

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE
ENSAMBLE EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA, CASO
DE ANÁLISIS P.T.I S.A.**

DANIELA MONTES ISAZA

Código: 00010136795

JUAN MANUEL PINEDA ARTEAGA

Código: 0010137317

Pontificia Universidad Javeriana

Proyecto de Grado

Bogotá D.C, 07 de Noviembre de 2014

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE
ENSAMBLE EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA, CASO
DE ANÁLISIS P.T.I S.A.**

DANIELA MONTES ISAZA

Código: 00010136795

JUAN MANUEL PINEDA ARTEAGA

Código: 0010137317

Ingeniera Industrial

CARLOS ALBERTO BULA

Director

Pontificia Universidad Javeriana

Ingeniería Industrial

Bogotá D.C, 07 de Noviembre de 2014

Tabla de Contenido

Índice de Tablas, Gráficas e Imágenes	4
Glosario de Términos.....	7
Resumen Ejecutivo	9
1. Introducción.....	10
2. Antecedentes.....	12
3. Justificación.....	15
4. Formulación del Problema.....	17
5. Objetivos.....	18
6. Marco Teórico	19
7. Resultados.....	22
8. Conclusiones y recomendaciones.....	47
Bibliografía	49
Apéndices.....	52
Apéndice A.....	52
Apéndice B.....	54
Apéndice C.....	55
Apéndice D.....	58
Apéndice E.....	58
Apéndice F.....	59
Apéndice G.....	77
Apéndice H.....	96
Apéndice I.....	104

Índice de Tablas, Gráficos e Imágenes

Tabla 1: Sensor de campo magnético	23
Tabla 2: Tapa - Gancho.....	23
Tabla 3: Botella.....	24
Tabla 4: Tarjeta principal.....	24
Tabla 5: Tapa	25
Tabla 6: Tarjeta principal.....	25
Tabla 7: Carcasa.....	26
Tabla 8: Proveedores de Baterías.....	27
Tabla 9: Matriz de ponderación de proveedores de baterías.....	27
Tabla 10: Proveedores de carcasas, tapas, botellas y ganchos.....	28
Tabla 11: Matriz de ponderación de proveedores nacionales	28
Tabla 12: Proyección de ventas de sistemas de indicación remota, pronóstico para el corto plazo	31
Tabla 13: Proyección de ventas de sistemas de indicación remota, pronóstico para el largo plazo	32
Tabla 14: Costos de localización	33
Tabla 15: Procesos de la cadena de abastecimiento para el centro de ensamblés	37
Tabla 16: Tiempos para el proceso de ensamble	39
Tabla 17: Tiempos para las pruebas de funcionamiento de los equipos.....	40
Tabla 18: Costos y gastos de los modelos actual y propuesto	41
Tabla 19: Inversiones necesarias para la implementación del centro de ensamblés.....	42
Tabla 20: Flujo de caja neto Escenario 1, modelo actual	43
Tabla 21: Flujo de caja neto Escenario 1, modelo propuesto	44
Tabla 22: Relación Beneficio - Costo para el escenario 1 de los modelos actual y propuesto.....	44
Tabla 23: Comparación VPN del modelo actual Vs. VPN del modelo propuesto	45
Tabla 24: Comparación de los KPI's para los modelos actual y propuesto definidos para el modelo SCOR.....	46
Tabla 25: Pronóstico de ventas de P.T.I S.A. para el año 2014.....	52
Tabla 26: Aumento en ventas entre los años 2013 y 2014	53
Tabla 27: Proyección Anual de Demanda Nacional de Energía Eléctrica.....	54
Tabla 28: Empresas distribuidoras de energía eléctrica del país	63
Tabla 29: Ventas de sistemas de indicación remota realizadas por PTI S.A.	64
Tabla 30: Ventas de sistemas de indicación remota realizadas por CELSA S.A.S.	64
Tabla 31: Número de receptores e indicadores de falla requeridos por cada empresa	65
Tabla 32: Ventas estimadas del mercado.....	66
Tabla 33: Variables para la construcción de la simulación de Montecarlo	68
Tabla 34: Escenarios de venta, proyecciones para el corto plazo.....	71
Tabla 35: Número de proyectos de expansión de redes eléctricas.....	72

