombiana que se muestra en la Figura 1, permite identificar fácilmente las principales fuentes energéticas del país; los cuadros que están señalados con una X reflejan la proporción de estas fuentes que se exporta, los cuadros de los que se desprende un flujo reflejan la proporción de estas fuentes que se distribuye y al final del flujo se muestra la cantidad que llega a los sectores de consumo final; las cifras de la Figura 1 están en millones de barriles equivalentes de petróleo por día (mbep/día).



Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

En la Figura 1, se puede observar que la fuente de energía que más se produce en el país es el carbón, aunque en gran proporción se usa para exportación, seguida por el petróleo crudo, también exportado en gran proporción y luego el gas que se exporta en menor proporción; esto nos permite apreciar que Colombia al ser un país rico en recursos naturales no tiene la necesidad de importar ningún insumo energético primario.

Matriz eléctrica colombiana

Enfocándonos un poco más en el sector que compete al proyecto, se observa que el sector eléctrico posee una participación importante en el consumo total del país; en la Figura 2 se muestra cómo es la proporción de las materias primas usadas para la generación de energía eléctrica, observándose que en la generación de electricidad el principal insumo es el recurso hídrico, en segundo lugar, el gas, seguido por el carbón y los productos biocombustibles y desechos.

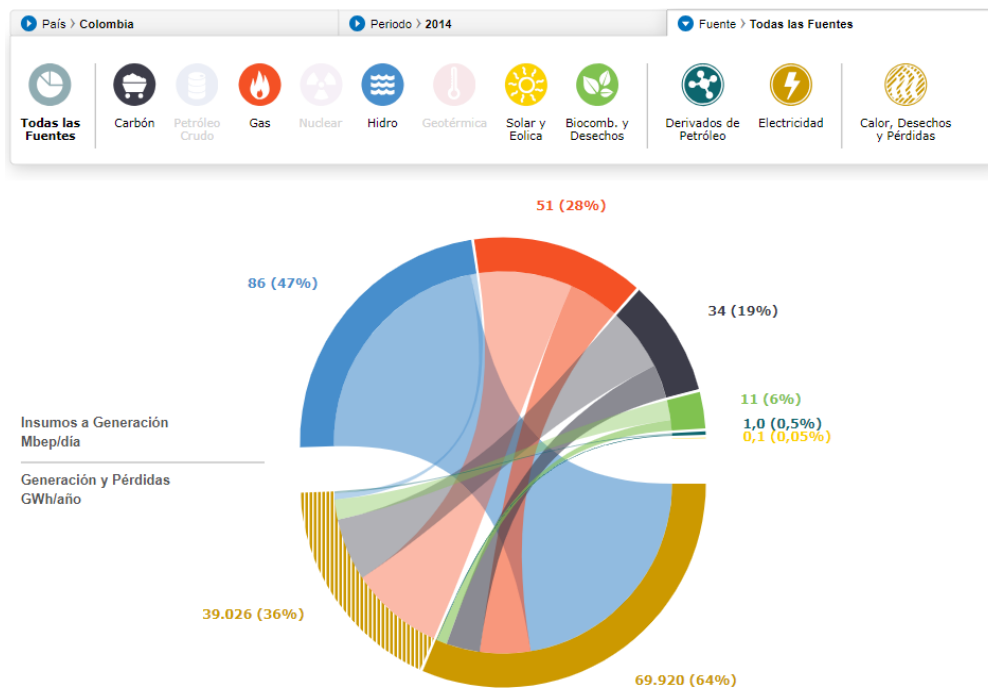


Figura 2. Proporción recursos naturales para la generación de energía eléctrica y proporción de pérdidas

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

En la Figura 3, se pueden apreciar a la izquierda los recursos utilizados en el proceso de generación de energía eléctrica y a la derecha los sectores de consumo final a los cuales se les distribuye. Se observa que los sectores de mayor consumo de energía eléctrica en Colombia para el año 2014 son el sector residencial con un 42% de los 53.492 gigavatios-hora (GWh) producidos en el año, el sector industrial con un 31% y el sector comercial con un 24%.

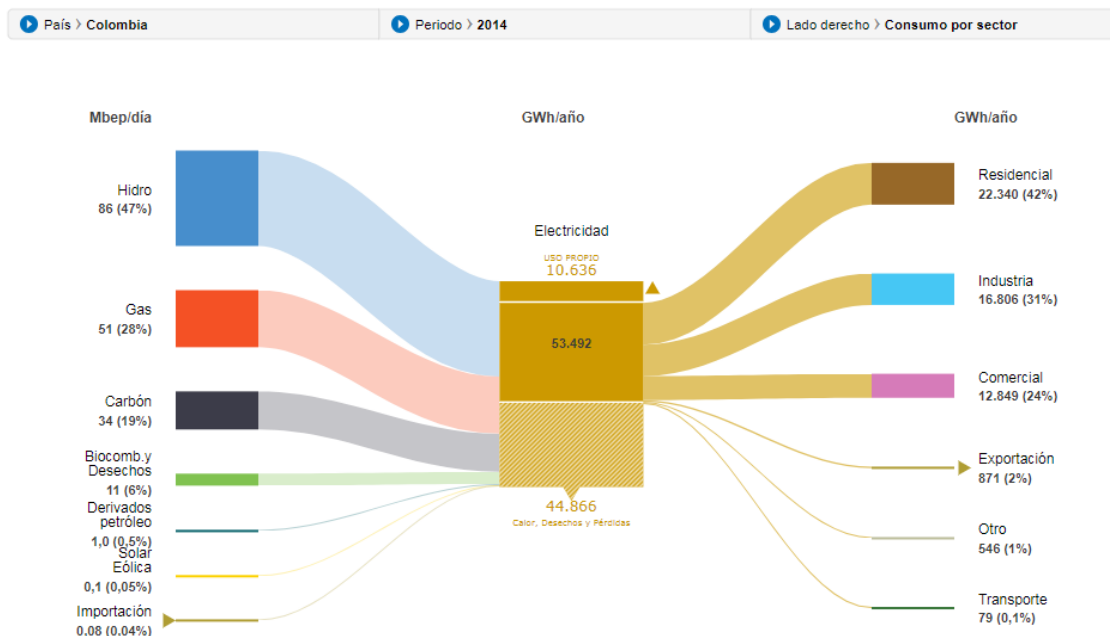


Figura 3. Matriz eléctrica colombiana, consumo por sector año 2014
 Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Participación de la electricidad en los sectores de consumo final

A parte de conocer cómo es la distribución de la energía eléctrica en el país, es necesario analizar también la participación de esta en los sectores de consumo final. En la Figura 4 podemos ver que la electricidad es principalmente utilizada en los sectores residencial, industrial y comercial, respectivamente; esto implica que conforme aumente la población nacional será necesario el aumento correspondiente en la infraestructura eléctrica para poder suplir estas necesidades. Este dato influye directamente en el proyecto, ya que se genera una necesidad futura de la creación de nuevas subestaciones.

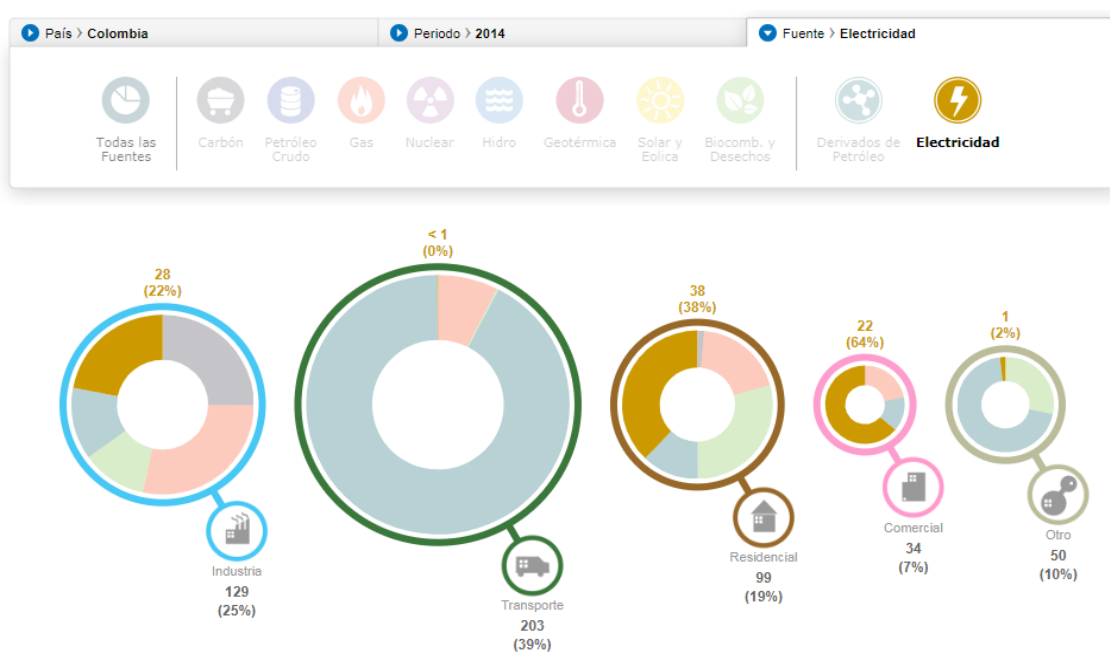


Figura 4. Participación de la energía eléctrica en los sectores de consumo final
 Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

En la Figura 4 se observa cómo es la participación de la energía eléctrica en cada uno de los sectores de consumo final; se puede ver que en el sector comercial el 64% de los recursos utilizados corresponde a la electricidad; en el sector residencial aunque el porcentaje es menor y solo el 38% corresponde a este recurso, es el sector en el que se tiene la mayor participación en el consumo de energía eléctrica; el sector industrial como se mencionaba anteriormente es el segundo sector con mayor consumo eléctrico, sin embargo la participación del recurso en el sector no es tan relevante ya que corresponde a sólo el 22% dado que en el país todavía prevalece el carbón, gas y derivados del petróleo como fuente de producción.

Análisis del sector eléctrico internacionalmente

Para poder analizar un poco más el estado actual del sector eléctrico y cómo puede comportarse, ver si puede mejorar y crecer, se debe realizar una comparación internacional frente a otros países.

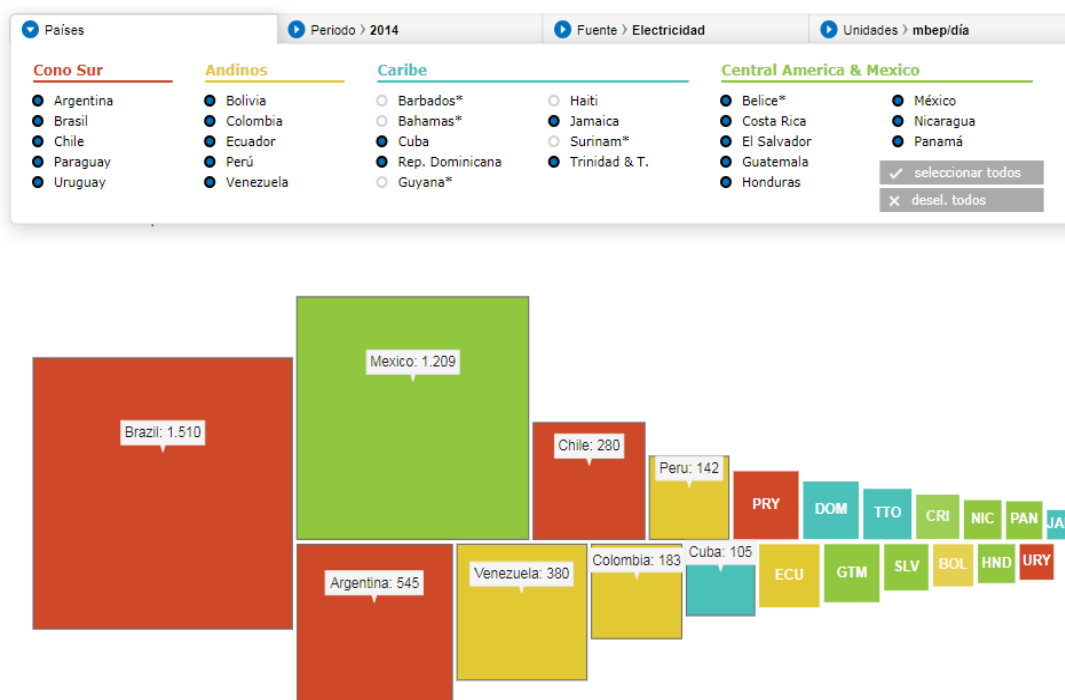


Figura 5. Producción de energía eléctrica en diferentes países de América Latina
Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

En la Figura 5 se observa que, aunque Colombia se encuentra entre los mayores productores de energía eléctrica, ocupando el sexto lugar entre estos países, y sabiendo que es de los que mayor diversificación posee en la matriz energética, tan solo se produce aproximadamente el 12% de la energía que se genera en Brasil, el 15% de lo que se genera en México y el 34% de lo que se genera en Argentina.

Esto permite analizar que debido a la cantidad de recursos naturales que se posee en el país, aún se puede hacer un mejor aprovechamiento de estos para aumentar la capacidad de generación eléctrica actual en Colombia.

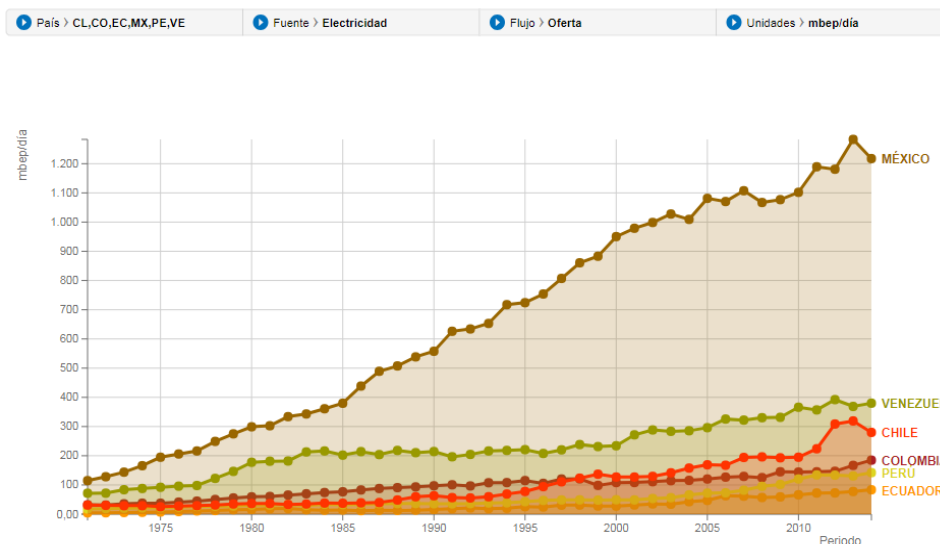


Figura 6. Evolución de la oferta de energía eléctrica en América Latina
Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Lo que se observa en la Figura 6 puede ser algo obvio, dado que con el paso del tiempo no solo aumenta la población y por lo tanto el sector de consumo de energía, sino que adicionalmente comienzan a aparecer nuevas tecnologías que requieren mayor consumo de energía eléctrica y por lo tanto el país debe ofertar mayor cantidad de electricidad.

Respecto a Colombia, se observa que ha tenido un crecimiento lento de la oferta de electricidad a través del tiempo; aunque sea lento esto conlleva a la creación de nuevas redes eléctricas o ampliación de las existentes. En el tema siguiente se detalla un poco más este tema de gran relevancia para el proyecto.

Análisis histórico y proyección de la demanda eléctrica

Un factor muy importante para el estudio del proyecto y su futura implementación es el análisis de la evolución de la demanda, en este caso este análisis tiene un efecto implícito o secundario en la realización del proyecto, dado que conforme aumente la demanda, los operadores locales como CODENSA deberán aumentar sus infraestructuras (subestaciones, líneas, redes, equipos en general) para poder suplir la necesidad de energía eléctrica que el país demandará.

En la Figura 7 se puede evidenciar que el consumo de energía eléctrica en el país tiende a aumentar cada año, sin embargo en los periodos de 2001-2002 y 2004-2005 se mantiene igual; también podemos ver que en el periodo de 1997 a 1999 se presentó disminución constante en la demanda de energía eléctrica pero no se evidencia un comportamiento que demuestre que esta disminución obedece a algún factor específico que permita pronosticar en qué momento podría presentarse nuevamente una baja en la demanda de electricidad.

Todas las cifras en mbep/día

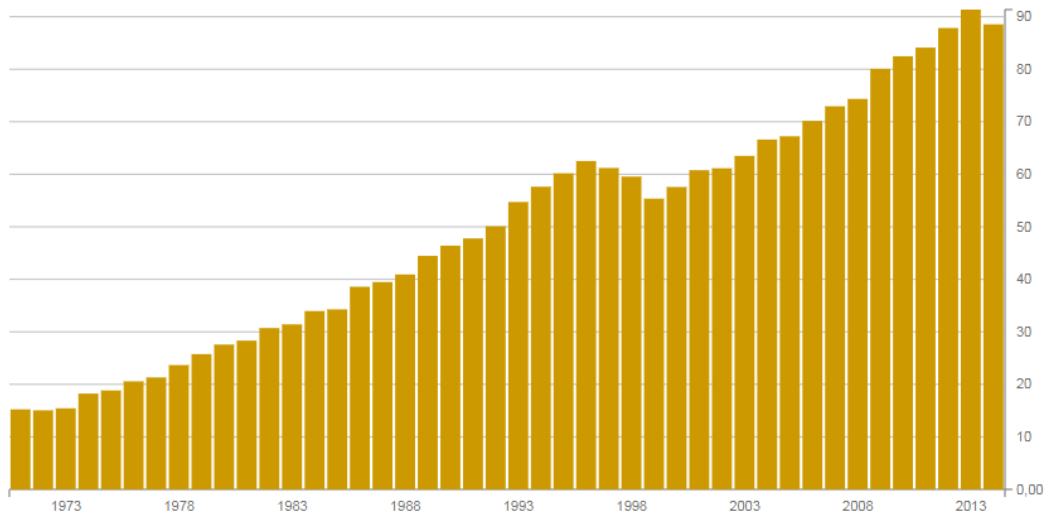


Figura 7. Evolución de la demanda eléctrica en Colombia
Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

En la Figura 8 se puede evidenciar que la oferta eléctrica en el país tiende a crecer año a año, sin embargo en los periodos de 1993-1994, 1997-1998 y 2000-2004, la oferta se mantuvo sin presentar mucha diferencia; también podemos ver que son pocos los años en que se observa una disminución en la oferta de energía eléctrica, entre los cuales están los años 1992, 1996, 1999, 2008 y 2011 lo que no muestra ningún comportamiento cíclico o estacional que permita pronosticar estas disminuciones en la oferta.