Tabla 36: Costos de transporte desde las ciudades de Bogotá y Cali:	75
Tabla 37: Costos de transporte desde la ciudad de Cali.....	76
Tabla 38: Costos de transporte desde la ciudad de Bogotá.....	77
Tabla 39: KPI's de la cadena de abastecimiento	79
Tabla 40: Posición arancelaria para tarjetas principales y sensores de campo magnético	89
Tabla 41: Arancel para la importación de tarjetas principales y sensores de campo magnético ..	90
Tabla 42: Posición arancelaria para baterías de litio	90
Tabla 43: Flujo de caja neto Escenario 1, modelo actual	96
Tabla 44: Flujo de caja neto Escenario 2, modelo actual	97
Tabla 45: Flujo de caja neto Escenario 3, modelo actual	97
Tabla 46: Costos de los equipos, Modelo Actual	98
Tabla 47: Flujo de caja neto Escenario 1, modelo propuesto	99
Tabla 48: Flujo de caja neto Escenario 2, modelo propuesto	100
Tabla 49: Flujo de caja neto Escenario 3, modelo propuesto	100
Tabla 50: Costos tarjetas, sensores y baterías, modelo propuesto	101
Tabla 51: Relación Beneficio - Costo, Modelo Actual Escenario 1	102
Tabla 52: Relación Beneficio - Costo, Modelo Actual Escenario 2	102
Tabla 53: Relación Beneficio - Costo, Modelo Actual Escenario 3	102
Tabla 54: Relación Beneficio - Costo, Modelo propuesto Escenario 1	103
Tabla 55: Relación Beneficio - Costo, Modelo propuesto Escenario 2	103
Tabla 56: Relación Beneficio - Costo, Modelo propuesto Escenario 3	103
Tabla 57: TIR para escenario del modelo propuesto	104
Imagen 1: LINE Troll R110 RIS (NORTROLL, 2014)	56
Imagen 2: Colector de datos (NORTROLL, 2014)	57
Imagen 3: Los equipos LINE Troll R110 RIS se comunican con un colector de datos (NORTROLL, 2014).....	57
Imagen 4: Cadena de Abastecimiento.....	58
Gráfico 1: Proceso de ensamble para los indicadores de falla.....	38
Gráfico 2: Proceso de ensamble para los equipos colectores de información	38
Gráfico 3: Diagrama de Pareto para las ventas del año 2014	53
Gráfico 4: Diagrama de Pareto para el aumento en ventas entre los años 2013 y 2014.....	54
Gráfico 5: Valores Anuales de Energía y Potencia Máxima Proyectadas	55
Gráfico 6: Modelo SCOR	59
Gráfico 7: Procesos SCOR, cinco niveles de desintegración	59
Gráfico 8: Estabilización de ventas, escenario 1	70
Gráfico 9: Estabilización de ventas, escenario 2	70

Gráfico 10: Estabilización de ventas, escenario 3	71
Gráfico 11: Número de proyectos de expansión de redes eléctricas Vs. demanda de energía eléctrica	72
Gráfico 12: Escenarios de venta, proyecciones para el largo plazo.....	73
Gráfico 13: Proyecciones de venta PTI S.A.	74
Gráfico 14: Planeación de la cadena de abastecimiento	79
Gráfico 15: Cadena de abastecimiento para los sistemas de indicación remota, modelo actual ..	80
Gráfico 16: Cadena de abastecimiento para los sistemas de indicación remota, modelo propuesto	81
Gráfico 17: Procesos de la cadena de abastecimiento, modelo actual.....	82
Gráfico 18: Procesos de la cadena de abastecimiento, modelo propuesto.....	84
Gráfico 19: Diagrama de hilos, procesos de la cadena de abastecimiento para el modelo propuesto.....	85
Gráfico 20: Proceso de abastecimiento.....	86
Gráfico 21: Proceso de importación en Colombia.....	87
Gráfico 22: Proceso de importación de tarjetas y baterías.....	88
Gráfico 23: Proceso de nacionalización de mercancías	91
Gráfico 24: Proceso de ensamble de equipos receptores de información.....	92
Gráfico 25: Proceso de ensamble de indicadores de falla.....	93
Gráfico 26: Proceso de distribución de equipos para la instalación de sistemas de indicación remota	94
Gráfico 27: Proceso de devolución de equipos.....	95

Glosario de Términos

- ISO: International Organization for standarization.
- OSHAS: Occupational Health and Safety Assessment Series.
- CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas.
- OR: Operador de Red. A lo largo del texto también se hará referencia a los mismos como empresas electrificadoras o empresas distribuidoras de energía eléctrica.
- Carga DGR: Mercancía para el transporte de carácter peligroso.
- RIS: Sistemas de Indicación Remota (Remote Indication Systems, por sus siglas en inglés).
- SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition.
- RF: Radio Frequency.
- GSM: Global System for Mobile Communications.
- SCOR: Supply Chain Operations Reference.
- SIREM: Sistema de Información y Reporte Empresarial.
- TIR: Tasa Interna de Retorno.
- VPN: Valor Presente Neto.
- SMS: Short Message Service.
- UPME: Unidad de Planeación Minero Energética.
- KPI's: Keep Performance Indicators.
- COP: Peso colombiano.
- EUR: Euros.
- USD: Dólar americano.

- NOK: Corona noruega.
- IPC: Índice de Precios al Consumidor.
- mA: mili Amperios-

Resumen Ejecutivo

PTI S.A., una firma dedicada a la Ingeniería, consultoría, montaje, pruebas, puesta en servicio, importación y distribución de equipos para sistemas de potencia, telecomunicaciones y automatización, ha visto en las últimas regulaciones establecidas por la CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas), una oportunidad para satisfacer el mercado del sector eléctrico nacional a través de la venta de Sistemas de Indicación Remota. De acuerdo al plan de mercadeo de la empresa para el 2014, los Sistemas de Indicación Remota representarían el 22,5% de las ventas, constituyéndose como la segunda línea de productos más rentable para PTI S.A.; si bien el mercado puesto en cuestión ha venido creciendo a lo largo de los último años, la preocupación radica en el proceso de importación actual de los equipos, el cual al depender en gran medida del desempeño de NORTROLL, la empresa proveedora radicada en Lavenger – Noruega, no garantiza la llegada a tiempo de los productos y por ende la posterior satisfacción al cliente.

De esta forma, por medio del presente trabajo se pretende determinar la factibilidad operativa y financiera para la implementación de un proceso de ensamble de indicadores de falla y equipos receptores de información en la empresa PTI S.A., el cual permitiría reducir los tiempos de entrega, disminuir los costos y aumentar las utilidades de la empresa.

1. Introducción

En Colombia, las empresas generadoras de energía eléctrica son clientes particularmente exigentes con sus proveedores, esto debido al gran número de regulaciones que imponen el estado y en especial entidades como la Comisión Reguladora de Energía y Gas (CREG). En medio de este mercado complejo y demandante, nace la empresa PTI S.A., como una firma de ingeniería eléctrica dedicada a satisfacer las necesidades del sector a través de la venta de productos y software de última tecnología, provenientes de diferentes países del mundo.

Dentro de las exigencias y regulaciones establecidas por la CREG, se encuentra una en particular en la cual se le exige a todas las empresas distribuidoras de energía eléctrica del país, la instalación de dispositivos capaces de detectar fallas o bajas de tensión, ya que cada minuto que una empresa electrificadora deja de suministrar energía, se considera como una falta grave ante los consumidores y las actividades que los mismos desarrollan. Más allá de lo anterior, la principal preocupación para dichas empresas radica en que este tipo de eventos se traducen en sanciones y multas que representan grandes pérdidas de dinero.

PTI S.A cuenta con una línea de equipos fabricados por la empresa NORTROLL que satisface las necesidades de las empresas electrificadoras presentadas de manera previa; sin embargo, dada la lejanía del país de origen, el proceso de importación de los equipos resulta costoso e implica incluso, demoras en los tiempos de entrega pactados con el cliente, razón por la cual no se logra brindarle a los mismos un servicio de calidad.