Todas las cifras en mbep/día

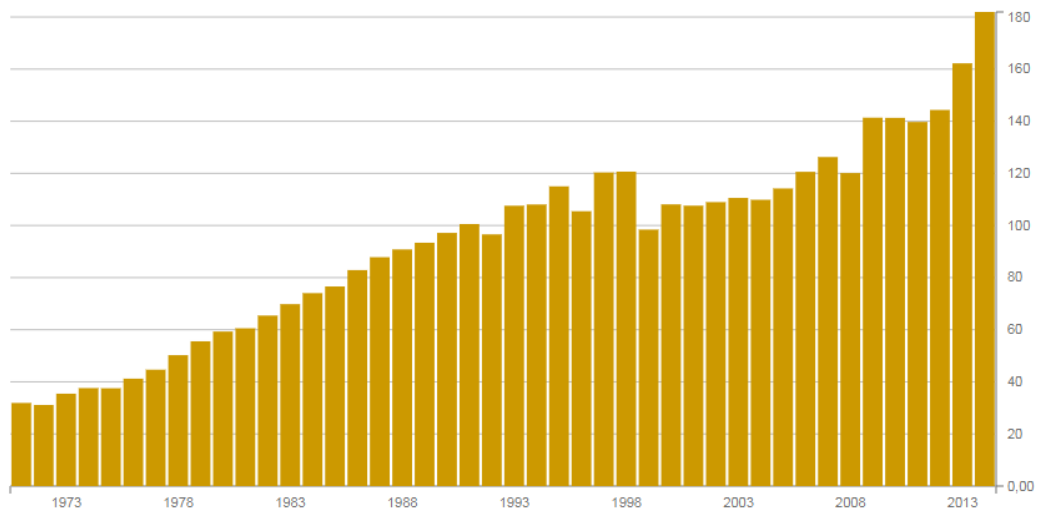


Figura 8. Evolución de la oferta eléctrica en Colombia
Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Con base en las figuras 7 y 8, se evidencia el aumento que ha tenido y seguirá teniendo la demanda de la energía eléctrica, y por consiguiente también la oferta para tener la capacidad de suplir la demanda que surja. En cuanto al desarrollo del proyecto para la trazabilidad de los equipos de protección de potencia en las subestaciones por códigos QR, implicaría la instalación del sistema en las subestaciones que se requiera construir con el paso de los años.

Entes Reguladores

Las entidades reguladoras del sector energético en Colombia, se basan en las características de cada una de las actividades o negocios y establecen como lineamiento general para el desarrollo del marco regulatorio, la creación e implementación de reglas que permitan y propendan a la libre competencia para los segmentos de generación y comercialización de electricidad; mientras que para los segmentos de transmisión y distribución dichas actividades son orientadas a monopolios, generando así espacios de competencia. A continuación, se presentará la forma en que algunos entes del sector energético influyen sobre el mismo.

Ministerio de Minas y Energía (MME)

Mantiene una relación con las empresas de servicios públicos, ejerciendo las siguientes funciones:

- Establecer los requisitos técnicos que deben cumplir las empresas.
- Elaborar máximo cada cinco años un plan de expansión de la cobertura del servicio público que debe tutelar el Ministerio.
- Identificar el monto de los subsidios que debería dar la Nación para el respectivo servicio público.
- Recoger información sobre las nuevas tecnologías y sistemas de administración en el sector.
- Impulsar bajo la dirección del presidente de la República, y en coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores, las negociaciones internacionales relacionadas con el servicio público pertinente.
- Desarrollar y mantener un sistema adecuado de información sectorial, para el uso de las autoridades y del público en general.

Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)

Está definida como Unidad Administrativa Especial del Ministerio de Minas y Energía, conformada por el ministro de Minas y Energía como líder, el ministro de Hacienda y Crédito Público, el director del Departamento Nacional de Planeación, cinco expertos en asuntos energéticos de dedicación exclusiva nombrados por el presidente de la República para períodos de cuatro años y el superintendente de Servicios Públicos Domiciliarios, quien en la unidad tiene voz, pero no voto.

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)

Está definida como Unidad Administrativa Especial adscrita al Ministerio de Minas y Energía, y tiene entre sus funciones establecer los requerimientos energéticos de la población y los agentes económicos del país, basados en proyecciones de demanda que contemplen los posibles cambios en las variables demográficas y económicas, y de precios de los recursos

energéticos; esto para elaborar el Plan Energético Nacional y el Plan de Expansión del Sector Eléctrico, en concordancia con el proyecto del Plan Nacional de Desarrollo.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)

La SSPD es un organismo de carácter técnico, el cual está adscrito al Ministerio de Desarrollo Económico, desempeñando funciones específicas de control y vigilancia con independencia de las Comisiones de Servicios y con la inmediata colaboración de los superintendentes delegados. El superintendente y sus delegados son nombrados y removidos libremente por el presidente de la República.

Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC)

Es la dependencia encargada del registro de los contratos de energía a largo plazo, así como de la liquidación, facturación, cobro y pago del valor de los actos o contratos de energía en la bolsa por generadores y comercializadores; se encargan del mantenimiento de los sistemas de información y programas de computación requeridos.

Consejo Nacional de Operación (CNO)

La función principal del CNO es acordar los aspectos técnicos que garanticen que la operación integrada del Sistema Interconectado Nacional sea segura, confiable y económica, así como ser el órgano ejecutor del reglamento de operación.

Las decisiones del Consejo Nacional de Operación pueden ser recurridas ante la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

El Consejo Nacional de Operación está conformado por: Un representante de cada una de las empresas de generación, conectadas al Sistema Interconectado Nacional, que tengan una capacidad instalada superior al 5% del total nacional; dos representantes de las empresas de generación del orden nacional, departamental y municipal, conectadas al Sistema Interconectado Nacional, que tengan una capacidad instalada entre el 1% y el 5% del total nacional; un representante de las empresas propietarias de la red nacional de interconexión, con voto sólo en asuntos relacionados con la interconexión; un representante de las demás empresas generadoras conectadas al Sistema Interconectado Nacional; el director del Centro Nacional de Despacho, quien tendrá voz pero no voto; y dos representantes de las empresas distribuidoras que no realicen prioritariamente actividades de generación, siendo por lo menos una de ellas la que tenga el mayor mercado de distribución.

Normativa actual

Las resoluciones y normas actuales que recaen directamente en el proyecto, son las siguientes:

- Resolución CREG 097 de 2008 y resolución CREG 067 de 2010: Hablan de los índices de calidad de servicio de energía eléctrica, con base a indicadores de frecuencia y duración de la falta de servicio. Además de las penalizaciones o incentivos que conlleva cumplir o no estos requerimientos legales.
- Ley 1715 de 2014: Que promueve la inclusión de nuevas fuentes de energías renovables, la financiación y la promoción de generación distribuida
- Ley 143 de 1994: Establece que la Generación de energía eléctrica en el sistema interconectado nacional. Compete al Ministerio de Minas y Energía definir los planes

de expansión de la generación y de la red de interconexión y fijar criterios para orientar el planeamiento de la transmisión y la distribución. Los planes de generación y de interconexión serán de referencia y buscarán optimizar el balance de los recursos energéticos para la satisfacción de la demanda nacional de electricidad, en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo y el Plan Energético Nacional."

- Resolución Min Ambiente 1283 de 8 agosto de 2016, "Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables - FNCER y gestión eficiente de la energía.
- Procedimiento de Declaratoria de Utilidad Pública e Interés Social: Elabora el acto administrativo que declara de utilidad pública e interés social los proyectos y los terrenos necesarios para la ejecución de obras para la prestación de servicio público de energía eléctrica; así como señalar la entidad propietaria facultada para expedir el acto administrativo que decreta la expropiación.
- Los fondos actuales de financiación que se tienen en el país para el sector eléctrico son:
 - FAZNI: Fondo de apoyo financiero para energización de zonas no interconectadas
 - FAER: Fondo de apoyo financiero para energización de zonas rurales
 - SGR: Sistema general de regalías
 - FECF: Fondo especial cuota de fomento
 - PRONE: Programa de normalización de redes eléctricas

Políticas y planes

- Plan Indicativo de Expansión de la Cobertura Eléctrica
- Plan energético nacional Colombia: ideario energético 2050
- Informe Nacional de Competitividad
- Plan Estratégico de Participación Ciudadana y Rendición de Cuentas

Análisis microeconómico

El análisis microeconómico, está enfocado en los lineamientos, planes y políticas actuales de CODENSA respecto a nuevas inversiones en la red actual, mantenimiento de la misma o en el aumento de infraestructura para la generación y distribución de energía eléctrica en Colombia.

En primera instancia como se muestra en la Figura 9 , CODENSA posee una política muy sólida basada en un plan de sostenibilidad que se enfoca en tres ámbitos importantes, los cuales son: ambiental, económico y social.



Figura 9. Plan de sostenibilidad de CODENSA
Fuente: Página Web de Codensa S.A. ESP

Proyectos

- **Subestación Nueva Esperanza:**
Plan de expansión de transmisión de energía que la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), del Ministerio de Minas y Energía, tiene previsto entre los años 2008 y 2022. A su vez hace parte del robusto plan de inversiones que adelanta CODENSA, con el propósito de seguir acompañando el crecimiento de la ciudad-región y responder de manera confiable y estable a la demanda de energía que esta conlleva.
- **Proyecto de modificación de líneas de distribución y transmisión:**
Codensa diseña y construye líneas de distribución en media tensión (MT) y de transmisión en alta tensión (AT). La ejecución de estos proyectos puede involucrar el cambio y la construcción de las redes eléctricas en MT y AT. Como distribuidor de energía, Codensa tiene toda la experiencia para garantizarles a los clientes la apropiada ejecución de este tipo de proyectos.
- **Proyecto de Modernización de instalaciones:**
Asesoría, diseño, construcción e interventoría de proyectos de infraestructura eléctrica. Suministro e instalación de equipos y obras complementarias necesarios, hasta la puesta en marcha y correcta energización de instalaciones. Todos los proyectos de baja tensión, media tensión y alta tensión deben cumplir con las normas técnicas estipuladas y los más altos estándares de calidad y seguridad.
- **Proyecto de Normalización de instalaciones:**
Asegurar el cumplimiento de las normas que se deben cumplir incluyendo la NTC2050, el RETIE, el RETILAP y las normas de operador de red, entre otros.

Políticas y Marco Regulatorio

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE): documento expedido por el Ministerio de Minas y Energía, que establece las medidas de seguridad de las personas, animales y medioambientales que se deben cumplir para prevenir, minimizar o eliminar los riesgos de origen eléctrico.

- Ley 142 de 1994 : Ley de servicios públicos
- Ley 143 de 1994 : Ley eléctrica
- Resolución CREG 119 de 2007: fórmula tarifaria para comercialización de energía en el mercado regulado de energía eléctrica.
- Resolución CREG 097 de 2008 : cargos por uso de los sistemas de transmisión regional y distribución local.
- Resolución 070 de 1998: reglamento de distribución de energía eléctrica.
- Contrato de condiciones uniformes: Este contrato define las condiciones uniformes en las que entran de acuerdo Codensa y el Cliente.

3.2. Población objeto del producto

Con base a la información dada anteriormente, la población objeto del producto será el departamento de protecciones de alta tensión de CODENSA S.A. ESP, dado que ellos serán el cliente directo del proyecto al mejorar los procesos internos que se llevan a cabo actualmente en la trazabilidad y manejo de información de los equipos de protección.

3.3. Población objeto del proyecto

La población objeto del proyecto será toda CODENSA, dado que la implementación de esta nueva metodología a través de la tecnología QR permitirá reducir costos en logística, mantenimiento e inclusive cobros penales debido a la falta de continuidad en el servicio de energía eléctrica. Más adelante se mencionan los aspectos legales que rigen el sector.

3.4. Ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida del proyecto se analizó de acuerdo al desarrollo que han tenido los códigos QR a través del tiempo a nivel nacional e internacional, así como su utilización en el sector de energía eléctrica que es en el cual se ubica la población objeto de nuestro proyecto y de nuestro producto.

A Nivel Nacional

En Colombia todavía existe una gran cantidad de compañías que realizan la trazabilidad de activos por medio de códigos de barras, muchas pequeñas empresas ni siquiera realizan trazabilidad de sus activos; en cambio el desarrollo de la tecnología QR apenas tiene un poco de participación en la industria del país.

Por lo tanto, se puede decir que las tecnologías actuales de identificación se encuentran en las siguientes etapas del ciclo de vida:

- Códigos de Barras: Saturación, la tecnología ya se encuentra completamente establecida en el mercado las empresas están buscando nuevas formas de identificación que permitan un mayor control y facilidad del manejo y lectura de información
- Códigos QR: Crecimiento, ya han pasado varios años desde la creación de los códigos QR, pero es en la actualidad en que en conjunto con los celulares inteligentes se pueda sacar el máximo potencial de esta tecnología que cada vez posee mayor

participación en campañas de publicidad y en ocasiones para la identificación de activos.

- RFID: en Colombia se sabe poco de esta tecnología, por lo tanto, se podría decir que se encuentra en la etapa de lanzamiento.

A Nivel Internacional

De igual forma, a continuación, se muestra aproximadamente en qué etapa del ciclo de vida se encuentran las principales tecnologías de identificación a nivel mundial:

- Códigos de Barras: Saturación, o posiblemente hasta declinación, ya que esta tecnología se encuentra fuertemente establecida en los mercados del mundo, pero debido a su poca capacidad de almacenamiento y a los altos estándares mundiales de trazabilidad, las empresas están migrando a nuevas tecnologías que brinden mejores beneficios.
- Códigos QR: Madurez, A nivel mundial, a diferencia de Colombia los códigos QR poseen una gran participación en todos los mercados, debido a su facilidad de lectura con ayuda de los Smartphones, a su enorme capacidad de almacenamiento y manejo, y por su bajo costo de implementación.
- RFID: Crecimiento, la tecnología RFID representa la mayor innovación en temas de identificación y cada vez está tomando mayor fuerza a nivel mundial debido a la facilidad de lectura desde una distancia mucho mayor que las otras tecnologías, además de su autonomía en la información. El mayor inconveniente actual, se ve reflejado en los altos costos de fabricación e implementación.

A Nivel Proyecto: En el sector eléctrico en Colombia

En el sector eléctrico, al igual que los demás sectores del país, la tecnología que posee mayor madurez son los códigos de barras; sin embargo, esta herramienta ya está entrando a la etapa de decadencia a causa del surgimiento y la inclusión de nuevas tecnologías en el mercado, las cuales permiten tener una mayor facilidad en la trazabilidad de un activo además de una interacción más directa y amigable con el usuario.

Por su parte los códigos QR no son frecuentemente usados en el sector y se ubican en la etapa de lanzamiento, debido a que pequeños proyectos propios de las compañías o campañas publicitarias son las que los utilizan, pero específicamente no se han utilizado en sistemas de manejo de información de activos.

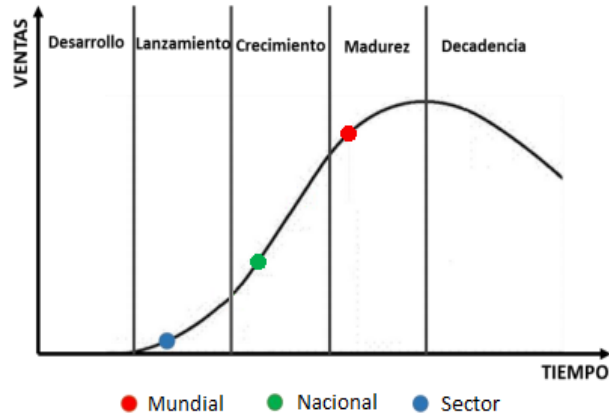


Figura 10. Ciclo de vida tecnología QR a nivel Mundial, Nacional y del Sector eléctrico
Fuente: Propuesta por los autores

En la Figura 10 se ubican de manera aproximada la etapa en la cual se encuentra la tecnología QR en cada uno de los niveles de acuerdo a lo mencionado anteriormente; tanto para el nivel nacional, internacional y del proyecto, el cual hace referencia específica al sector eléctrico que es la población objeto de nuestro proyecto y producto.

3.5. Análisis de la Demanda

En esta sección se define de acuerdo al estudio realizado, cuáles son las características cualitativas esperadas con el sistema propuesto y cómo será su uso en términos cuantitativos.

Demanda cualitativa

Con base en las encuestas realizadas en la empresa del sector eléctrico CODENSA S.A. ESP, específicamente a personas del departamento de protecciones, se obtuvieron los siguientes resultados con respecto a las características que debe tener un sistema de identificación a través de códigos QR que permita la trazabilidad de activos y lectura de información de los equipos de protección de potencia que se poseen en las subestaciones de media y alta tensión.

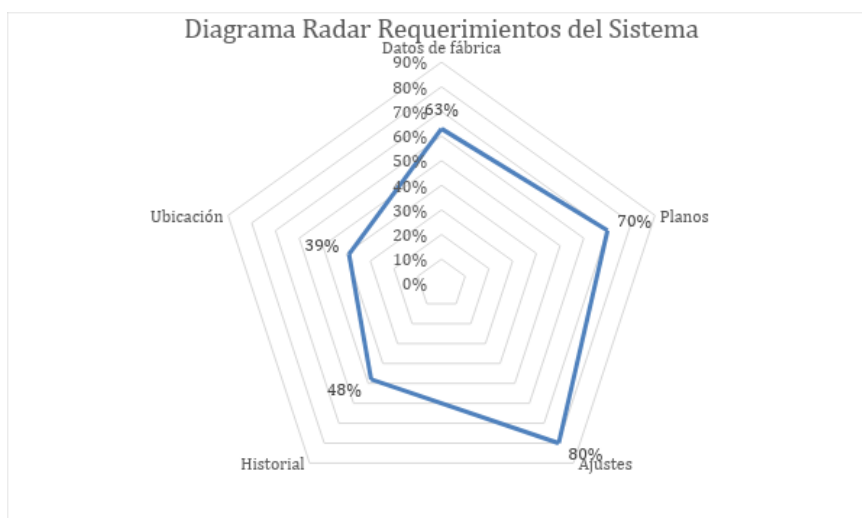


Figura 11. Diagrama radar de las características del sistema
Fuente: Producción de los autores con base en los resultados de la encuesta

En la Figura 11 se observa el diagrama radar de la información que debe brindar el sistema de identificación por códigos QR para la trazabilidad de los equipos de las subestaciones; observándose que para los encuestados los ajustes que han tenido los equipos son el dato más importante o requerido en el desempeño de sus labores, seguido por los planos eléctricos de los mismos.

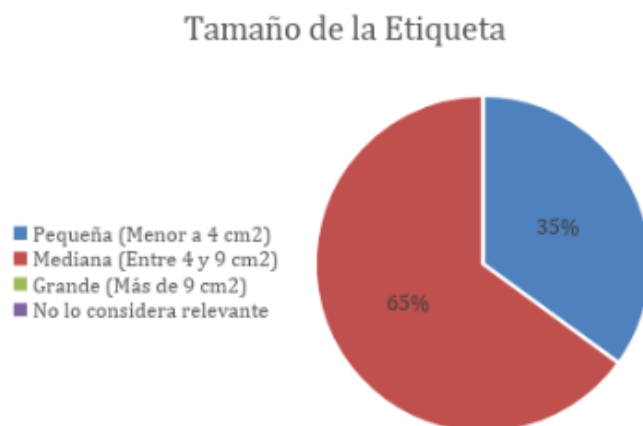


Figura 12. Tamaño de la etiqueta

Fuente: Producción de los autores con base en los resultados de la encuesta

En la Figura 12 se observa que el tamaño ideal, considerado por los encuestados, para los códigos QR implantados en los equipos de protección estaría entre 4 y 9 cm^2 .

Demanda cuantitativa

La demanda cuantitativa se realizó con base al estudio económico y crecimiento actual del sector eléctrico colombiano, en donde se encontró que con el paso de los años el país ha ido aumentando su demanda de energía eléctrica y por lo tanto se hace necesario la ampliación y creación de nuevas subestaciones eléctricas que permitan suplir esta demanda. Esto implica un aumento significativo en la cantidad de equipos de protección requeridos y por lo tanto una creciente necesidad de llevar la trazabilidad de estos, con el fin tener un mejor manejo de información como planos, ajustes, inventarios, historial de mantenimiento, entre otros.

Dado que el proyecto se realiza en primera instancia en CODENSA S.A. ESP, se tomó el crecimiento de la demanda de potencia en megavatios (MW) atendida por este operador de red local con base en la información obtenida de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y la empresa XM mostrada a continuación:

Tabla 3. Demanda de Potencia atendida por CODENSA S.A. ESP de 2011 a 2017

Año	Demanda de Potencia [MW]
2011	2161
2012	2174
2013	2163
2014	2238

2015	2303
2016	2206
2017	2254

Fuente: UPME, Base de datos XM, 2017

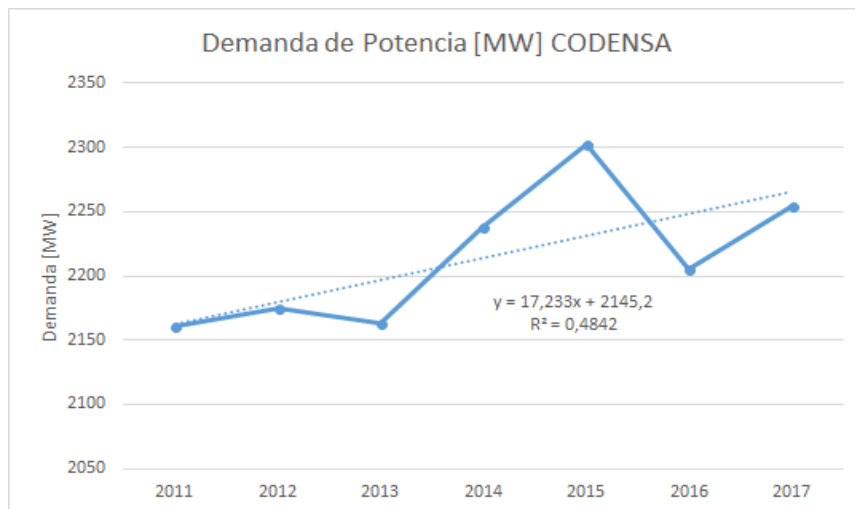


Figura 13. Demanda de Potencia [MW] atendida por CODENSA S.A ESP
Fuente: Producción de los autores con base en la UPME, Base de datos XM, 2017

En la Figura 13 se puede apreciar cómo ha sido la demanda atendida por el operador de red Codensa. Cabe destacar que ésta generalmente ha ido en aumento con el paso del tiempo, a excepción del año 2016, debido al efecto del fenómeno del niño y por el cual se tuvo que llevar a cabo la campaña “Apagar Paga” para promover que la gente ahorrara voluntariamente y poder evitar el racionamiento de energía eléctrica en el país.

Esta demanda eléctrica representa de manera implícita la cantidad de subestaciones y por lo tanto equipos de protección que posee la compañía, pero para poder obtener una idea más aterrizada de estos valores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La potencia instalada de cada subestación de Codensa es aproximadamente 30 MW
- La potencia demandada es igual a toda la potencia instalada en las subestaciones, es decir, no se tiene en cuenta capacidad de reserva.
- Una subestación típica de alta tensión posee aproximadamente 40 equipos de protección

Por lo tanto, dicho lo anterior, se puede tener una aproximación de la cantidad de subestaciones y equipos de protección presentes en la compañía con el paso de los años, dicha información se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Cantidad de subestaciones y equipos de protección en CODENSA S.A. ESP

Año	Número aproximado de subestaciones	Número aproximado de equipos de protección
2011	72	2881
2012	72	2899

2013	72	2884
2014	75	2984
2015	77	3071
2016	74	2941
2017	72	3005

Fuente: Producción de los autores

Dado que a partir del 2016 se redujo la demanda por las razones mencionadas anteriormente, se tomará el valor máximo como las subestaciones actuales que posee CODENSA, es decir, 77 instalaciones.

En la Tabla 5 se presenta el pronóstico por medio de la técnica de regresión lineal, donde se tiene que la línea de tendencia de la demanda es:

$$y = 17,233 x + 2145,2$$

Por lo tanto, se obtienen los siguientes valores:

Tabla 5. Pronóstico de la Demanda atendida por CODENSA S.A. ESP de 2018 a 2023

Año	Demanda [MW]	Pronóstico
2011	2161	2162
2012	2174	2180
2013	2163	2197
2014	2238	2214
2015	2303	2231
2016	2206	2249
2017	2254	2266
2018		2283
2019		2300
2020		2318
2021		2335
2022		2352
2023		2369

Fuente: Producción de los autores

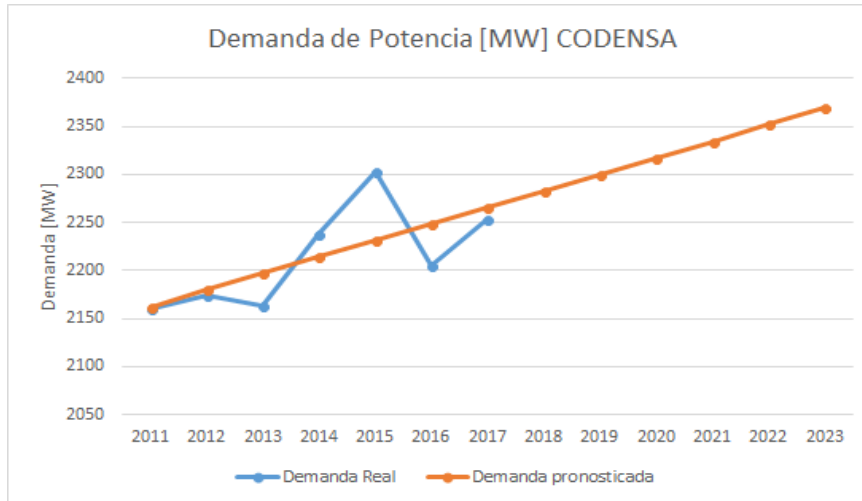


Figura 14. Demanda real y pronosticada en MW atendida por CODENSA S.A ESP
Fuente: Producción de los autores

En la Figura 14 se observa que el pronóstico presenta un comportamiento creciente a lo largo de los 5 años de estudio.

El pronóstico se realizó por medio de la técnica de regresión lineal, ya que el estudio económico del sector de la energía eléctrica y también el de Codensa, nos permitió ver que la tendencia del sector es creciente. A pesar de que existen años en los cuales hay disminuciones en la demanda, estas no obedecen a un patrón que permita definir en qué año se volverá a presentar un comportamiento similar, adicionalmente estas disminuciones no generan una desviación considerable con respecto a la demanda promedio.

Adicionalmente se tuvo en cuenta los estudios de proyección de demanda eléctrica realizados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), mostrados en la Figura 15 donde se puede observar una proyección creciente de la demanda que será atendida por CODENSA en los próximos años.

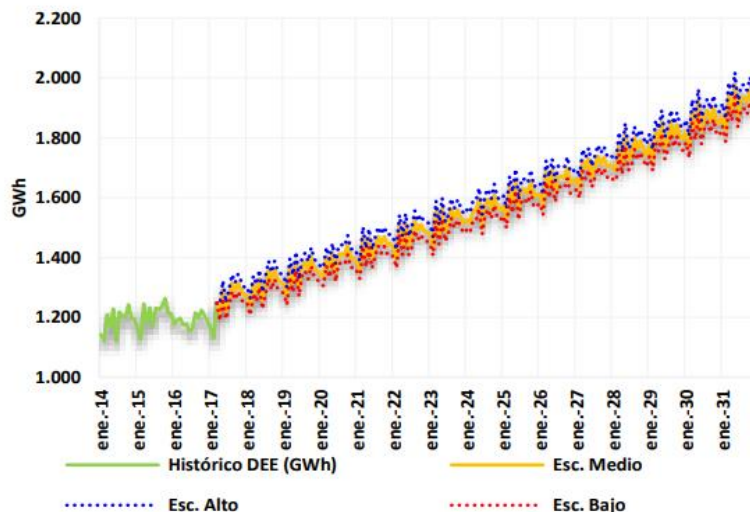


Figura 15. Proyección de demanda de energía de CODENSA
Fuente: UPME 2017

3.6. Análisis de la oferta

En esta sección se encuentran cuáles son las características cualitativas percibidas por los empleados del departamento de protecciones de Codensa que se encuentran en la subestación salitre frente al proceso actual para la obtención de información referente a los equipos de protección que allí se encuentran, también se encuentra definido cómo se contempla la oferta cuantitativa del proyecto.

Oferta cualitativa

La oferta cualitativa hace referencia a las cualidades o atributos que se ofrecen actualmente este tipo de productos en el mercado; dado que en el sector eléctrico no se posee una compañía que brinde algún servicio parecido, se optó por analizar cómo es el método actual que posee Codensa con respecto a la trazabilidad de los activos de protección de las subestaciones.

Por lo tanto, con base en el análisis de la información primaria recolectada en las encuestas realizadas, se tienen los siguientes resultados:

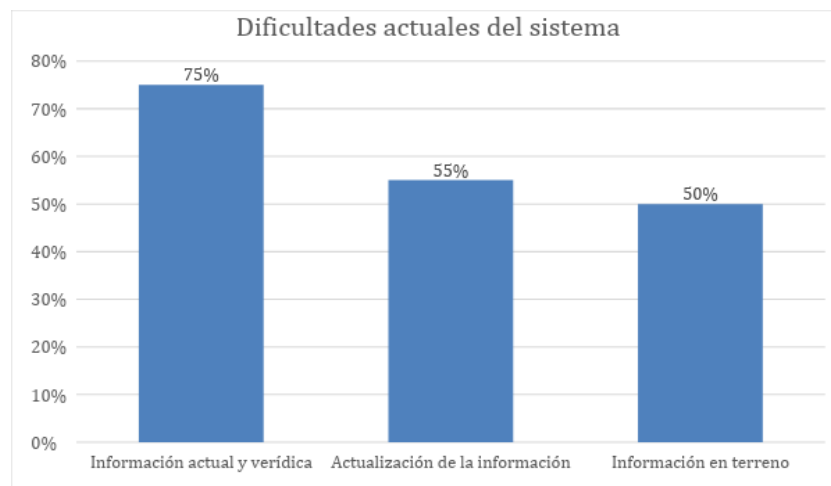


Figura 16. Dificultades actuales en el modelo de la compañía

Fuente: Producto de los autores con base en los resultados de la encuesta

En la Figura 16 se muestran las principales dificultades que posee actualmente el modelo de trazabilidad de activos para el manejo de información de los equipos de protección en la compañía, siendo el mayor inconveniente la capacidad de obtener información actual y verídica.

En cuanto a las características o servicios que ofrecen compañías dedicadas a trabajar con tecnologías Quick Response (QR), podemos referenciar por ejemplo uQR.me que ofrece códigos QR dinámicos que se utilizan para modificar la información en las bases de datos sin necesidad de imprimir nuevos códigos; uQR.me también ha implementado esta tecnología en campañas publicitarias de varias marcas reconocidas, y en algunos productos con el objetivo de permitir al cliente final tener mayor control e información de lo que está adquiriendo.

Adicional a esto, hay muchas compañías que por cuenta propia han optado por utilizar la tecnología QR en sus productos, ya sea para brindar a los clientes una interacción con lo que

consumen o para fidelizar sus marcas a través de campañas publicitarias, inclusive algunas empresas han optado por usar los códigos QR como canales para medios de pago online.

Oferta cuantitativa

Tal cual como ocurre en la oferta cualitativa, debido a que actualmente no hay un sistema que le ofrezca al sector energético un servicio para llevar la trazabilidad de los equipos de protección que hay en las subestaciones actuales, tampoco se tiene una oferta cuantitativa en el sector; en Codensa no existe ningún vínculo con una empresa que desarrolle sistemas para la trazabilidad de la información por medio de códigos QR ni por otro medio en el sector eléctrico del país.

En cuanto a la oferta cuantitativa de energía eléctrica, Codensa se encarga de contar con las subestaciones necesarias para poder ofertar las cantidades que aumentan cada año de acuerdo al crecimiento que se puede apreciar en la Figura 8.

3.7. Análisis Demanda Potencial

En esta sección se definirá cuál es la demanda potencial del proyecto, lo cual nos permite establecer cuales son los factores que se van a cubrir o satisfacer con la implementación del sistema con identificación por códigos QR para la trazabilidad de los equipos de protección en las subestaciones de Codensa, que actualmente no se cubren o se ven satisfechos con el sistema actual.

Demanda potencial cualitativa

La demanda potencial cualitativa hace referencia a las necesidades que requiere la compañía y que no cubre el sistema actual de trazabilidad de equipos de protección.

A continuación, se muestra una calificación cualitativa dada por los profesionales del departamento de protecciones de alta de tensión de Codensa, con respecto a cómo consideran que se encuentra el sistema actual.

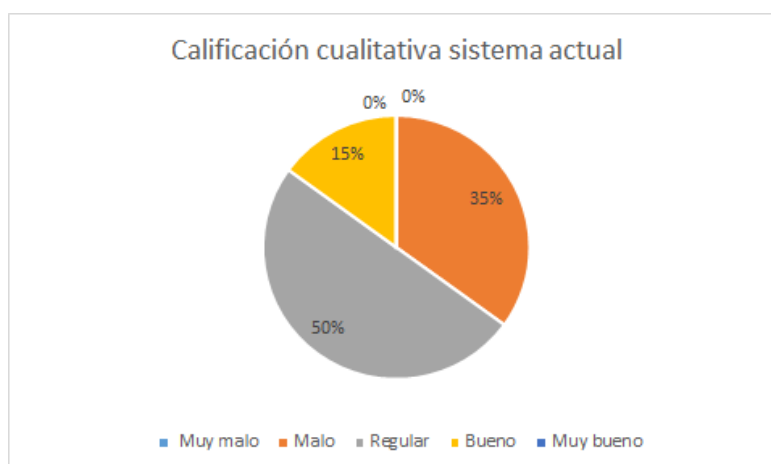


Figura 17. Calificación cualitativa del sistema actual
Fuente: Producción de los autores

La Figura 16 y Figura 17 permiten dar a conocer la verdadera necesidad que posee el departamento de adquirir un sistema que brinde un mayor control sobre los activos de

protección respecto a información referente de los equipos como ajustes, planos, datos históricos, etc.

Por lo tanto, la demanda potencial cualitativa se presenta a continuación con una gráfica de las expectativas que posee el cliente frente al sistema del proyecto.

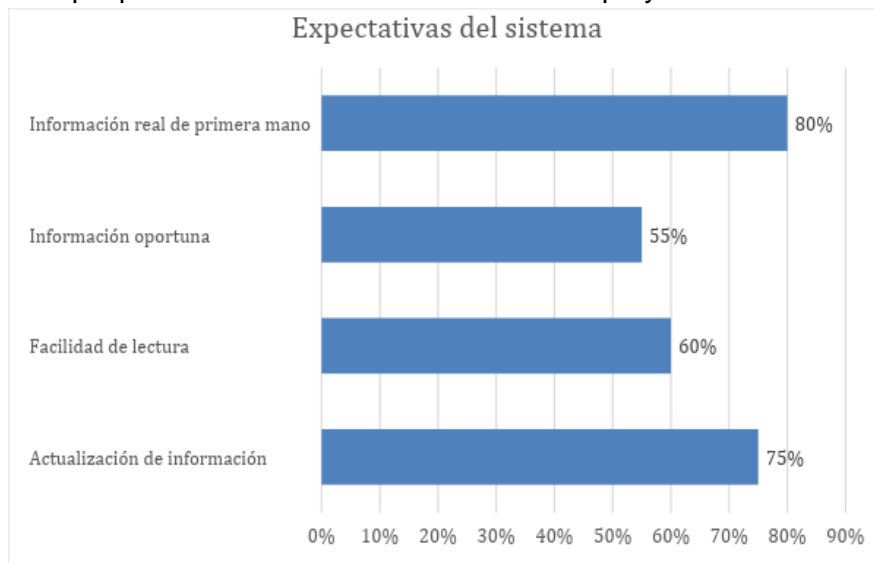


Figura 18. Expectativas del sistema
Fuente: Producción de los autores

En la Figura 18 se observan las expectativas que posee el cliente frente a las cualidades que brindará la implementación de este sistema, siendo las más representativas el poseer información real y la capacidad de actualización de información de manera rápida y efectiva.

Demanda potencial cuantitativa

De igual manera a la demanda potencial cualitativa, la cuantitativa representa la capacidad de mercado disponible debido a la falta de oferta para suplir la demanda actual de la compañía.

Dado que la oferta cuantitativa actual es cuasi nula, la demanda potencial cuantitativa viene representada en el aumento del sector eléctrico, específicamente en el aumento de la demanda de energía eléctrica en Bogotá que es el área de consumo principal de Codensa.

Este análisis ya se realizó en la demanda cuantitativa mostrada anteriormente donde se observa un aumento con el paso del tiempo y que representa una mayor inversión por parte de la compañía en la construcción de nuevas subestaciones que permiten suplir estos requerimientos energéticos.

3.8. Precio

El precio de venta del sistema será variable para cada subestación; como no se tiene un precio referencial para definirlo ya que no se cuenta con competidores, el precio se determinará de acuerdo a los siguientes factores:

- Costos en los que se incurra en la generación de la cantidad de códigos QR necesarios.
- Costos por mano de obra requerida en la instalación de los códigos en cada uno de los equipos de protección que haya en la subestación.
- Costos por mano de obra requerida en el levantamiento y digitalización de la información asociada a los equipos de potencia en una base de datos.
- Costo fijo por el uso de aplicación en la cual se visualizará la información.

3.9. Canales y estrategias de comercialización

Debido a que el servicio ofrecido es completamente personalizado para cada subestación y equipo, no se puede hablar de una distribución en masa; por lo tanto, la prestación del servicio será de manera directa en cada subestación.

El valor agregado de nuestro producto es entregarles a los empleados la información que requieran sobre un equipo de protección, para este fin, el principal medio de distribución de esta información es la aplicación que podrán instalar en sus dispositivos móviles para visualizar lo solicitado

- **Producto**

El resultado final del proyecto es intangible y corresponde a la implementación del sistema para la trazabilidad de los equipos de protección de las subestaciones de Codensa a través de la tecnología QR, que servirá como herramienta de apoyo en el desarrollo de las labores de los empleados del departamento de protecciones.

- **Plaza**

Para el diseño del sistema se contará con un puesto de trabajo en la subestación salitre, que funcionará para que la persona a cargo realice sus funciones y pueda atender los requerimientos de quienes harán uso de la aplicación y del sistema en general; por ende, la plaza de distribución del servicio en este caso corresponde a las instalaciones de Codensa, contemplando el puesto de trabajo y las subestaciones en las cuales se instalarán los códigos QR.

- **Promoción**

Las estrategias de promoción para el sistema de trazabilidad con tecnología QR, incluye realizar reuniones y conferencias con invitados para compartir los resultados obtenidos en cada instalación y las lecciones aprendidas. El objetivo de la promoción del servicio es el de maximizar el uso del sistema y de la aplicación, y a futuro poder atraer a otros departamentos de Codensa que presenten problemas de trazabilidad de sus activos, y lograr extender el conocimiento y la técnica en el resto de la compañía para así poder aprovechar la tecnología QR en otras áreas.

- **Publicidad**

En cuanto a publicidad, este aspecto tendrá un papel clave para lograr que la gente reaccione bien al cambio, que hagan buen uso de la tecnología y estar a la altura de la cultura organizacional que promueve la innovación y el uso de la tecnología, que en este caso sería por códigos QR; para ello las estrategias incluyen:

- Evento de lanzamiento

- Avisos en la intranet
- Correos electrónicos
- Esferos
- Voz a voz
- Talleres de sensibilización
- Taller de mejora continua

3.10. Plan de ventas

El plan de ventas se construye con base en la proyección de la demanda realizada anteriormente y teniendo en cuenta los tiempos de ejecución necesarios para la implementación del sistema en una subestación típica de alta tensión, el cual se estima inicialmente en 2 meses debido a que es una tecnología nueva en el sector, a la etapa de implementación en la que se encontraría el proyecto y la cantidad de equipos a intervenir.