Partiendo de lo anterior, surge la propuesta de llevar a cabo la implementación de un proceso de ensamble para dichos equipos que permita reducir costos y tiempos de entrega con el fin de brindar un mejor servicio al cliente. De esta manera, a través de este proyecto se pretende llevar

a cabo un estudio de la factibilidad tanto financiera como operativa para la implementación de dicho proceso de ensamble dentro de la empresa PTI S.A.

2. Antecedentes

PTI S.A. es una firma dedicada a la ingeniería, consultoría, montaje, pruebas, puesta en servicio, importación y distribución de equipos para sistemas de potencia, telecomunicaciones y automatización; además es representante de importantes firmas a nivel internacional en cuanto a la venta de software para análisis de sistemas eléctricos (PTI S.A., 2014b).

Esta empresa ofrece soluciones en (PTI S.A., 2014b):

- Representación de firmas a nivel internacional
- Construcción de redes Eléctricas AT/MT/BT
- Diseño, Ingeniería, Consultoría
- Pruebas y puesta en servicio de Relés e Interruptores
- Software Etap para análisis de sistemas de potencia y soluciones en tiempo real
- Soluciones de automatización y comunicaciones
- Capacitaciones

PTI S.A. cuenta con la certificación ISO 9001:2008, ISO 14000:2004 y OSHAS 18001 para garantizar a sus clientes el mejor desempeño en sus servicios, lo cual les exige un gran conocimiento y permanente actualización tecnológica sobre el marco regulatorio del sector eléctrico colombiano e industrial y las condiciones del suministro de las empresas de energía (PTI S.A., 2014b).

De acuerdo con el marco regulatorio del sector eléctrico en Colombia, la CREG (2010) establece los siguientes requerimientos a sus operadores para el control del funcionamiento de las redes eléctricas:

Dos años después de que el OR (Operador de Red) haya iniciado la aplicación del esquema de Incentivos y Compensaciones, deberá tener instalados, en cada circuito de su red, mínimo dos elementos teledados de detección de ausencia/presencia de tensión. Estos equipos deberán ser ubicados en cada circuito a partir de la aplicación de criterios de carga y/o longitud que determine el OR. (Artículo 6)

De esta forma, las empresas distribuidoras de energía eléctrica del país deben contar con equipos instalados en sus redes eléctricas que les permitan identificar ausencias de tensión o fallas en el sistema (Montes & Pineda, 2014). La empresa PTI S.A cuenta con una línea de productos llamados sistemas de indicación remota de marca NORTROLL, los cuales satisfacen las necesidades de las empresas de energía en la detección de fallas y bajas de tensión (PTI S.A., 2014b). Estos equipos son importados desde Noruega y son traídos al país vía aérea con el agente de carga Kuehne Nagel; son considerados como carga DGR (dangerous) debido a que incorporan baterías de litio, lo cual implica que los costos del flete sean mayores y que los trámites de embarque tomen más tiempo de lo normal; los equipos pueden llegar a Cali o Bogotá, según donde sean requeridos (Montes, 2014).

Cabe resaltar que actualmente existe una empresa en Medellín llamada CELSA S.A.S. que diseña, fabrica y distribuye desde hace 40 años, equipos similares a los sistemas de indicación remota (CELSA, 2014); lo anterior se traduce en una fuerte competencia para la empresa PTI S.A., debido a que la fabricación de los equipos en Colombia permite ofrecer precios más competitivos y así mismo, prestar un mejor servicio al cliente.

Por último, dentro de las investigaciones realizadas no se encontraron trabajos o tesis relacionadas con el estudio de factibilidad para la implementación de un proceso de ensamble de

equipos iguales o similares, por lo cual no se hará referencia a los mismos, lo anterior debido a que no existe ningún aporte significativo para la elaboración del proyecto.

3. Justificación

A partir de las necesidades actuales de las electrificadoras del país y las regulaciones de la CREG (Comisión de Regulación de Energía y Gas), establecidas en el artículo 6 de la resolución 043 de 2010 (CREG, 2010), se halla la necesidad de ofrecer a las compañías generadoras de energía eléctrica, equipos especializados que alerten la ausencia de tensión o fallas en las redes eléctricas.