Por lo tanto, el plan de ventas estimado se realizará mes a mes para el primer año como aparece en la Tabla 6, y para los próximos 4 años se realizará un cálculo anual como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 6. Plan de ventas mes a mes para el año 2019

Mes	Número de Equipos	Número de Subestaciones
Enero	20	0
Febrero	20	1
Marzo	20	0
Abril	20	1
Mayo	20	0
Junio	20	1
Julio	40	1
Agosto	40	1
Septiembre	40	1
Octubre	40	1
Noviembre	40	1
Diciembre	40	1

Fuente: Producción de los autores

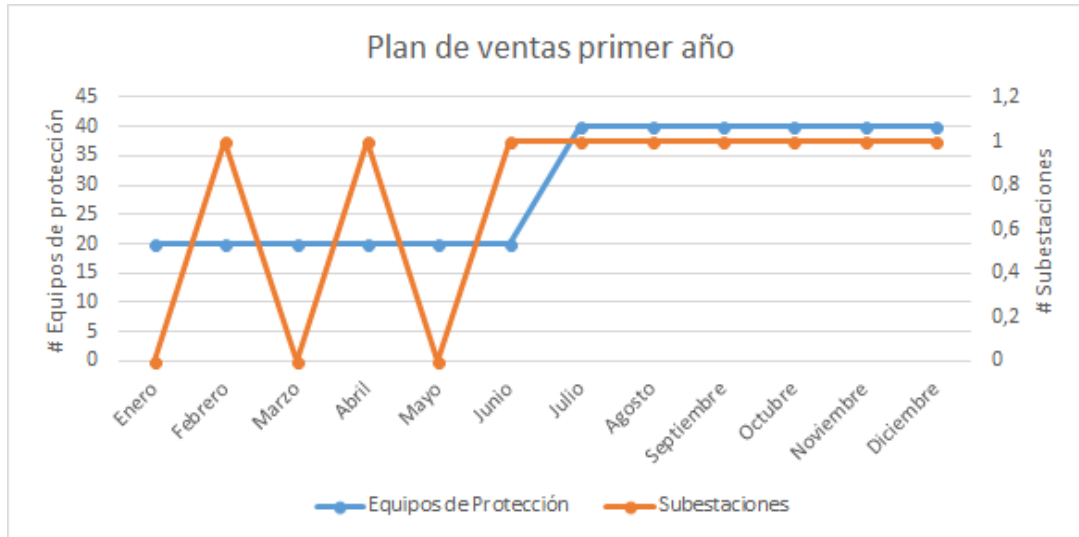


Figura 19. Plan de ventas estimado para el año 2019
Fuente: Producción de los autores

En la Figura 19, se muestra el plan de ventas estimado para el primer año del proyecto, donde se tiene una ejecución inicial de 2 meses para la implementación del sistema en una subestación típica. Una vez se tenga mayor aceptación por parte del cliente, además de realizar una labor más eficiente debido a la experiencia anterior, se estima la implementación de 1 subestación al mes.

Tabla 7. Plan de ventas anual de 2019 a 2023

Año	Número de Equipos	Número de Subestaciones
2019	360	9
2020	440	11
2021	520	13
2022	600	15
2023	720	18

Fuente: Producción de los autores

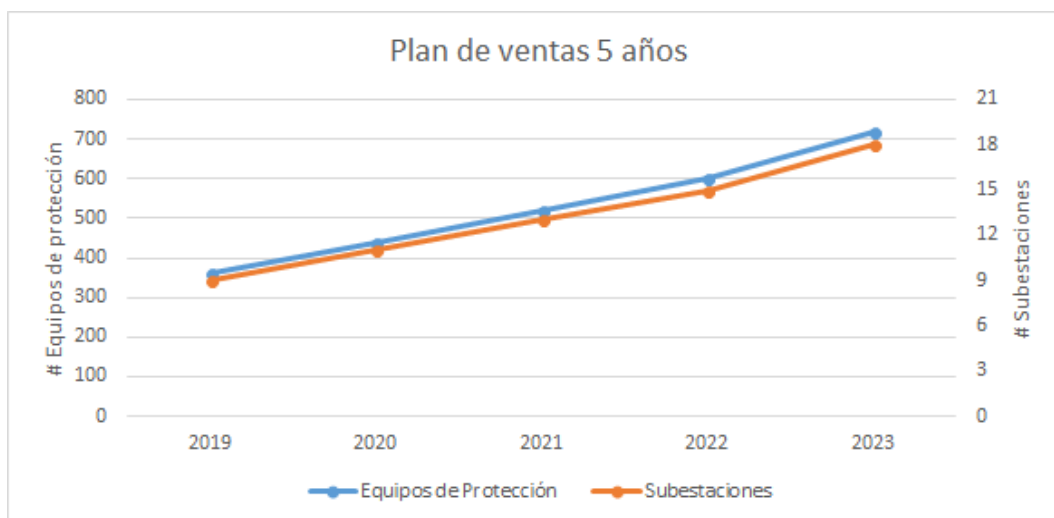


Figura 20. Plan de ventas anual del 2019 a 2023
Fuente: Producción de los autores

En la Figura 20, se observa el plan de ventas estimado a 5 años, donde se estima un aumento en la cantidad de subestaciones y por lo tanto equipos de protección que se intervienen hasta llegar a un aproximado de 60 equipos de protección al mes en el quinto año.

4. ESTUDIO DE INGENIERÍA

En este capítulo se ubica toda la información referente al diseño del producto y al diseño del proceso, los cuales involucran ficha técnica con especificaciones del producto, su respectivo QFD para ver la relación entre las necesidades del usuario y las partes técnicas o especificaciones del sistema, el diseño de los códigos QR y el flujo del proceso que tendrá el sistema.

4.1. Diseño de producto

De acuerdo a los resultados de la encuesta realizada a los empleados del departamento de protecciones de Codensa, quienes serán los clientes directos de nuestro producto, podemos identificar las características que debe tener el sistema de identificación y trazabilidad por códigos QR para poder satisfacer las necesidades de nuestros clientes; dichas características o especificaciones se pueden ver en la Tabla 8.

Tabla 8. Ficha técnica del producto

Nombre del Producto	PROTSCAN
Generalidades	Sistema con tecnología Quick Response para la identificación y trazabilidad de los equipos de protección de potencia de las subestaciones de media y alta tensión de Codensa S.A. ESP., a través de códigos QR que podrán ser escaneados en un dispositivo móvil para visualizar en una aplicación toda la información relacionada al equipo.

Componentes	<ul style="list-style-type: none"> ● Etiqueta con código QR: Tamaño de 4 a 9 cm² y capacidad de almacenamiento de máximo 4296 caracteres alfanumérico. ● Protector adhesivo de etiquetas en polipropileno para proteger el código impreso frente a agentes externos como agua, líquidos de limpieza no abrasivos, entre otros. ● Base de datos por subestación, con la información relacionada a los equipos de protección, como: <ul style="list-style-type: none"> ○ Ajustes realizados ○ Planos ○ Datos de fábrica ○ Historial ● Aplicación móvil que requiere de acceso a internet para visualizar la información; sin embargo, en caso de no tenerlo, puede escanear el código y cuando se cuente con acceso a internet ver la información asociada.
Clientes	Diseñada para el departamento de protecciones de Codensa, y para las personas que desarrollen sus labores en esta área o en las diferentes subestaciones eléctricas de la compañía y que requiera de información oportuna en terreno.
Producción Mensual	Se estima que la implementación del sistema para una subestación puede tardar 2 meses, por lo cual la producción mensual inicial será para una subestación.
Precio	<p>El precio cambia para cada subestación, oscilando entre \$15'000.000 y \$30.000.000, dependiendo de los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Costos por generación de códigos QR requeridos. ● Costos por mano de obra de instalación ● Costos por mano de obra en levantamiento y digitalización de la información en una base de datos. ● Costo fijo por uso de aplicación.
Vida útil estimada	Los códigos QR siempre van a contener los datos que se le asocian al crear el código y su vida útil es ilimitada.
Origen	Bogotá, Colombia.
Otras características	Producción de acuerdo a la demanda.

Fuente: Producción de los autores

QFD (Quality Function Deployment)

Con base en la información primaria recopilada, se procedió a realizar el despliegue de la función de calidad del proyecto, tomando las necesidades del cliente contra las partes técnicas del proyecto, en la Figura 21 se muestra el resultado de esta técnica.

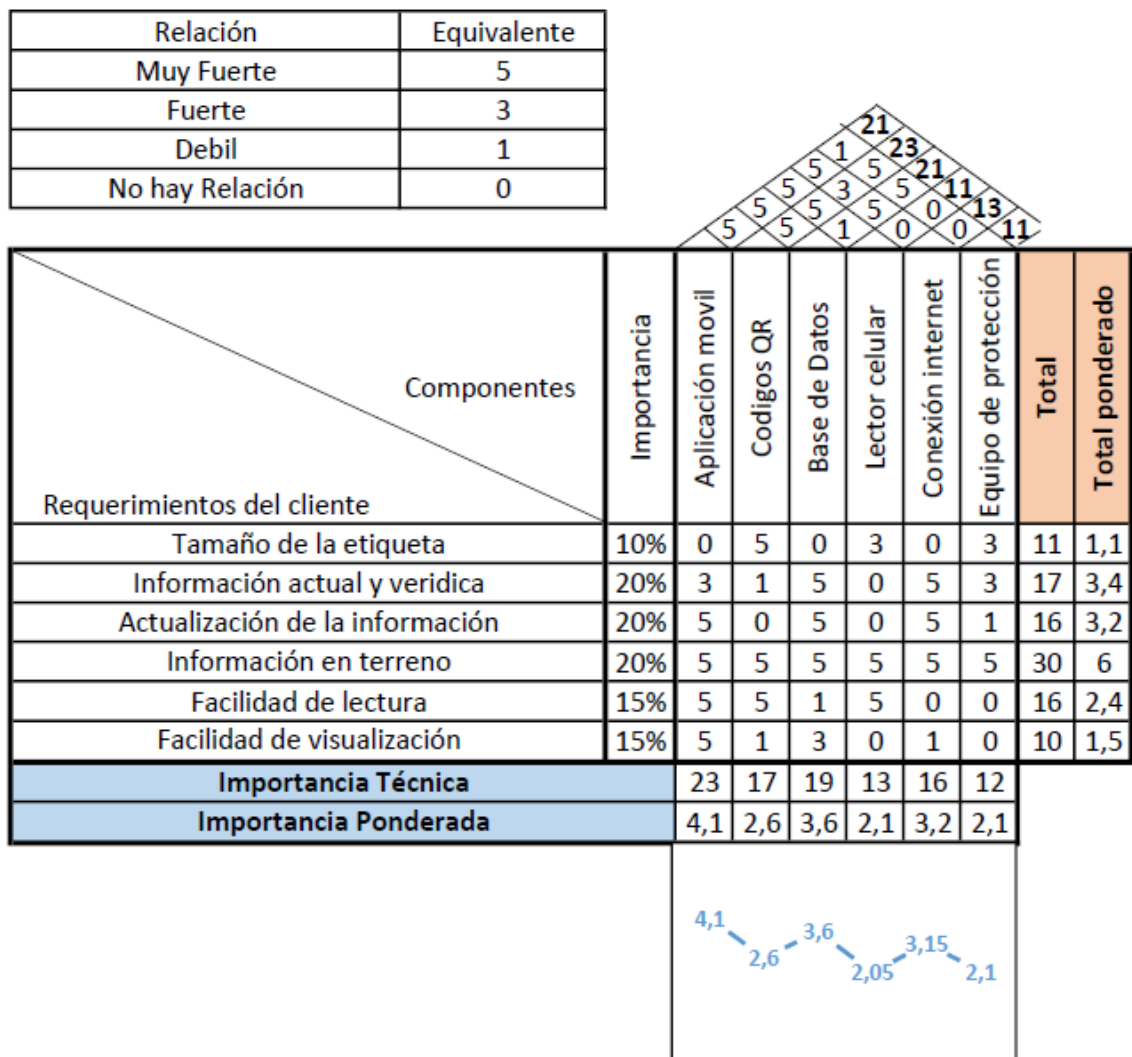


Figura 21. QFD del proyecto
Fuente: Producción de los autores

En la Figura 21 se aprecian las necesidades de los empleados del departamento de protecciones con su respectivo nivel de importancia de acuerdo a la información recopilada en la encuesta, donde destacan, como se mencionó anteriormente, poseer una información en terreno, actual y verídica y con capacidad de actualización a los cuales se les dio una ponderación del 20%.

Adicionalmente, se definió que las principales partes del sistema son las siguientes: Aplicación móvil, Códigos QR, Base de datos, Lector del celular, Conexión a internet y el equipo de protección; por medio de una valoración numérica de 0, 1, 3 o 5, se establecerá el nivel de relación entre los componentes del QFD, donde 5 se asigna a una relación muy fuerte entre dos componentes y 0 cuando no existe ningún tipo de relación entre ellos.

De acuerdo a lo anterior, se obtuvo que el componente que impacta más las necesidades del cliente es “La aplicación móvil” seguido de “La base de datos”, razón por la cual se debe enfatizar en los estándares de calidad de estos componentes.

Respecto a la relación que existe entre los componentes del sistema, se identifica que la mayor relación la poseen los “Códigos QR” ya que este representa el medio de enlace entre todos los componentes del sistema.

Diseño de los códigos QR

El diseño de los códigos que serán ubicados en cada equipo de protección se generará por medio de aplicaciones especializadas que permiten modificar el contenido que almacena el código sin necesidad de modificar la etiqueta.

Adicional a esto se generarán códigos que poseen la marca de la compañía y los colores representativos de la marca para generar valor agregado al proyecto. En la Figura 22 se muestra la comparación entre un código QR estándar contra el propuesto por el proyecto.



Figura 22. Comparación código QR estándar (Izq.) contra código QR propuesto para el proyecto (Der.)

Fuente: Producción de los autores

En este caso, los dos códigos de la Figura 22 al ser escaneados redireccionan a la página principal de Codensa; aunque las dos etiquetas realizan la misma función, se plantea implementar el logo de la compañía para dar un mayor valor agregado al proyecto en cuestión.

Otra propuesta para el posible diseño o presentación de la etiqueta se muestra en la Figura 23



Figura 23. Código modelo lateral
Fuente: Producción de los autores

El modelo de etiqueta propuesto en la Figura 23, detalla los datos más relevantes y de primera mano de los equipos de protección, como ubicación, módulo al que pertenece, nivel de tensión, marca y modelo. El inconveniente con este tipo de etiqueta es que se tendría que imprimir otra cuando se presente un cambio en alguna de estas características.

4.2. Diseño de proceso

El sistema de trazabilidad por tecnología QR para los equipos de protección de potencia de las subestaciones de Codensa, se compone de ciertas etapas que se deben llevar a cabo para que los usuarios finales puedan obtener una respuesta a sus necesidades, en la Figura 24 se presenta el flujo del proceso del sistema.

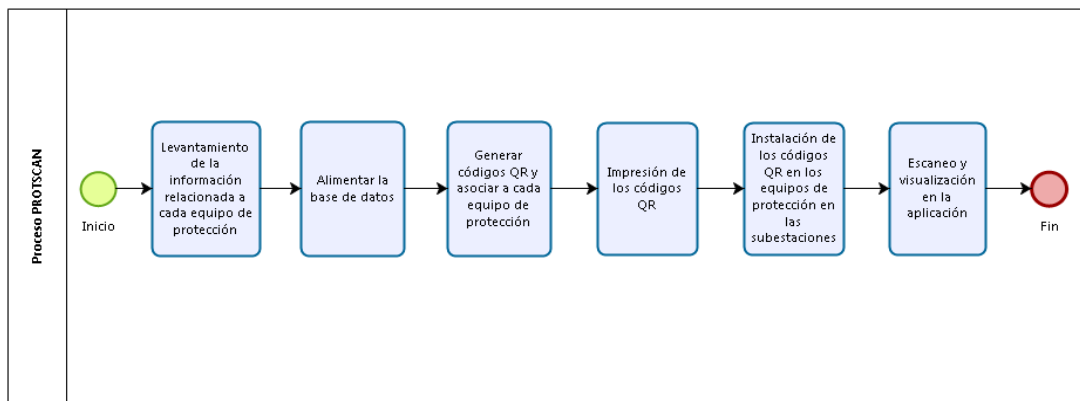


Figura 24. Diagrama de flujo de proceso para PROTSCAN
Fuente: Producción de los autores

En nuestro sistema se requiere de una aplicación que funcionará como interfaz para visualizar la información asociada a los equipos de protección; sin embargo, esta aplicación será estándar para todas las subestaciones y sólo se debe desarrollar una vez y cuando se requiera se harán los mantenimientos o ajustes que soliciten los usuarios. Por tal motivo el desarrollo de la aplicación no está incluido en el flujo de proceso de la Figura 24; a continuación, se presenta la Figura 25, con el proceso para desarrollar la aplicación que funcionara como visualizador.

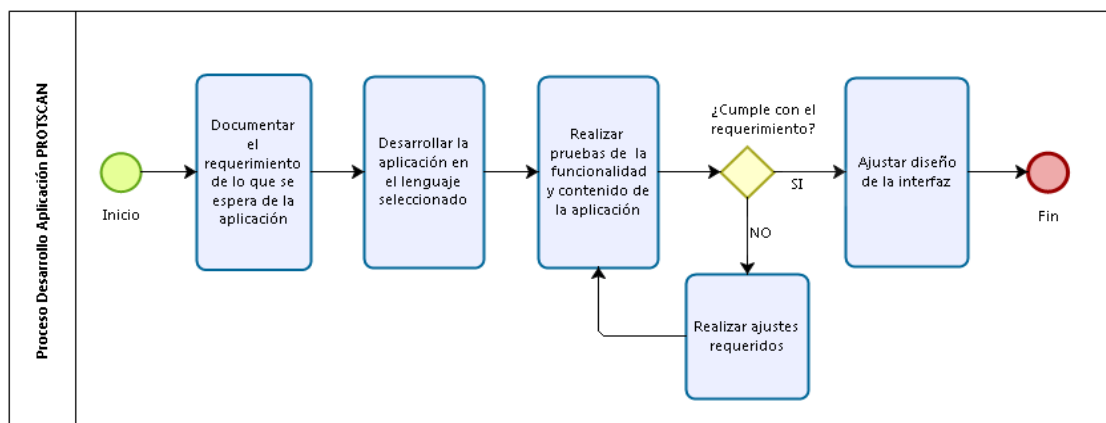


Figura 25. Diagrama de flujo de proceso para el desarrollo de la aplicación PROTSCAN
Fuente: Producción de los autores

4.3. Diseño y dimensionamiento del sistema productivo

En esta sección del documento, se ubica información como el tipo de tecnología que se requiere para el desarrollo e implementación del sistema, la necesidad y capacidad de personal, los sistemas de apoyo involucrados ni, las áreas nuevas, las afectaciones en distribución en planta y el impacto ambiental que implica la implementación del sistema en las subestaciones de Codensa.

4.3.1. Selección de tecnologías

Códigos QR

Para la impresión de los códigos QR, se hará uso de una Impresora térmica TSC TA210 que aparece en la Figura 26, la cual tiene un costo aproximado de \$1.400.000, cuyas características se presentan a continuación:

- Procesador RISC de 200 MHz y 32 bits con 8 MB de memoria SDRAM y 4 MB de memoria FLASH
- Fuentes escalables internas True Type
- Firmware TSPL-EZ™ con emulaciones preconfiguradas de los lenguajes TPLE y TPLZ
- Diseño con sistema de dos motores
- Suministro de cinta de 300 metros en un núcleo de 2,54 cm (1 pulgada) (lado externo recubierto)
- Suministro de soportes interno de 10,9 cm (5 pulgadas) de diámetro exterior, soporte externo opcional que admite rollos de etiquetas de 21,336 cm - (8,4 pulgadas) de diámetro exterior en núcleos de 7,62 cm (3 pulgadas)
- Velocidad de impresión de 5 pulgadas por segundo
- USB 2.0
- Software de etiquetado y controladores de Windows incluidos y gratuitos
- Todas las impresoras de TSC incluyen la mejor garantía limitada de 2 años de la industria
- Aprobación ENERGY STAR®



Figura 26. Impresora Térmica TSC TA210
Fuente: Página Holographic SAS

Seleccionamos la impresora de transferencia térmica serie TA210 ya que provee una solución económica para manejar la mayor demanda de aplicaciones de impresión de etiquetas. TSC ha estado fabricando impresoras de transferencia térmica para escritorio económicas con las mejores características por más de 15 años.

La serie TA210 es económica, pero se ve y funciona mejor que su competencia, la impresora térmica TSC TTP 247 que cuesta aproximadamente \$2.700.000. La serie TA210 posee dos resistentes motores de engranajes que tienen la capacidad de manejar cintas de 300 metros de largo y grandes rollos de etiquetas dentro de su diseño sencillo.

Aplicación móvil

Para el desarrollo de la aplicación móvil, se optó por desarrollar una app híbrida, es decir, una aplicación que usa lenguajes web como HTML, CSS y JavaScript y su ejecución es sobre un contenedor nativo lo que permite que esta tenga acceso a los componentes nativos del celular como la cámara, GPS, etc.

Las ventajas de este tipo de aplicaciones son:

- Un desarrollo mucho más sencillo y económico al solo tener que realizarse una vez, dado que, al contrario de una aplicación nativa, no es necesario hacer un desarrollo diferente para cada sistema operativo.
- El código base de la app puede usarse en múltiples plataformas, lo que cual reduce los tiempos de mantenimiento.
- No son necesarios permisos externos para poder ser publicadas en las apps stores
- El mantenimiento es mucho más fácil que una aplicación nativa.
- Posee un gran rendimiento en cualquier plataforma

Las herramientas que se pueden usar para el desarrollo de la aplicación son:

- Xamarin
- PhoneGap
- Intel XDK
- Ionic Framework
- Framework7
- Titanium
- Sencha Touch

4.3.2. Análisis de capacidades

El cálculo de las capacidades se realizó con base en el diagrama del proceso mostrado anteriormente, donde se detallan las etapas necesarias para la ejecución de la implementación del sistema en una subestación. En la Tabla 9 se muestran tiempos estimados de duración de cada uno de estos procesos.

Tabla 9. Tiempo estimado de los procesos del sistema.

Proceso	Tiempo estimado por equipo de protección [h]	Tiempo total por subestación estándar [h]
Levantamiento de la información	4	160
Base de datos	1,5	60
Generación códigos QR	1,5	60
Impresión códigos QR	0,1	4
Instalación en los equipos	0,15	6
Pruebas	0,5	20
Total	7,75	310

Fuente: Producción de los autores

Adicional a esto, en la *Tabla 10* se muestra el cálculo del tiempo disponible del personal, para determinar el número necesario de operarios del sistema a lo largo del proceso, lo cual equivale a un total aproximado de 310 horas por subestación estándar (40 equipos de protección), es decir, una duración aproximada de 2 meses.

Tabla 10. Tiempo disponible del personal

	Días	Horas totales (1 turno/ 8 horas)
Tiempo calendario	365	2920
Tiempo vacaciones	15	120
Tiempos festivos	18	144
Tiempo domingos	52	416
Tiempo sábados	52	416
Tiempo enfermedad (2%)	4,56	36,48
Tiempo ausentismo (1%)	2,28	18,24
Tiempo disponible	221,16	1769,28

Fuente: Producción de los autores

En la *Tabla 9* se realizó el cálculo del tiempo disponible, teniendo en cuenta que en Codensa se trabaja 1 turno de 8 horas y de lunes a viernes.

Con base en la *Tabla 9* y *Tabla 10* se puede determinar la capacidad de personal necesario para la ejecución de los procesos del proyecto.

Tabla 11. Capacidad de personal necesario para los procesos.

Proceso	Personal necesario	Personal final
Levantamiento de la información	0,09	1
Base de datos	0,03	1
Generación códigos QR	0,03	1
Impresión códigos QR	0,002	1
Instalación en los equipos	0,003	1
Pruebas	0,01	1

Fuente: Producción de los autores

La Tabla 11 muestra la necesidad de personal en cada uno de los procesos del proyecto, dando como resultado 1 trabajador para realizar la inclusión de una subestación al sistema de identificación y trazabilidad a través de códigos QR. El cual tardaría aproximadamente 2 meses según lo expresado en la Tabla 9.

A continuación, se realizará un ejercicio parecido al realizado hasta ahora, pero teniendo en cuenta el plan de ventas mostrado anteriormente. Dando como resultado lo mostrado en la Figura 27 y Figura 28.



Figura 27. Diagrama de los trabajadores necesarios para el primer año del proyecto.

Fuente: Producción de los autores

La Figura 27 muestra que para el primer año es necesario contar con un trabajador los primeros seis meses, dado que se incluye una subestación cada dos meses; pero para el segundo semestre del año es necesario contratar a otro trabajador para cumplir con la meta de una subestación al mes.



Figura 28. Diagrama de los trabajadores necesarios para 5 años

Fuente: Producción de los autores

En la Figura 28 se muestra la capacidad laboral necesaria a 5 años del proyecto, con base en el plan de ventas establecido anteriormente. Donde se observa que se pueden mantener

los dos trabajadores del primer año hasta el año 3 (claro está que es necesario que trabajen algunas extras para ir cumpliendo con la cantidad de subestaciones planeadas) pero a partir del cuarto año, es necesario contratar otro trabajador para permitir agilizar la inclusión de los equipos y cumplir con las metas del plan de ventas.

4.3.3. Sistemas de Apoyo

Para el desarrollo del proyecto se requieren sistemas de apoyo administrativo como lo son las instalaciones para los puestos de trabajo, cafeterías, baños para los empleados y acceso a internet para poder hacer uso de la aplicación; como el proyecto es desarrollado en las instalaciones de Codensa, ya se cuenta con todos estos sistemas de apoyo que forman parte de las herramientas para la ejecución de las actividades laborales de cada trabajador.

4.3.4. Áreas

Para el desarrollo de nuestro proyecto, es necesario crear un área de trazabilidad de activos que pertenezca al departamento de protecciones de CODENSA, con el fin de tener una relación directa y cercana con los que serán los directos usuarios del sistema. La ubicación física sería en puestos de trabajo de la subestación salitre, que es dónde actualmente se encuentra ubicado el departamento de protecciones; se requeriría de un puesto de trabajo adicional para la persona que se encargue de levantar la información e ingresarla a una base de datos para que luego se pueda visualizar en consultas en la aplicación.

4.3.5. Layout

Teniendo en cuenta que el proyecto se desarrollará en Codensa, las instalaciones ya están diseñadas y no se hace necesario modificar la distribución actual de las mismas.

Para las actividades administrativas del proyecto, se requiere de un puesto de trabajo adicional en la subestación salitre, que como ya se dijo anteriormente, es la ubicación actual de departamento de protecciones; esto con el fin de estar cerca a quienes harán uso del sistema para poder atender sus necesidades.

Para las actividades operativas del proyecto, como son la instalación de los códigos y las pruebas del sistema, se requiere que el personal se encuentre en terreno directamente, por lo cual no es necesario hacer ninguna modificación a las subestaciones, sino que la persona se dirige allí a realizar esta actividad cuando sea necesario.

4.3.6. Análisis Impacto Ambiental

Siempre es importante tener en cuenta el impacto ambiental que se puede generar al desarrollar un proyecto; por tal motivo nuestro proyecto se enfoca en reducir la huella ambiental a través de la eliminación de reprocesos que actualmente implican varias movilizaciones de personal en los vehículos de la compañía y que por consiguiente contaminan el medio ambiente en cada recorrido.

Por otro lado, para no causar mayor impacto con la impresión de las etiquetas que se incorporarán a los equipos de protección, el tamaño de las etiquetas será entre los 4 y 9 cm^2 con el fin de utilizar menos papel, los códigos serán en color negro a menos de que el cliente solicite que sean a color, y teniendo en cuenta que las etiquetas estarán en los equipos de

protección y estos se encuentran expuestos a la intemperie, para lograr que tengan un tiempo considerable de duración y evitar la reimpresión, se utilizará un papel con un alto porcentaje de contenido reciclado post consumo y un protector transparente adhesivo en polipropileno que presenta una excelente resistencia al agua y cambios climáticos.

5. SISTEMA ADMINISTRATIVO

En este capítulo se encuentra el diagnóstico y el direccionamiento estratégico del proyecto, donde se definen cuáles son los factores a favor y en contra del mismo, de tal forma que se puedan definir estrategias para tener una buena ejecución del proyecto y a la vez obtener los resultados esperados.

5.1. Diagnóstico estratégico

Dado que el proyecto se desarrollará dentro de Codensa S.A. ESP, el diagnóstico estratégico se realizará enfocado en esta última, para poder determinar la situación actual de la compañía frente a la industria y así permitir realizar un análisis acerca la posición estratégica de la empresa (Ataque, conservadora o resista).

Esta posición estratégica nos brindara una idea sobre la capacidad o posibilidad de la empresa para el desarrollo de nuevos proyectos y las estrategias que se deben generar para que estos sean compatibles con los objetivos estratégicos ya establecidos y por supuesto acorde con la posición actual de la compañía.

5.1.1. Cinco fuerzas de Porter

Para realizar parte del diagnóstico estratégico, se evaluará la posición en la que se encuentra Codensa actualmente frente a cada una de las cinco fuerzas de Porter con referencia al sector energético en el cual se encuentra ubicada la compañía.

Facilidad de ingreso de nuevos competidores

El sistema eléctrico colombiano actual se basa en el libre mercado de oferentes de energía eléctrica, siempre y cuando ninguno de estos abarque más del 25% de la demanda neta del país, sin embargo, actualmente los operadores de red local (Codensa, EPM, Electricaribe) tienen muy clara sus zonas de operación y por lo tanto una infraestructura de distribución y comercialización de energía propia para brindar el servicio a sus respectivos clientes.

Aunque según la ley uno como consumidor puede seleccionar qué operador de red local le brinda el servicio, es decir, una persona en Bogotá puede decidir que EPM le brinde el servicio de energía eléctrica, esto genera costos adicionales debido al “peaje” que cobra el operador de red local por el uso de su infraestructura eléctrica; por lo tanto existe una enorme barrera al mercado de distribución y comercialización de energía eléctrica, debido al costo adicional en el que se debe incurrir por el uso de la infraestructura ajena.

Poder de negociación del cliente

El cliente de Codensa son los usuarios finales del servicio de energía eléctrica, a menos que estos sean grandes consumidores como industria o comercio los cuales firman contratos de prestación del servicio, donde se definen condiciones como precio, tiempo, etc.; los usuarios residenciales no pueden definir el precio del kWh que se cobra en la factura de energía eléctrica, dado que este viene establecido desde el mercado mayorista de energía que tiene en cuenta varios factores como precio ofrecido por los generadores, costos de transporte de energía, costos de comercialización, pérdidas, restricciones, etc.

Además, teniendo en cuenta que la participación del mercado regulado (residencial) y no regulado (industrial) es aproximadamente 70% y 30% respectivamente, se puede llegar a la conclusión que el cliente posee muy poco poder de negociación en el mercado.

Poder de negociación del proveedor

El proveedor de Codensa es el mercado mayorista de energía eléctrica, dado que es donde se realizan las transacciones de oferta del servicio por parte de los generadores y compra por parte de los distribuidores y comercializadores. Este mercado posee dos metodologías, por medio de contratos donde el precio se establece en común acuerdo entre las partes o mediante compra directa al mercado de corto plazo manejado por XM y donde el precio se establece mediante el despacho económico. Por lo tanto, debido a la organización actual del mercado los proveedores no poseen poder de negociación.

Presión del producto sustituto / complementario

Los productos sustitutos de la energía eléctrica prestada por Codensa actualmente, son las energías renovables que brinden un abastecimiento propio, sin embargo, debido a los altos costos y demás variables actuales estas todavía no poseen mucho auge en el sistema eléctrico actual, por lo tanto, como tal no hay un producto sustituto que ejerza presión.

Dado que la energía eléctrica es un servicio público, los productos complementarios no ejercen presión, por ejemplo, si el costo de los electrodomésticos (producto complementario) aumenta o disminuye, los usuarios continuarán usando energía eléctrica debido a su necesidad en la sociedad actual.

Rivalidad entre los existentes

Como ya se mencionó anteriormente, debido al modelo actual del sistema eléctrico colombiano, cada operador de red local maneja su infraestructura y clientes de manera propia, y a pesar que se realicen contratos de compra de energía con un comercializador diferente, estos no representan una rivalidad entre las empresas prestadoras del servicio.

5.1.2. Matriz de posición estratégica y evaluación para la acción (PEEA)

En esta sección se define una posición para: las fortalezas financieras que posee Codensa según reportes del año anterior, sus ventajas competitivas en el sector, el clima de negocio que hay en el entorno y, la estructura de la industria en la que se encuentra.

Fortaleza financiera

A continuación, se muestra el resumen ejecutivo presentado en el reporte financiero a diciembre de 2017:

Resumen Ejecutivo:

- *Codensa cierra el año 2017 con un destacado comportamiento reflejando en sus cifras la incorporación del mercado atendido por la EEC, un cambio positivo en la tendencia de la demanda de energía y altos niveles de calidad en el servicio.*
- *La utilidad neta para el año 2017 alcanzó \$623.486 millones de pesos, incrementándose 14,8% en comparación con el año 2016.*
- *La compañía alcanzó su máximo histórico en las inversiones realizadas durante 2017 con \$786.484 millones de pesos, orientadas a la modernización de la red, el mejoramiento de la calidad del servicio y el apoyo al crecimiento orgánico.*

Con base a esta información y los demás datos financieros de apalancamiento, deuda financiera, EBITDA reportados en el informe de resultados de Codensa S.A. ESP a diciembre de 2017, se asigna un valor de fortaleza financiera para el PEEA de 5 (más adelante se muestra en detalle de donde se obtiene este valor)

Ventaja competitiva

La ventaja competitiva hace referencia a las fortalezas que posee la compañía que genera ventajas con respecto a la competencia, tales como:

- Políticas de innovación, la cual Codensa tiene muy arraigada a sus objetivos estratégicos mediante el desarrollo de programas y concursos para motivar las nuevas ideas.
- Servicio, el cual es la base de toda operación realizada por Codensa y cualquier proyecto o decisión gira entorno a la prestación del servicio de energía eléctrica
- Calidad, Codensa posee una fuerte política de calidad, tanto interna en el desarrollo de los procesos de cada gerencia, unidad, departamento, etc., como externa frente a la infraestructura eléctrica para brindar un servicio de calidad al usuario.

Por lo tanto, para la PEEA la ventaja competitiva posee una valoración de -1.6 (más adelante se muestra en detalle de donde se obtiene este valor)

Clima de negocios

El clima de negocios analiza los factores externos que influyen en el desarrollo de la compañía, tales como estabilidad macroeconómica, estabilidad política, estabilidad jurídica, sistema de comunicaciones, seguridad a la inversión.

Analizando los factores mencionados anteriormente en el sector eléctrico del país se tiene:

- Un crecimiento en la participación del PIB de la energía eléctrica a lo largo de los años, que representa el aumento en la inversión del sector.

- Se tiene un marco regulatorio muy definido liderado por el ministerio de minas y energía, vigilado y controlado por la SIC (superintendencia de industria y comercia) y la SSPD (Superintendencia de servicios públicos domiciliarios), planeado por UPME (Unidad de planeación minero energética), regulado por la CREG (comisión de regulación de energía y gas) y el mercado es administrado por XM.
- Cualquier inversión realizada con el fin de mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica en el país es reconocida por la CREG para asegurar el crecimiento y mejoramiento de la prestación del servicio.

Por estos y más factores se concluye que el sector eléctrico colombiano posee un muy buen clima de negocios a nivel nacional, permitiendo el desarrollo y crecimiento de las partes dentro de los límites establecidos, por lo tanto, para la PEEA se da un valor de -2 (más adelante se muestra en detalle de donde se obtiene este valor)

Estructura de la industria

La estructura de la industria se analizó anteriormente mediante las 5 fuerzas de Porter donde se puede concluir que Codensa posee una gran posición competitiva en la industria del sector eléctrico. Por lo tanto, para el PEEA se asigna un valor 5.2. (más adelante se muestra en detalle de donde se obtiene este valor)

A continuación, se muestra un detallado de los factores seleccionados para determinar la PEEA

Tabla 12. Matriz PEEA

Estructura de la Industria	Poder Negociación Proveedores	5
	Poder Negociación Clientes	5
	Facilidad Ingresos nuevos Competidores	5
	Presión productos sustitutos	6
	Rivalidad entre los existentes	5
	Promedio	5,2
Ventaja Competitiva	Diseño	-1
	Adaptabilidad a las necesidades	-1
	Servicio	-2
	Poder de negociación con proveedor	-2
	Calidad	-2
	Promedio	-1,6
DIFERENCIA	=	3,6
Clima de negocios	Estabilidad Macroeconómica	-3
	Seguridad de inversión	-2
	Estabilidad Política	-1
	Estabilidad jurídica	-2
	Promedio	-2
	Rentabilidad	6

	Liquidez	5
Fortaleza Financiera	Endeudamiento	4
	Costos operativos	5
	Promedio	5
DIFERENCIA	=	3

Fuente: Producción de los autores

Con los valores asignados se obtiene la siguiente gráfica

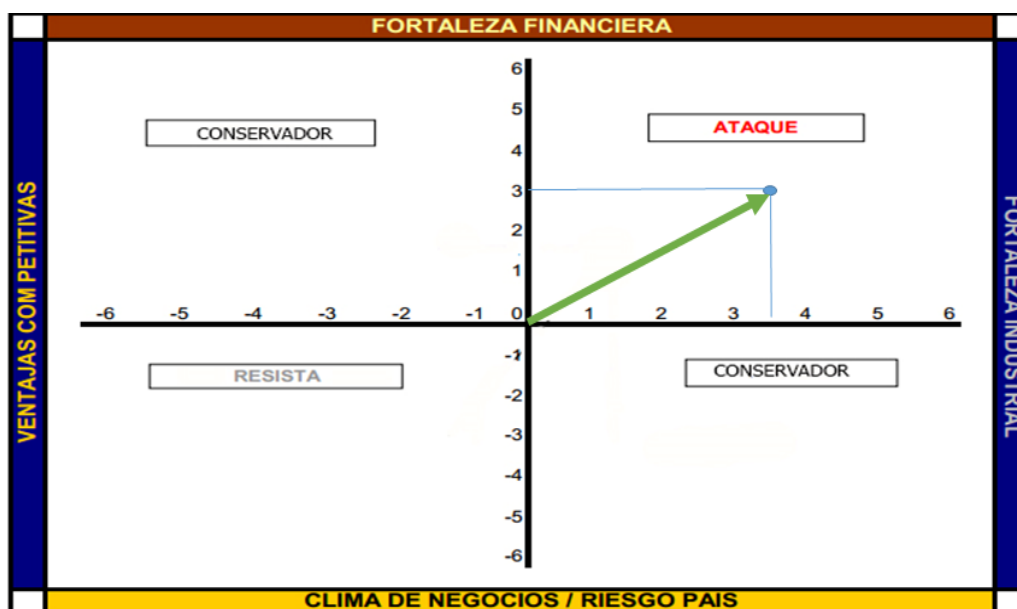


Figura 29. Ubicación estratégica de la empresa

Fuente: Producción de los autores

Donde se evidencia que en la actualidad Codensa se encuentra en una posición de ATAQUE, lo que permite el desarrollo de estrategias más agresivas y la creación de nuevos proyectos que permitan el crecimiento de la compañía.

5.1.3. Matriz MIME

Para poder realizar la matriz MIME, que permite corroborar los resultados obtenidos mediante PEEA, se desarrollaran primero las matrices MEFE (Matriz de evaluación de valores externos) y MEFI (Matriz de evaluación de factores internos).