La empresa P.T.I S.A. cuenta con la representación exclusiva de la línea de sistemas de indicación remota LINE Troll R110 RIS marca NORTROLL (PTI S.A., 2014b); estos equipos satisfacen las necesidades de las empresas de energía en el ámbito expuesto de manera previa. Actualmente, PTI S.A. importa estos equipos desde Noruega, lo cual en ocasiones implica retrasos e incumplimientos a los clientes. Una de las principales razones para que lo anterior ocurra es debido a que las baterías que usan los equipos son consideradas como elementos "bien peligrosos", por lo cual reciben menor prioridad a la hora de ser embarcados. De la misma manera, en muchas ocasiones se tienen dudas o reclamos tanto por parte de la empresa, como de los clientes, y no se obtiene una respuesta rápida y oportuna por parte de NORTROLL. A lo anterior se suma el hecho de que la empresa proveedora no opera durante la temporada de verano (Montes, 2014).

De esta forma, se propone la implementación de un proceso de ensamble que permita articular dentro de P.T.I S.A. los equipos de los sistemas de indicación remota LINE Troll R110 RIS, con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes de manera más oportuna, evitando retrasos y reduciendo costos.

En el Gráfico 3 del Apéndice A se presenta un diagrama de Pareto de las ventas realizadas en lo transcurrido del año 2014 y las proyecciones de las mismas para los siguientes siete meses, según contratos ya firmados por P.T.I S.A (PTI S.A., 2014a). Como se puede observar, de las 20 líneas de productos y servicios que ofrece la empresa, 4 de ellas (Noja Power, NORTROLL, Integraciones y EMEK) representan el 71,17% del total de las ventas. Adicionalmente, Tomando como base los años 2013 y 2014, se realizó un "Pareto sobre Pareto" del aumento de las ventas entre el año 1 y año 2 para cada una de las 4 líneas mencionadas. Se concluye que los sistemas de indicación remota marca NORTROLL representan un aumento del 56,34% en el total de las ventas proyectadas para el 2014, el más significativo entre las líneas analizadas. Dicha situación se describe en el Gráfico 4 del Apéndice A.

Teniendo en cuenta las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto (Sapag, 2007), se sabe que el mercado para los indicadores de falla actualmente se encuentra en la etapa de crecimiento, debido a la alta demanda presentada entre las empresas distribuidoras de energía eléctrica para cumplir con los requerimientos de la CREG. Posteriormente, éste producto entrará en una etapa de madurez, en la cual se considera que la demanda del mismo será estable, ya que según el índice de crecimiento energético y la unidad de planeación minero energética de Colombia, la demanda nacional de energía eléctrica tendrá un aumento significativo en los siguientes años, esta situación se muestra en el Gráfico 5 del Apéndice B (UPME, 2013). Adicionalmente, se estima que la demanda de energía eléctrica para el año 2014 será de 60.000 GWh y para el año 2030 dicha demanda podría oscilar entre los 100.000 y 120.000 GWh aproximadamente (UPME, 2013). En el Apéndice B se presentan los valores anuales de la demanda de energía y potencia máxima proyectadas. Se observa un crecimiento significativo que se espera impactaría de manera positiva sobre las ventas de la línea.

4. Formulación del Problema

¿Qué beneficios podría obtener P.T.I S.A. a partir de la implementación de un proceso de ensamble en Colombia, para los equipos de los sistemas de indicación remota provenientes de Noruega, en comparación con el sistema de importación usado actualmente por la empresa?

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Determinar la factibilidad¹ y viabilidad² para la implementación de un proceso de ensamble para los equipos de los sistemas de indicación remota, analizando el caso de la empresa PTI S.A., con el fin de optimizar costos, tiempos de entrega y mejorar el servicio al cliente dentro del mercado colombiano.