Matriz MEFE

La matriz MEFE recoge la información del entorno y lo clasifica en oportunidades o amenazas, a las cuales se les asigna una ponderación en función de la importancia de estas y finalmente se califica de de la siguiente manera:

- 4: Oportunidad fuerte
- 3: Oportunidad débil
- 2: Amenaza débil

- 1: Amenaza fuerte

Tabla 13. Matriz MEFE

Factor Externo	Ponderación	Calificación	Total
Competencia en el sector	0,2	4	0.8
Expansión de la infraestructura	0,2	4	0.8
Generación energías renovables	0,15	1	0.15
Tecnologías inalámbricas	0,15	2	0.3
Políticas actuales	0,1	3	0.3
Empresa multinacional	0,2	4	0.8
Total			3.15

Fuente: Producción de los autores

Matriz MEFI

La matriz MEFI recoge la información de la compañía y la clasifica en fortalezas o debilidades, a las cuales se les asigna una ponderación en función de la importancia de estas y finalmente se califica de de la siguiente manera:

- 4: Fortaleza fuerte
- 3: Fortaleza débil
- 2: Debilidad débil
- 1: Debilidad fuerte

Tabla 14. Matriz MEFI

Factor Interno	Ponderación	Calificación	Total
Política de innovación	0,2	4	0.8
Recurso humano calificado	0,2	4	0.8
Cultura organizacional	0,1	3	0.3
Capital	0,2	3	0.6
Relación con los clientes	0,15	2	0.3
Capacidad de respuesta al usuario	0,15	2	0.3
Total			3,1

Fuente: Producción de los autores

Matriz MIME

La matriz MIME, es un cruce entre las dos matrices mostradas anteriormente y permite determinar la posición estratégica de la compañía. a continuación se muestra la matriz MIME de Codensa

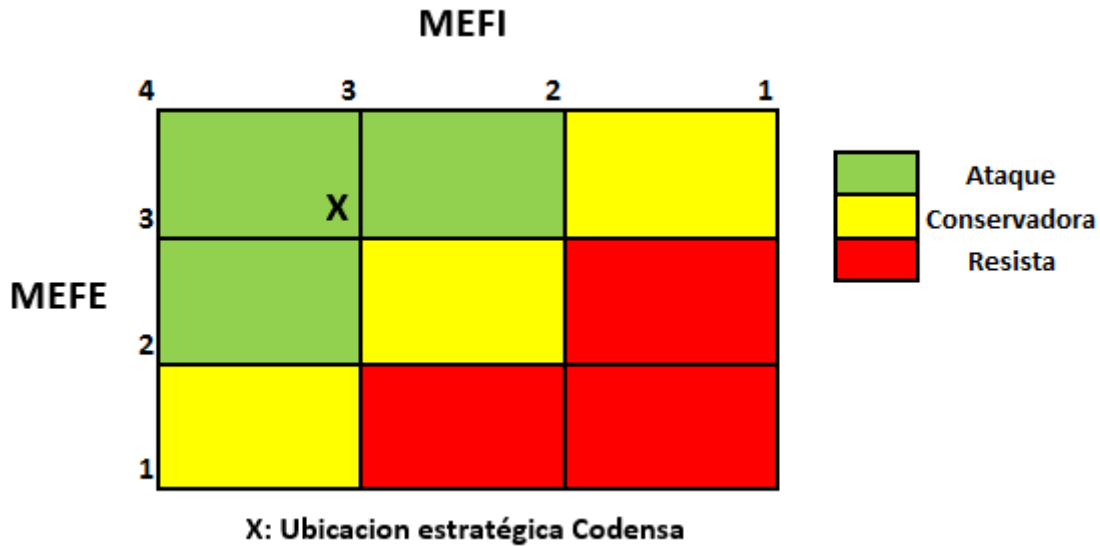


Figura 30. Matriz MIME
Fuente: Producción de los autores

Tal como se observa en la matriz anterior se analiza que Codensa se encuentra en una posición de Ataque debido a las fortalezas y oportunidades presentes. Este resultado corresponde con el obtenido en la matriz PEEA, es decir, se corrobora la posición estratégica actual de la compañía.

5.2. Direccionamiento estratégico

El direccionamiento estratégico permite conocer la misión y visión de compañía y del proyecto para determinar y analizar como el segundo se encuentra alienado con los ideales del primero.

5.2.1. Misión Codensa S.A. ESP

CODENSA tiene como misión generar y distribuir valor en el mercado de la energía, en beneficio de las necesidades de los clientes, de la inversión de los accionistas, de la competitividad y de las expectativas de todos aquellos que trabajan para la empresa. CODENSA opera al servicio de las comunidades, respetando el medio ambiente y la seguridad de las personas, con el compromiso de asegurarles a las generaciones futuras un mundo mejor.

5.2.2. Misión del proyecto

Somos un área encargada de la identificación y trazabilidad de los activos del departamento de protecciones de CODENSA, mediante el uso de tecnología QR en los equipos de protección de potencia que hay en las subestaciones de media y alta tensión, permitiendo la visualización de la información referente a estos activos a través de una aplicación móvil.

5.2.3. Visión Codensa S.A. ESP

La visión de Codensa es ser reconocida como la mejor empresa de servicios públicos del país, mejorando la calidad en el servicio de energía y en los procesos de atención y

relacionamiento con clientes. Nuestro compromiso es brindar productos y servicios de calidad que satisfagan las necesidades de los usuarios a través de una mejora continua y la innovación.

5.2.4. Visión del proyecto

Para el año 2023 se tendrán integradas al sistema de identificación y trazabilidad con códigos QR, 18 subestaciones de media y alta tensión, es decir, aproximadamente 720 equipos de protección de potencia.

5.3. Formulación de la estrategia

Con base en toda la información obtenida anteriormente y teniendo en cuenta que el proyecto se desarrollará dentro de la empresa, se determina que la mejor estrategia que se puede desarrollar para garantizar que el proyecto sea exitoso y que se puedan alcanzar los objetivos estratégicos de la compañía es entregar a los empleados la información real y actualizada que requieran sobre un equipo de protección, y demostrar cómo esto genera reducción de costos y gastos.

Se buscará el desarrollo de sistemas similares en otras áreas de la compañía, para lo cual se generarán espacios para presentar al resto de la compañía como la implementación del sistema para la trazabilidad de los equipos de protección en las diferentes subestaciones de Codensa a través de la tecnología QR, es una herramienta de apoyo en el desarrollo de las labores de los empleados del departamento de protecciones, la cual facilita su trabajo a la vez que se hace uso de tecnologías innovadoras y se reducen costos para la compañía, se mostrarán los resultados obtenidos en cada instalación y las lecciones aprendidas.

Se utilizarán estrategias de publicidad como papel clave para lograr que la gente reaccione bien al cambio, que hagan buen uso de la tecnología y estar a la altura de la cultura organizacional que promueve la innovación y el uso de la tecnología, que en este caso sería por códigos QR; para ello las estrategias incluyen:

- Evento de lanzamiento
- Avisos en la intranet
- Correos electrónicos
- Esferos
- Voz a voz
- Talleres de sensibilización
- Taller de mejora continua

5.4. Planificación operacional

En esta sección, se presentan la misión y la visión tanto de la compañía como del proyecto con el fin de poder tener en claro la relación y contexto de cada una de ellas.

5.4.1. Estructura organizacional

La estructura organizacional del proyecto será un adicional al organigrama ya existente, pues se creará una nueva área en la organización delegada del departamento de protecciones de alta tensión. A continuación se muestra la modificación realizada en el organigrama actual.

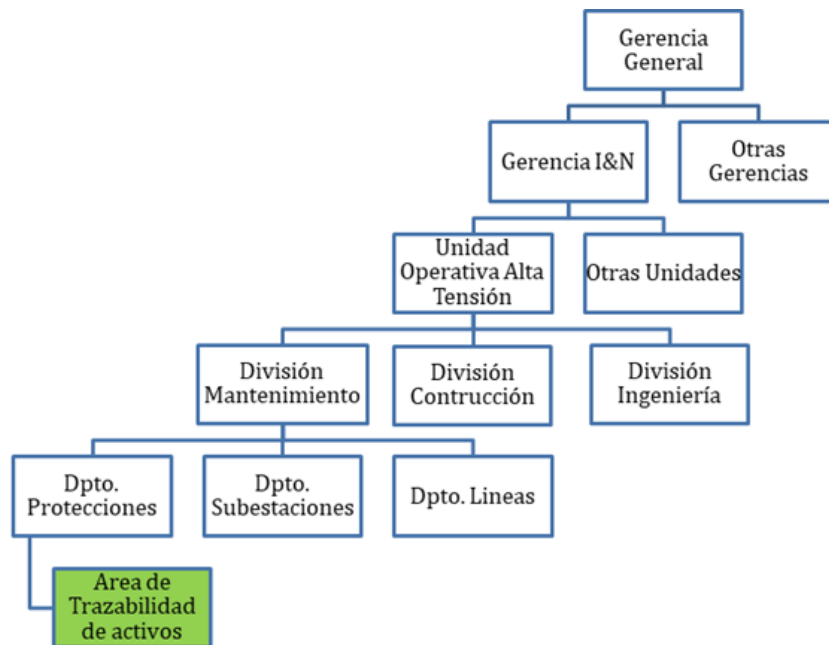


Figura 31. Impacto en Organigrama con la ejecución del proyecto
Fuente: Producción de los autores

Para evitar el exceso de información en la figura anterior, se muestra únicamente el detalle de la gerencia, unidad y división que se ven directamente impactadas; las otras gerencias que tiene la compañía se listan en la siguiente tabla:

Tabla 15. Otras gerencias de Codensa

OTRAS GERENCIAS DE CODENSA
Gerencia de Mercados
Gerencia de Administración, Finanzas y Control
Gerencia de Organización y Recursos Humanos
Gerencia Jurídica
Gerencia de Regulación, Relaciones Institucionales y Medio Ambiente
Gerencia de Comunicación
Gerencia de Servicios y Seguridad
Gerencia de Aprovisionamiento
Gerencia de Auditoría
Gerencia de Sistemas y Telecomunicaciones (ICT)
Gerencia de Planificación y Control

Fuente: Producción de los autores

5.4.2. Cargo

Se requiere un cargo administrativo, el cual se encargará del proceso de desarrollo de la aplicación, el levantamiento de la información relacionada a los equipos de protección y la alimentación de la base de datos.

5.4.3. Perfil

La persona que ocupe el cargo debe ser profesional en ingeniería de sistemas, industrial, o carreras a fin. Con conocimientos técnicos y administrativos con sentido ético y humano, capaz de liderar proyectos informáticos en las organizaciones, con sólidos conocimientos, habilidades y destrezas en la ciencia de la computación y sus tecnologías asociadas como desarrollo de software, sistemas de información, bases de datos, gestión de proyectos, entre otras. Debe ser una persona con pensamiento innovador, emprendedor, crítico, analítico, autónomo, con identidad cultural y capacidad para resolver problemas, tomar decisiones y comunicarse efectivamente.

En la Tabla 16 aparecen las funciones que tendrá a cargo el profesional que ocupe el cargo y los procedimientos de cada una.

Tabla 16. Funciones y procedimientos

FUNCIÓN	PROCEDIMIENTO
Desarrollo aplicación móvil	Desarrollar la aplicación móvil híbrida que permita la correcta lectura y visualización de la información, con base en los requerimientos de los ingenieros del departamento de protecciones
Levantamiento de la información	Recolectar la información relacionada a cada uno de los equipos de protección de potencia, a través de los distintos medios en los que se pueda encontrar, como: documentos, archivos de Excel, personas, conexión directa con los equipos, entre otros.
Digitalización en base de datos	Digitalizar, organizar y asociar a cada equipo de protección, la información recolectada en una base de datos. Deben aparecer en una columna un código alfanumérico que identifique al equipo y el cual se enlazará al código QR, en una columna la ubicación, en otra un link que enlazará al plano correspondiente, en otras estarán los datos de fábrica, ajustes realizados e historial del equipo.
Generación códigos QR	Creación de los códigos QR de cada equipo por medio de aplicaciones específicas que permitan asociar cada código con su equipo.
Impresión códigos QR	Imprimir desde la impresora térmica TSC TA210 los códigos generados y cortarlos

Instalación en los equipos Dirigirse a las subestaciones con los códigos impresos e instalarlos en cada uno de los equipos de protección de potencia; para esto debe llevar un plano y una base impresa para garantizar que el código QR que se incorpore a un equipo sea el correcto para que la información no quede asociada incorrectamente.

Pruebas Realizar pruebas de lectura en terreno con varios dispositivos móviles, para verificar que la lectura sea efectiva y la información asociada se muestre correctamente.

Fuente: Producción de los autores

5.4.4. Puestos de trabajo

De acuerdo al cálculo de puestos de trabajo por análisis de capacidades, se requiere inicialmente de un puesto de trabajo para la persona que desempeñará las actividades administrativas, las cuales están ligadas al uso de computador y teléfono prácticamente durante toda la jornada laboral. Los puestos de trabajo requieren de:

- Escritorio, debe tener 72 cm de alto, 180 cm de ancho y 120 cm de profundidad, medidas adecuadas para la ubicación de todos los elementos necesarios a distancias pertinentes. La superficie de trabajo será de color gris mate que no refleje la luz.
- Teléfono
- Descansa pies ajustable
- Computador, la pantalla debe ser ubicada de tal forma que su borde superior quede a la altura de los 65 ojos del funcionario y que no quede frente a la fuente de luz.
- Silla ergonómica, con las siguientes características:
 - Soporte lumbar. La silla debe tener la curvatura natural de la espalda.
 - Acolchada, pero no demasiado, ya que las sillas muy acolchadas se adaptan a la mala postura de las personas.
 - Movilidad. La silla debe tener 5 ruedas que permitan deslizarse y girar sin esfuerzo, y evite la necesidad de malos movimientos giratorios en los empleados.
 - Apoyabrazos.
 - Altura del asiento fácilmente ajustable.
 - Ancho y grueso del asiento suficiente para apoyar a cualquier funcionario cómodamente.
 - Respaldo ajustable en dirección vertical, y de atrás hacia adelante

Cuando el trabajador se encuentre en terreno realizando las labores necesarias, debe llevar los elementos básicos de protección personal presentados en la Tabla 17.

Tabla 17. Elementos básicos de protección personal

EPP	Descripción
Casco aislante	Protección frente a impactos, además de no permitir el paso de corriente
Protección ocular	Protección contra partículas, productos químicos, radiaciones.
Guantes aislantes	Protección frente a contacto directo
Botas aislantes	Protección frente a impactos y no permitir el paso de corriente
Overol ignifugo	Protección frente a posible fuego proveniente de electricidad

Fuente: Producción de los autores

5.4.5. Estructura de descomposición de trabajo WBS

La descomposición jerárquica del alcance total del trabajo que se llevará a cabo para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables necesarios, se realizará por organización de WBS en entregables principales. A continuación, se muestran dos formas en las que se puede plasmar la estructura:

Vista tabular

Tabla 18. WBS del proyecto

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
1. Tecnología de identificación por códigos QR como herramienta para la trazabilidad de los equipos de protección de potencia en las subestaciones de CODENSA S.A. ESP	1.1 Estudio de mercado	1.1.1 Investigación fuentes primarias
		1.1.2 Realizar encuestas
		1.1.3 Definición necesidades del área
	1.2 Descripción de la propuesta	1.2.1 Caracterización del sistema
		1.2.2 Definición del funcionamiento del sistema
		1.2.3 Definición de los beneficios del sistema
	1.3 Diseño del proceso	1.3.1 Diagramación del flujo del proceso
		1.3.2 Estimación de recursos
	1.4 Cronograma de actividades	
	1.5 Diseño aplicación	1.5.1 Documentación requerimiento aplicación
		1.5.2 Diseño de la interfaz
	1.6 Pruebas e implementación en subestación Salitre	1.6.1 Pruebas en terreno
		1.6.2 Ajustes al sistema
		1.6.3 Puesta en marcha del sistema

Vista de estructura de árbol

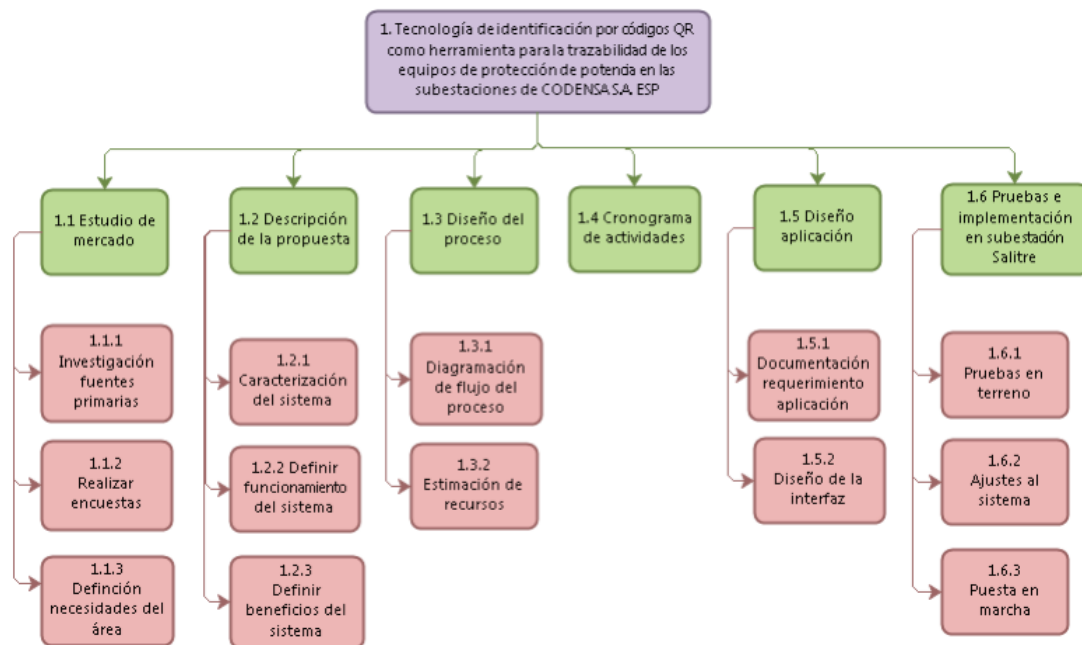


Figura 32. WBS estructura de árbol

5.5. Análisis de Impacto Laboral

Con la implementación de este proyecto se espera mejorar el desempeño, rendimiento y resultados entregados en el departamento de protecciones de Codensa. Esto se logrará reduciendo el tiempo en el desarrollo de las labores de los profesionales con la entrega oportuna de la información a través de la aplicación en la que podrán ver todo lo relacionado a los equipos de protección de la subestación cuando estén en terreno, suministrando información veraz a los trabajadores con el fin de asegurar calidad en las tareas entregadas, garantizando que los profesionales cuenten con herramientas que apoyen y faciliten su gestión.

5.6. Análisis Legal y Normativo

Actualmente el Instituto Colombiano de Codificación y Automatización Comercial (IAC), es el único ente autorizado en Colombia para administrar y difundir los beneficios de hablar un mismo idioma en cuanto a la tecnología de identificación se refiere. El IAC es una asociación empresarial, independiente, privada, sin ánimo de lucro, que desarrolla, establece y promueve el uso e implantación de estándares globales y abiertos de identificación y comunicación, cuya aplicación agrega valor a la gestión de la cadena de abastecimiento de productos y servicios y al consumidor final; el IAC es un punto de encuentro en donde todos los sectores económicos identifican e implementan soluciones tecnológicas comunes, frente a las necesidades que impone el mercado.

A continuación, se nombran las leyes y normas más relevantes en cuanto al sistema de identificación:

- Guía para la codificación de bienes y servicios de acuerdo con el código estándar de productos y servicios de Naciones Unidas, V.14.080

- ISO/IEC 15415: Para símbolos de dos dimensiones
- ISO/IEC 15418: Técnicas automáticas de identificación y captura de datos, aplicaciones de identificación GS1
- ISO/IEC 18004: Técnicas automáticas de identificación y captura de datos, códigos QR y códigos de barras

6. ESTUDIO FINANCIERO

En este estudio se dan a conocer los elementos que integran la estructura financiera del proyecto como son las inversiones requeridas, costos incurridos en la fabricación o prestación del servicio, gastos administrativos y de implementación del sistema. Por otra parte, se incluyen los ahorros estimados en costos con la implementación del sistema de identificación con tecnología de códigos QR para la trazabilidad y control de información de los equipos de protección de potencia de las subestaciones de Codensa.

6.1. Supuestos para la evaluación financiera

Para realizar los cálculos respectivos de la evaluación financiera del proyecto se tuvo en cuenta los siguientes supuestos:

- El número actual de subestaciones en Codensa se obtuvo mediante los registros históricos de demanda atendida de este operador de red local dado por la UPME y XM, teniendo en cuenta que:
 - Codensa posee un margen de reserva entre la potencia instalada y demanda de 30% aproximadamente
 - La potencia instalada de cada subestación en Codensa es aproximadamente 30 MW
 - Una subestación típica de alta tensión posee aproximadamente 40 equipos de protección
- El crecimiento de Codensa respecto a la creación de nuevas subestaciones y por lo tanto mayor cantidad de equipos de protección se realizó por medio de pronósticos lineales de manera aproximada a lo establecido por la UPME.
- La implementación del sistema de identificación de equipos de protección por medio de tecnología QR, se hará de forma progresiva por subestaciones.
- En las etapas iniciales del proyecto, un empleado del departamento demora aproximadamente 2 meses en integrar una subestación de 40 equipos de protección.
- En el pronóstico de ventas de los primeros 5 años se establece un aumento en la cantidad de subestaciones integradas, teniendo en cuenta que esto representa una mayor cantidad de personal.
- Se toma un factor multiplicador del 54 % para el sueldo base de los trabajadores
- Se supone que los costos actuales que invierte la compañía por las fallas analizadas en este proyecto se mantienen constantes al largo del proyecto.
- Se realiza la depreciación de los activos de manera lineal con un valor comercial al final de la vida útil
- Para el cálculo de la tasa de interés de oportunidad se empleó el método de Sharper con los siguientes datos:
 - La tasa de los bonos americanos es de 2.87%
 - El Beta del mercado de Distribución de energía es de 1.76
 - La prima de riesgo de los mercados se tomó de 4.56%

- El riesgo país de Colombia es de 2.2%
- Los ingresos del proyecto se toman como el ahorro en costos que incurre Codensa actualmente por las fallas ocasionadas por información desactualizada e incorrecta de las protecciones.
- Se plantean tres escenarios: Optimista, Realista y Pesimista, donde el primero contempla un ahorro adicional del 10% al planteado en el escenario realista; y en el pesimista se contempla un ahorro del 10% menos.
- Se realizará el análisis sin financiamiento y con financiamiento de un banco por \$60.000.000 con una tasa de interés anual de 18.5% semestre vencido, es decir, una tasa nominal 17,72% durante 5 años.

6.2. Costos de inversión

Los costos de inversión los calculamos en la línea base de costos y se definió un aproximado de \$96.000.000.

El objetivo de nuestro plan de gestión de costos es poder estimar y presupuestar los costos de tal forma que el proyecto se pueda ejecutar dentro del presupuesto que sea aprobado por la gerencia para el desarrollo del mismo en el departamento de protecciones de Codensa.

Este plan, será utilizado como guía para realizar un seguimiento a la ejecución y disponibilidad de los recursos económicos requeridos durante el desarrollo del proyecto, con el fin de reducir posibles retrasos a causa de la ausencia una proyección del flujo de caja del mismo o imprevistos que surjan en el camino, como por ejemplo inconvenientes con la impresión y uso de los códigos QR.

Para realizar la estimación de costos, se tuvo en cuenta la definición del alcance, la estructura WBS y el diccionario de la WBS, los posibles riesgos y los recursos necesarios. Es importante aclarar que no se incurre en costos adicionales de equipos de computación ya que el gestor del proyecto trabaja en la empresa y ya tiene asignado este recurso.

Las reservas de gestión y contingencia que se tendrán en caso de presentarse algún inconveniente antes y durante la puesta en marcha del proyecto equivalen a un costo fijo de \$12.000.000.

A continuación, se presenta la curva S obtenida para la línea base del proyecto:



Figura 33. Curva S del proyecto.

A continuación, se muestra el detalle de la línea base del alcance, en la que se establece el presupuesto proyectado para cada uno de los paquetes de trabajo definidos previamente para el proyecto.

Tabla 19. Línea base de costos

ELEMENTOS DE LA WBS			Costo por EDT	Costo Total Nivel 2
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3		
1. Tecnología de identificación por códigos QR como herramienta para la trazabilidad de los equipos de protección de potencia en las subestaciones de CODENSA S.A. ESP	1.1 Estudio de mercado	1.1.1 Investigación fuentes primarias	\$1.266.667	\$3.800.001
		1.1.2 Realizar encuestas	\$1.266.667	
		1.1.3 Definición necesidades del área	\$1.266.667	
	1.2 Descripción de la propuesta	1.2.1 Caracterización del sistema	\$1.266.667	\$3.800.001
		1.2.2 Definición del funcionamiento del sistema	\$1.266.667	
		1.2.3 Definición de los beneficios del sistema	\$1.266.667	
	1.3 Diseño del proceso	1.3.1 Diagramación del flujo del proceso	\$1.900.000	\$3.800.000
	1.3.2 Estimación de recursos	\$1.900.000		
	1.4 Cronograma de actividades		\$1.900.000	\$1.900.000
	1.5 Diseño del sistema	1.5.1 Documentación requerimiento aplicación	\$1.900.000	\$71.300.000
		1.5.2 Diseño de la aplicación	\$60.000.000	
		1.5.3. Levantamiento información equipos	\$3.800.000	
		1.5.4. Creación base de datos del sistema	\$1.900.000	
		1.5.5 Adquisición de impresora	\$1.800.000	
		1.5.6 Creación e impresión códigos QR	\$1.900.000	
1.6 Pruebas e implementación en subestación Salitre	1.6.1 Pruebas en terreno	\$3.800.000	\$11.400.000	
	1.6.2 Ajustes al sistema	\$3.800.000		
	1.6.3 Puesta en marcha del sistema	\$3.800.000		
Costos totales				\$96.000.002

En el cronograma que se muestra a continuación, se puede evidenciar el tiempo en el cual se estima se van a ejecutar cada una de las actividades de los paquetes de trabajo definidos en la WBS.

Tabla 20. Cronograma del proyecto.

ELEMENTOS DE LA WBS			PERIODO (MES)									
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Tecnología de identificación por códigos QR como herramienta para la trazabilidad de los equipos de protección de potencia en las subestaciones de CODENSA S.A. ESP	1.1 Estudio de mercado	1.1.1 Investigación fuentes primarias	█									
		1.1.2 Realizar encuestas	█									
		1.1.3 Definición necesidades del área	█									
	1.2 Descripción de la propuesta	1.2.1 Caracterización del sistema		█								
		1.2.2 Definición del funcionamiento del sistema		█								
		1.2.3 Definición de los beneficios del sistema		█								
	1.3 Diseño del proceso	1.3.1 Diagramación del flujo del proceso			█							
		1.3.2 Estimación de recursos			█							
	1.4 Cronograma de actividades				█							
	1.5 Diseño del sistema	1.5.1 Documentación requerimiento aplicación				█						
		1.5.2 Diseño de la aplicación				█	█	█	█			
		1.5.3. Levantamiento información equipos					█					
		1.5.4. Creación base de datos del sistema							█			
		1.5.5 Creación e impresión <u>codigos</u> QR								█		
	1.6 Pruebas e implementación en subestación Salitre	1.6.1 Pruebas en terreno								█	█	
1.6.2 Ajustes al sistema									█	█		
1.6.3 Puesta en marcha del sistema											█	

6.3. Costos o gastos de operación

Los gastos de operación hacen referencia a los incurridos en la iniciación y ejecución del proyecto, relacionados directamente con la prestación de servicios del proyecto; de manera que se tiene el sueldo de los ingenieros encargados de la integración de las subestaciones al sistema, con base en el plan de ventas mostrado en la *Figura 19* y la *Figura 20*.

La *Figura 19* muestra que para el primer año es necesario contar con un trabajador los primeros seis meses, dado que se incluye una subestación cada dos meses; pero para el segundo semestre del año es necesario contratar a otro trabajador para cumplir con la meta de una subestación al mes.

En la *Figura 20* se muestra la capacidad laboral necesaria a 5 años del proyecto, con base en el plan de ventas establecido anteriormente. Donde se observa que se pueden mantener los dos trabajadores del primer año hasta el año 3 (claro está que es necesario que trabajen algunas extras para ir cumpliendo con la cantidad de subestaciones planeadas) pero a partir del cuarto año, es necesario contratar otro trabajador para permitir agilizar la inclusión de los equipos y cumplir con las metas del plan de ventas.

Estas gráficas anteriores permiten determinar los costos por mano de obra necesarios en los 5 años de pronóstico realizados, teniendo en cuenta que el sueldo de un ingeniero encargado del proyecto será de \$3.800.000 aproximadamente (teniendo en cuenta todas las prestaciones sociales, las cuales se detallan más adelante en el factor multiplicador); en el sueldo del ingeniero están incluidas las actualizaciones o mantenimientos que requiera la aplicación ya que su perfil le permitirá hacer estos procesos y sus labores a cargo se ajustarán en tiempo en los momentos que sea necesario, evitando de esta forma incurrir en gastos adicionales.

Tabla 21. Gastos de operación para los 5 años del plan de ventas

Año	Gasto
1	\$ 68.400.000
2	\$ 91.200.000
3	\$ 91.200.000
4	\$136.800.000
5	\$136.800.000

6.4. Precio e ingresos

Dado que el proyecto se realiza dentro de Codensa no existe un precio como tal del servicio y por lo tanto tampoco se puede hablar de ingresos que recibirá la compañía o el departamento por la implementación del mismo, en cambio, se realizará el análisis del costo actual que invierte la compañía en la atención de los eventos relacionados con fallas ocasionadas por información desactualizada e incorrecta de las protecciones y se asumirán como ingresos que se recibirán por la implementación del proyecto.

6.5. Costos actuales de la compañía

Las empresas de distribución de energía eléctrica poseen indicadores de calidad para garantizar la correcta prestación del servicio, uno de estos el SAIDI que hace referencia a la duración de las fallas en el sistema. En el año 2017 Codensa presentó un SAIDI de 820 min lo que equivaldría a aproximadamente 68 minutos por mes, de los cuales, se tiene que las fallas presentadas en el sistema debidas a información desactualizada e incorrecta de las protecciones equivale aproximadamente al 15%, es decir, 10 min al mes.

Adicionalmente, la cantidad de energía que deja de suministrar Codensa cuando se presentan interrupciones debidas a protecciones, es aproximadamente 250 MW al mes que por los 10 min que duran las fallas, resultan 42 MWh aproximadamente.

Con base en la información suministrada anteriormente se puede determinar el ingreso que deja de recibir Codensa por la energía no suministrada debido a fallas por información de las protecciones, teniendo en cuenta que el precio promedio del KWh en Bogotá es de \$ 385; resulta un total de \$ 16.400.000 mensual, es decir, aproximadamente \$ 197.000.000 anuales.

Por lo tanto, este sería el costo actual (ingreso que deja de recibir) Codensa debido a fallas ocasionadas por información desactualizada o incorrecta de las protecciones. El cual se asumirá como ingreso en el flujo de caja del proyecto debido que equivale a un ahorro realizado por la compañía al implementar el sistema propuesto.

Tabla 22. Costos actual de Codensa.

SAIDI 2017	820	minutos
SAIDI mensual	68,3	minutos
Fallas protecciones (15%)	10,25	minutos
	0,17	horas

Potencia no suministrada	250000	kW
Energía no suministrada	42708	kWh
Precio kWh	\$385	
Costo mensual	\$16.442.708	
Costo anual	\$197.312.500	

6.6. Cálculo del factor multiplicador

El factor multiplicador determina el costo adicional que se debe incurrir en los sueldos de los empleados debido a temas legales y prestaciones sociales establecidos por la ley.

Tabla 23. Calculo factor multiplicador

Descripción		
Prestaciones Sociales	Prima de servicios	8,33%
	Cesantías	8,33%
	Intereses sobre cesantías	1,00%
	Vacaciones	5,00%
Sistema de seguridad social integral	Pensión	12,00%
	Salud	8,50%
	ARL	6,96%
	Subsidio familiar	4,00%
Otros	Honorarios	12,00%
	Dotación	0,75%
Total		54,87%

Por lo tanto, se debe incurrir en un costo de 54,87% superior al sueldo para suplir los gastos establecidos por la ley, es decir, dado que el salario base del empleado es de \$2.400.000, el gasto total teniendo en cuenta este factor es de aproximadamente \$3.800.000

6.7. Impuesto de Industria y Comercio (ICA) e impuesto a la renta

El impuesto a la industria y comercio depende de las actividades realizadas por la compañía, en el caso del proyecto, sería “*Distribución de energía eléctrica*” que según el ministerio de hacienda y el ministerio de industria y comercio es de 9.66 pesos por cada mil, es decir, aproximadamente 1% de los ingresos netos.

El impuesto a la renta es el 33% de los ingresos netos de una compañía.

6.8. Depreciación de los activos del proyecto

La depreciación hace parte de los gastos indirectos del proyecto y se calcula con base en la vida útil de los activos adquiridos. La vida útil para los equipos de cómputo es de 5 años y se utilizará el método de línea recta para calcular la depreciación.

$$\text{Depreciación} = \$2.400.000 / 5$$

$$\text{Depreciación} = \$480.000$$

Por otro lado, la amortización de activos diferidos es al igual que la depreciación, un procedimiento que permite recuperar la inversión y deducible de los ingresos para efectos tributarios; sin embargo, como nuestro proyecto no genera ingresos, sino que promueve la reducción de costos, no habrá amortizaciones.

6.9. Valor de salvamento

Aunque los activos se deprecian por el método de línea recta, se define como valor de salvamento de los activos el 20% del costo de inversión en los mismos.

Inversión impresora códigos QR: \$ 2.400.000

$$\text{Salvamento: } \$ 2.400.000 * 0,2$$

$$\text{Salvamento: } \$ 480.000$$

6.10. Tasa de interés

En el caso de que el proyecto requiera de financiación, se define que se realizará un préstamo con el banco Davivienda, cuya tasa de interés anual es de 18,5% semestre vencido.

Modelo de valoración de los activos financieros - CAPM

El CAPM se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$CAPM = R_f + \beta * (R_m - R_f) + R_p$$

Donde

R_f = Tasa libre de riesgo

β = Coeficiente de Riesgo

R_m = Tasa de riesgo del mercado

R_p = Tasa del país

La R_f se obtiene de la tasa de los bonos del tesoro americano, el cual según la página Bloomberg muestra que los bonos a 5 años tienen un promedio de 2,87%

El coeficiente Beta se obtiene por sectores el cual es 1,76 para el sector de Generación y Distribución de energía.

El R_m se obtuvo en la página de Aswath Damodaran que muestra las primas de los mercados de estados unidos, donde resulta una tasa de riesgo del mercado de 4,56%

El R_p se obtuvo igualmente de la página de Aswath Damodaran donde muestra que el riesgo país de Colombia es de 2.2%

Teniendo en cuenta la información anterior, el CAPM sería de 13,09%

6.11. Flujos financieros del proyecto

Para definir los diferentes escenarios del flujo de caja del proyecto de implementar un sistema con tecnología QR para la identificación y trazabilidad de los equipos de protecciones de las subestaciones de Codensa, se contempla como se mencionó anteriormente, que los ingresos adicionales que empezará a recibir la compañía por el consumo de energía que se deja de suministrar actualmente a causa de fallas, será aproximadamente de \$197.000.000 al año. Para los escenarios pesimistas y optimista, se define que los ingresos adicionales estarán 10% por debajo y por encima de lo esperado respectivamente.

6.11.1. Situación sin financiamiento

El proyecto para la creación de un sistema de identificación con tecnología QR para la trazabilidad de los equipos de protección de potencia de las subestaciones de Codensa no requiere de financiación ya que será ejecutado con el presupuesto entregado por la gerencia de infraestructura y redes para el departamento de protecciones.

A continuación, se muestran los indicadores para cada escenario bajo la modalidad sin financiamiento, los flujos de caja se muestran como anexos:

Tabla 24. Indicadores financieros situación sin financiamiento

Indicador	Pesimista	Realista	Optimista
VPN	\$ 82,900,759.83	\$ 128,531,556.20	\$ 174,162,352.57
TIR	53%	70%	86%
TUR	28%	34%	39%

Como se puede apreciar en la tabla anterior, como se esperaba el escenario optimista es aquel que brinda un mayor valor presente neto, es decir el equivalente de los flujos del proyecto traídos en el instante cero, teniendo en cuenta la tasa establecida, por lo tanto, un proyecto que represente un VPN positivo implica que es rentable. De igual manera presenta un TIR mayor, es decir, la tasa a la cual se genera un VPN de cero y a partir de esta genera pérdidas, una tasa mayor implica un mayor rango de operación y mayor margen de riesgo.

Cabe destacar que la diferencia entre la TIR y la TIR modificada (TUR) es aproximadamente la mitad, por consiguiente, si se toman decisiones con base en la primera es posible que conlleve a pérdidas para el proyecto.

6.11.2. Situación con financiamiento

A pesar de que el proyecto por su naturaleza no requiere de financiamiento, se presenta un escenario en el cual asumimos que la compañía aportará \$60.000.000 de la inversión será financiado con el banco Davivienda, mediante un préstamo a 5 años, con una tasa anual del 18,5% semestre vencido, es decir, una tasa efectiva del 17,72% anual. A continuación, se muestra la tabla de amortización de la deuda con esta información

Tabla 25. Amortización del préstamo

AÑO	PRESTAMO	CUOTA	INTERESES	AMORTIZACION	SALDO
0	\$ 60,000,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 60,000,000
1	\$ 60,000,000	\$ 19,063,130	\$ 10,629,246	\$ 8,433,883	\$ 51,566,117
2	\$ 51,566,117	\$ 19,063,130	\$ 9,135,149	\$ 9,927,981	\$ 41,638,136
3	\$ 41,638,136	\$ 19,063,130	\$ 7,376,367	\$ 11,686,763	\$ 29,951,373
4	\$ 29,951,373	\$ 19,063,130	\$ 5,306,009	\$ 13,757,121	\$ 16,194,252
5	\$ 16,194,252	\$ 19,063,130	\$ 2,868,878	\$ 16,194,252	\$ -

Finalmente se muestran los resultados de los indicadores para los nuevos flujos de los tres escenarios con financiamiento

Tabla 26. Indicadores financieros situación con financiamiento

Indicador	Pesimista	Realista	Optimista
VPN	\$ 84,986,728	\$ 130,617,525	\$ 176,248,321
TIR	131%	173%	212%
TUR	44%	54%	61%

Del mismo modo que el estudio sin financiamiento, el escenario optimista es aquel que presenta los mayores indicadores, además como se observa los valores presentes de los tres escenarios son bastante parecidos para las situaciones con y sin financiamiento; la única diferencia se presenta en las TIR y TUR, que son mayores para la primera.

Por lo expresado anteriormente se recomienda implementar el proyecto sin financiamiento dado que la compañía invertirá directamente en el desarrollo del mismo y, además, por que presenta indicadores muy parecidos a la situación con financiamiento.

7. Análisis Stakeholders

A continuación se presenta la matriz de registro de los stakeholders del proyecto:

Tabla 27. Análisis interesados

Información de identificación				Información de Evaluación	Clasificación			
Nombre	Puesto en la Organización	Ubicación	Rol en el Proyecto	Requisitos y Expectativas	Interno/Externo	Impacto	Influencia	Poder
Santiago Valdeblanquez	Gerente de Infraestructura y Redes	Sede administrativa calle 93	Asesor	Alineación del proyecto con los objetivos de la compañía	Interno	Bajo	Bajo	Medio
Daniel Rodriguez	Jefe de Departamento de protecciones de Alta Tensión	Subestación Salitre	Coordinador	Correcto desarrollo del sistema	Interno	Alto	Alto	Alto
Juan Andrés Melo	Jefe división mantenimiento Alta Tensión	Subestación Salitre	Asesor	Funcionamiento del sistema y su relación con las demás áreas de la división y unidad	Interno	Medio	Medio	Alto
Claudia Patricia Niño	Jefe Unidad operativa Alta Tensión	Sede administrativa calle 93	Patrocinador		Interno	Medio	Medio	Alto
Usuarios del sistema	Empleados del departamento de protecciones de Alta Tensión	Subestación Salitre	Usuario	Lectura y trazabilidad de información de los activos	Interno	Alto	Alto	Medio
Adriana Hurtado	Profesionales del departamento de protecciones de Alta Tensión	Subestación Salitre	Gestor del proyecto	Que el proyecto sea culminado exitosamente	Interno	Alto	Alto	Medio
Usuarios de Codensa	N/A	N/A	N/A	Calidad en el servicio de energía	Externo	Bajo	Bajo	Bajo

En los siguientes gráficos se puede apreciar la relación Poder – Influencia que tienen los stakeholders frente al proyecto:

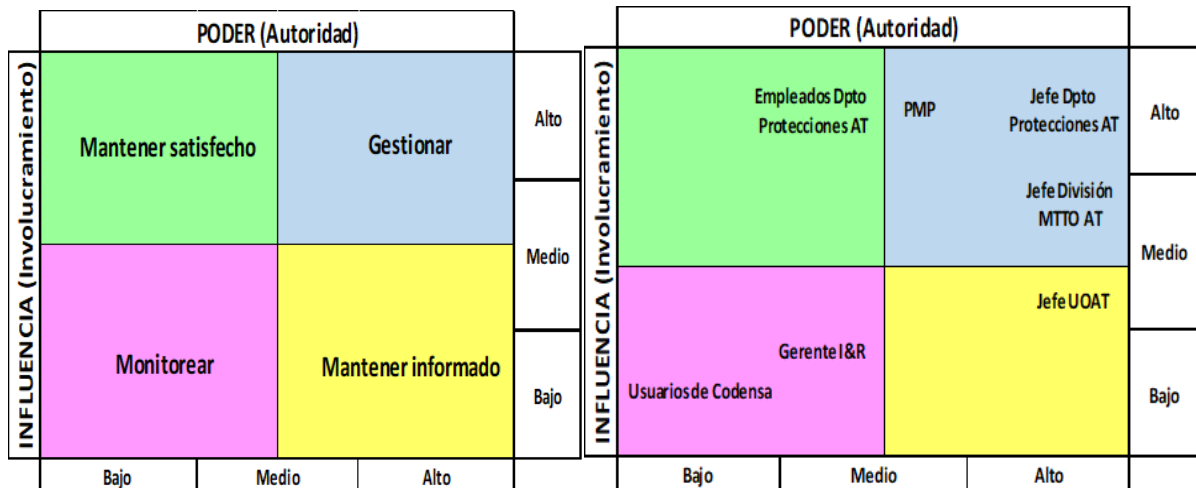


Figura 34. Matriz poder-impacto de interesados

Matriz de Compromiso de Stakeholders

A continuación se muestra la matriz de la posición actual de los stakeholders frente al proyecto en general y la posición esperada.

Tabla 28. Matriz de compromiso de los interesados

Códigos de Estados	Códigos de Stakeholders
C: Estado actual	GIR: Gerente de Infraestructura y Redes
D: Estado deseado	JDP: Jefe de Departamento de protecciones de Alta Tensión
	JDM: Jefe división mantenimiento Alta Tensión
	JUO: Jefe Unidad operativa Alta Tensión
	EDP: Empleados del departamento de protecciones de Alta Tensión
	PMP: Director del proyecto

Stakeholder	Desconocedor	Reticente	Neutral	De apoyo	Líder
GIR	C			D	
JDP			C		D
JDM	C				D
JUO	C			D	
EDP			C	D	
PMP					C D

A continuación se muestra la matriz de responsabilidades de los stakeholders en referencia a los distintos entregables del proyecto.

Tabla 29. Matriz de responsabilidades de los interesados

Códigos de responsabilidades	Códigos de Stakeholders
A: Aprueba	GIR: Gerente de Infraestructura y Redes
R: Revisa	JDP: Jefe de Departamento de protecciones de Alta Tensión
P: Participa o apoya	JDM: Jefe división mantenimiento Alta Tensión
	JUO: Jefe Unidad operativa Alta Tensión
	EDP: Empleados del departamento de protecciones de Alta Tensión
	PMP: Director del proyecto

Actividad/Stakeholder	GIR	JDP	JDM	JUO	EDP	PMP
1.1 Estudio de mercado						
1.1.1 Investigación fuentes primarias		A			P	R
1.1.2 Realizar encuestas		A			P	R
1.1.3 Definición necesidades del área		A			P	R
1.2 Descripción de la propuesta						
1.2.1 Caracterización del sistema		P	R	A		P
1.2.2 Definición del funcionamiento del sistema		P	R	A		P
1.2.3 Definición de los beneficios del sistema	A	P	R	A		P
1.3 Diseño del proceso						
1.3.1 Diagramación del flujo del proceso		R	A			P
1.3.2 Estimación de recursos	R A		P	P		
1.4 Cronograma de actividades		P	R	A		P
1.5 Diseño del sistema						
1.5.1 Documentación requerimiento aplicación		R	A			P
1.5.2 Diseño de la aplicación		P	R	R		P
1.5.3. Levantamiento información equipos		A			P	R
1.5.4. Creación base de datos del sistema		A			P	R
1.5.5 Creación e impresión códigos QR		A			P	R
1.6 Pruebas e implementación en subestación Salitre						
1.6.1 Pruebas en terreno		R			P	P
1.6.2 Ajustes al sistema		R	A			P
1.6.3 Puesta en marcha del sistema	A	P	R	R		P

8. Análisis de riesgos

A continuación se presenta una vista tabular de la RBS del proyecto.

Tabla 30. RBS del proyecto.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Tecnología de identificación por códigos QR como herramienta para la trazabilidad de los equipos de protección de potencia en las subestaciones de CODENSA S.A. ESP	Riesgos técnicos	No cumple con los requisitos
		Tecnología inadecuada
		Mala calidad
		Mal rendimiento y baja fiabilidad
	Riesgos externos	Proveedores poco competentes
		Incumplimiento regulatorio
		Condiciones climáticas no deseadas
	Riesgos de la Organización	Falta de recursos
		Baja financiación
	Riesgos de dirección de proyectos	Estimación errada
		Mala planificación
		Poco control
		Falta de comunicación

Para la identificación de los riesgos se presenta la siguiente tabla:

Tabla 31. Identificación de riesgos

ID	Descripción del problema	Probabilidad	Impacto	Tipo de riesgo	
				Oportunidad	Amenaza
1	No satisface la necesidad	Baja	Alto		X
2	No tiene almacenamiento suficiente	Moderada	Alto		X
3	Información no verás o desactualizada	Baja	Alto		X
4	Información confiable y actualizada	Alta	Alto	X	
5	Fallas en la aplicación	Moderada	Moderado		X
6	Dificultad de lectura de los códigos QR	Moderada	Alto		X
7	Impresoras de baja calidad	Baja	Moderado		X
8	Incumplimiento de normas técnicas	Baja	Moderado		X
9	Desgaste de códigos por cambios climáticos	Baja	Moderado		X
10	Cambios en el presupuesto	Moderada	Bajo		X
11	Demoras en tiempos de instalación	Baja	Moderado		X
12	Entrega de implementación adelantada	Baja	Bajo	X	
13	Falta de competencias en el recurso humano	Baja	Alto		X
14	Desvios en la planeación de costos y reservas	Moderada	Alto		X
15	Indicadores inadecuados de control del sistema	Baja	Bajo		X
16	Reducción de costos	Alta	Alto	X	
17	Inconvenientes entre interesados	Moderada	Bajo		X
18	Excelente comunicación entre los interesados	Alta	Moderado	X	

Análisis de los riesgos

Para evaluar el impacto de los riesgos se utilizará la siguiente tabla, teniendo en cuenta su impacto para el proyecto:

Tabla 32. Matriz de impacto de los riesgos

		AMENAZAS			OPORTUNIDADES		
IMPACTO		Bajo	Moderado	Alto	Alto	Moderado	Bajo
PROBABILIDAD		1	3	5	5	3	1
Baja	1	1	3	5	5	3	1
Moderada	3	3	9	15	15	9	3
Alta	5	5	15	25	25	15	5

Prioridad de los riesgos:

1-4	Prioridad baja
5-14	Prioridad media
15-25	Prioridad alta

En la siguiente tabla se ubican los riesgos identificados de acuerdo a su prioridad:

		AMENAZAS			OPORTUNIDADES		
IMPACTO		Bajo	Moderado	Alto	Alto	Moderado	Bajo
PROBABILIDAD		1	3	5	5	3	1
Baja	1	15	7, 8, 9, 11	1, 3, 13			12
Moderada	3	10, 17	5	2, 6, 14			
Alta	5				4, 16	18	

Como se evidencia, los riesgos que mayor prioridad requieren en cuanto a amenazas son:

2. No tiene almacenamiento suficiente
6. Dificultad de lectura de los códigos QR
14. Desvíos en la planeación de costos y reservas

En cuanto a oportunidades encontramos como prioridad alta:

4. Información confiable y actualizada
16. Reducción de costos
18. Excelente comunicación entre los interesados

Los demás riesgos se ubican en prioridad media y baja

9. CONCLUSIONES

- En el análisis de la oferta y la demanda, se concluye respecto a la oferta, que actualmente no hay un sistema que le ofrezca al sector energético un servicio igual o similar para llevar la trazabilidad de los equipos de protección que hay en las subestaciones actuales; respecto de la demanda, con el paso de los años la demanda de energía eléctrica ha ido en aumento y por lo tanto se hace necesario la ampliación y creación de nuevas subestaciones eléctricas que permitan suplir esta necesidad, haciendo que nuestro sistema a su vez también sea mayormente demandado.
- Respecto al estudio técnico se obtiene que al tratarse de un proyecto dentro de una compañía, no requiere de áreas adicionales para el desarrollo del mismo.
- El análisis de capacidades permite concluir que es necesaria una persona para los primeros 6 meses del proyecto, 2 durante los primeros 3 años y a partir de esto 3 ingenieros que integren las subestaciones al sistema.
- El sistema administrativo del proyecto permite deducir que Codensa se encuentra en una posición de ataque en el mercado de la energía, debido a la configuración actual del mismo. Lo que le permite plantear estrategias orientadas a mejorar sus procesos y actividades siendo competitivo.
- En el diagnóstico estratégico se concluye que Codensa S.A. ESP tiene una posición competitiva muy fuerte en el sector eléctrico, lo que permite su sostenibilidad y expansión; así mismo el proyecto se encuentra alineado con la estrategia de la compañía, ya que desde su alcance de identificación, trazabilidad y control promueve el cumplimiento de los objetivos estratégicos, el uso de la tecnología y la innovación y fortalece sus ventajas competitivas.
- El organigrama propuesto del proyecto se basa en un adicional al organigrama actual de la compañía, dado que el sistema se implementara en un departamento existente en Codensa.
- El estudio financiero se formuló con el supuesto que los ingresos que recibe el proyecto corresponden al ahorro en costos que posee actualmente
- El análisis financiero del proyecto permitió determinar que el proyecto es viable económicamente al presentar indicadores favorables como VPN positivo y TIR superior a la tasa de interés de oportunidad
- Frente a los escenarios planteados de con y sin financiamiento, se escoge la opción sin financiamiento debido a que la compañía brinda más beneficios que un tercero para la implementación de proyectos.
- Al terminar la implementación del sistema en cada subestación, se realizará una capacitación a los empleados de la misma, basada en el funcionamiento del sistema y el uso del software para la visualización y actualización de la información referente

a los equipos de **protección de potencia** allí presentes; esto con el fin que afiancen el uso de la aplicación en el desarrollo de sus actividades laborales.

- Es importante que la prestación del servicio sea continuo y que garantice veracidad de la información en cada una de las subestaciones de Codensa en las que se vaya implementando el sistema con el fin de poder evitar fallas en el servicio eléctrico.

10. BIBLIOGRAFÍA

Bohórquez, F. J. (2014). Diseño e implementación de códigos QR en los equipos de la empresa Automation Colombia. *"Ingeniería y equipos industriales de Colombia"*. Sogamoso, Boyacá, Colombia.

International Standard ISO/IEC. (2015). *Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Bar code symbology - QR code*.

Pardo Drojan, J. E., & Garcia Lorenzo, A. (2016). *Aplicación de los códigos Bidimensionales QR (Quick Response) en la prestación de servicios de mantenimiento y asistencia técnica*. Cartagena: XV Congreso de ingeniería de organización.

Suarez Marín, N., Herrera Ramos, M. A., López Calleja, L. R., & Fernández de Aldecoa, J. C. (s.f.). *Utilización de códigos QR para la gestión del mantenimiento de equipos e instalaciones*. Canarias.

Vargas Guzmán, K. A., & León Castañeda, D. M. (2017). *Implementación de códigos QR como método de codificación, para sistema de inventario a través de un aplicativo móvil y servicios web*. Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio de Minas y Energía. Atención al Ciudadano. Disponible en <https://www.minminas.gov.co/atencion-al-ciudadano>

Grupo Energía Bogotá. Sector Energético en Colombia. Disponible en <https://www.grupoenergiabogota.com/eeb/index.php/transmision-de-electricidad/sector-energetico-en-colombia>

Base de datos de energía BID. Disponible en: <https://www.iadb.org/es/temas/energia/base-de-datos-de-energia/base-de-datos-de-energia%2C19144.html>

Dane- Dirección de síntesis y cuentas Nacionales- Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_IVtrim17_oferta_demanda.pdf

Página Web de Codensa. Disponible en: <https://www.codensa.com.co>

PLAN ENERGETICO NACIONAL COLOMBIA: IDEARIO ENERGÉTICO 2050. Disponible en: www.upme.gov.co

Anexos

Flujos de caja sin financiamiento (en miles)

- Realista

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 197,000	\$ 197,000	\$ 197,000	\$ 197,000	\$ 197,000
Egresos		\$ 68,400	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 136,800	\$ 136,800
Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Flujo de caja antes de impuestos		\$ 128,120	\$ 105,320	\$ 105,320	\$ 59,720	\$ 59,720
Impuestos		\$ 43,561	\$ 35,809	\$ 35,809	\$ 20,305	\$ 20,305
Flujo de caja después de impuestos		\$ 84,559	\$ 69,511	\$ 69,511	\$ 39,415	\$ 39,415
Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Inversión inicial	\$ 96,000					
Ingresos						\$ 480
Flujo de caja neto	(\$ 96,000)	\$ 85,039	\$ 69,991	\$ 69,991	\$ 39,895	\$ 40,375

- Optimista

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 216,700	\$ 216,700	\$ 216,700	\$ 216,700	\$ 216,700
Egresos		\$ 68,400	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 136,800	\$ 136,800
Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Flujo de caja antes de impuestos		\$ 147,820	\$ 125,020	\$ 125,020	\$ 79,420	\$ 79,420
Impuestos		\$ 50,259	\$ 42,507	\$ 42,507	\$ 27,003	\$ 27,003
Flujo de caja después de impuestos		\$ 97,561	\$ 82,513	\$ 82,513	\$ 52,417	\$ 52,417
Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Inversión inicial	\$ 96,000					
Ingresos						\$ 480
Flujo de caja neto	(\$ 96,000)	\$ 98,041	\$ 82,993	\$ 82,993	\$ 52,897	\$ 53,377

- Pesimista

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 177,300	\$ 177,300	\$ 177,300	\$ 177,300	\$ 177,300
Egresos		\$ 68,400	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 136,800	\$ 136,800
Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Flujo de caja antes de impuestos		\$ 108,420	\$ 85,620	\$ 85,620	\$ 40,020	\$ 40,020
Impuestos		\$ 36,863	\$ 29,111	\$ 29,111	\$ 13,607	\$ 13,607
Flujo de caja después de impuestos		\$ 71,557	\$ 56,509	\$ 56,509	\$ 26,413	\$ 26,413
Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Inversión inicial	\$ 96,000					
Ingresos						\$ 480
Flujo de caja neto	(\$ 96,000)	\$ 72,037	\$ 56,989	\$ 56,989	\$ 26,893	\$ 27,373

Flujos de caja con financiamiento (en miles)

- **Realista**

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 197,000	\$ 197,000	\$ 197,000	\$ 197,000	\$ 197,000
Egresos		\$ 68,400	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 136,800	\$ 136,800
Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Intereses		\$ 10,629	\$ 9,135	\$ 7,376	\$ 5,306	\$ 2,869
Flujo de caja antes de impuestos		\$ 117,491	\$ 96,185	\$ 97,944	\$ 54,414	\$ 56,851
Impuestos		\$ 39,947	\$ 32,703	\$ 33,301	\$ 18,501	\$ 19,329
Flujo de caja después de impuestos		\$ 77,544	\$ 63,482	\$ 64,643	\$ 35,913	\$ 37,522
Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Amortización préstamo		\$ 8,434	\$ 9,928	\$ 11,687	\$ 13,757	\$ 16,194
Créditos recibidos	\$ 60,000					
Inversión inicial	\$ 96,000					
Ingresos						\$ 480
Flujo de caja neto	\$ (36,000)	\$ 69,590	\$ 54,034	\$ 53,436	\$ 22,636	\$ 22,287

- **Optimista**

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 216,700	\$ 216,700	\$ 216,700	\$ 216,700	\$ 216,700
Egresos		\$ 68,400	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 136,800	\$ 136,800
Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Intereses		\$ 10,629	\$ 9,135	\$ 7,376	\$ 5,306	\$ 2,869
Flujo de caja antes de impuestos		\$ 137,191	\$ 115,885	\$ 117,644	\$ 74,114	\$ 76,551
Impuestos		\$ 46,645	\$ 39,401	\$ 39,999	\$ 25,199	\$ 26,027
Flujo de caja después de impuestos		\$ 90,546	\$ 76,484	\$ 77,645	\$ 48,915	\$ 50,524
Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Amortización préstamo		\$ 8,434	\$ 9,928	\$ 11,687	\$ 13,757	\$ 16,194
Créditos recibidos	\$ 60,000					
Inversión inicial	\$ 96,000					
Ingresos						\$ 480
Flujo de caja neto	\$ (36,000)	\$ 82,592	\$ 67,036	\$ 66,438	\$ 35,638	\$ 35,289

- **Pesimista**

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$ 177,300	\$ 177,300	\$ 177,300	\$ 177,300	\$ 177,300
Egresos		\$ 68,400	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 136,800	\$ 136,800
Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Intereses		\$ 10,629	\$ 9,135	\$ 7,376	\$ 5,306	\$ 2,869
Flujo de caja antes de impuestos		\$ 97,791	\$ 76,485	\$ 78,244	\$ 34,714	\$ 37,151
Impuestos		\$ 33,249	\$ 26,005	\$ 26,603	\$ 11,803	\$ 12,631
Flujo de caja después de impuestos		\$ 64,542	\$ 50,480	\$ 51,641	\$ 22,911	\$ 24,520

Depreciación		\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480	\$ 480
Amortización préstamo		\$ 8,434	\$ 9,928	\$ 11,687	\$ 13,757	\$ 16,194
Créditos recibidos	\$ 60,000					
Inversión inicial	\$ 96,000					
Ingresos						\$ 480
Flujo de caja neto	\$ (36,000)	\$ 56,588	\$ 41,032	\$ 40,434	\$ 9,634	\$ 9,285