5.2. Objetivos Específicos

- Identificar cada uno de los componentes de los equipos de los sistemas de indicación remota con el fin de determinar cuáles de éstos deben ser importados y cuáles pueden ser adquiridos en el mercado nacional.
- Conocer y analizar el comportamiento del mercado colombiano actual y sus proyecciones para la demanda de sistemas de indicación remota.
- Realizar la caracterización de la cadena de abastecimiento para el centro de ensamble propuesto donde se articularán los equipos de los sistemas de indicación remota, abarcando desde el proveedor hasta el cliente final.
- Diseñar los procesos necesarios para llevar a cabo el ensamble de los indicadores de falla y los equipos receptores o colectores de información.
- Realizar la respectiva evaluación del proyecto propuesto, con el fin de determinar la viabilidad, factibilidad financiera y relación costo-beneficio del mismo.

¹ Se entiende que un proyecto es factible cuando el mismo se puede hacer o llevar a cabo (DBZ Diferencia, 05/26/2013).

² Un proyecto es viable cuando existen las condiciones para su realización (DBZ Diferencia, 05/26/2013).

Ejemplo: Se considera que un proyecto que tiene como objetivo extraer minerales en la Antártida es factible, dado que existen los minerales, herramientas y equipos para hacerlo, sin embargo, no es un proyecto viable, dados que los costos para su realización son elevados (DBZ Diferencia, 05/26/2013).

6. Marco Teórico

6.1.Sistemas de indicación remota

Los sistemas de indicación remota, RIS por sus siglas en inglés (Remote Indication System), son equipos de fácil instalación que permiten monitorear las fallas y pérdidas de tensión en una red eléctrica. Adicionalmente, estos instrumentos son capaces de reportar dichos problemas eléctricos a un centro de control SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) a través de mensajes RF (Radio Frequency) y GSM (Global System for Mobile Communications) (Montes & Pineda, 2014). Los sistemas de indicación remota se componen de los indicadores de falla y los equipos colectores o receptores de información. El funcionamiento y la importancia de la utilización de estos dispositivos se explican en el Apéndice C.

6.2.Cadena de abastecimiento

De acuerdo a F. Ross, la cadena de abastecimiento está compuesta por una variedad de eslabones o jugadores que ocupan una posición crítica dado que desarrollan un rango de funciones especializadas. Existe también, un flujo de materiales e información a lo largo de las cadenas de abastecimiento (Ver Apéndice D); los materiales se mueven desde el proveedor hacia el cliente, mientras que la información realiza el proceso inverso, dado que fluye desde el cliente, pasando por la empresa desarrolladora de los bienes o servicios, hasta el proveedor (Ross, 2008). Para el desarrollo del presente proyecto, será de vital importancia tanto la identificación de cada uno de los eslabones de la cadena de abastecimiento, como también, el estudio del flujo de información y materiales que permitirán llevar a cabo el proceso de ensamble de los equipos de los sistemas de indicación remota.

Adicionalmente y como R. Murphy lo afirma en su libro *Contemporary Logistics*, existen modelos capaces de identificar los procesos que deben ser evaluados e implementados por las organizaciones a lo largo de la cadena de abastecimiento (Murphy & Wood, 2008). De esta manera, se debe tener presente para el desarrollo del proyecto la metodología SCOR (Supply Chain Operations Reference), la cual permitirá la realización de la caracterización de la cadena de abastecimiento del proceso de ensamble propuesto. En el Apéndice E se muestran los procesos que hacen parte de dicho modelo.

6.3.Preparación y evaluación de proyectos

Un proyecto surge como respuesta a una idea que busca la solución a un problema o la forma para aprovechar una oportunidad de negocio, la cual por lo general corresponde a la solución de un problema de terceros; de esta forma, el proceso de ensamble propuesto buscará satisfacer la necesidad de las electrificadoras colombianas (Sapag, 2007).

Para el desarrollo de este proyecto se analizarán tres etapas fundamentales: la etapa de preinversión, la etapa de inversión y la etapa de evaluación. La etapa de preinversión se dividirá a su vez en dos etapas; en la primera etapa se preparará el proyecto, es decir, se determinará la magnitud de las inversiones, los costos y los beneficios que este tendrá. En la segunda etapa se evaluará el proyecto y se medirá la rentabilidad de la inversión (Sapag, 2007).

A través de la evaluación del proyecto se medirá de manera objetiva ciertas magnitudes cuantitativas que se obtendrán a partir del estudio del mismo, se tendrán para ello distintas operaciones matemáticas que generarán diferentes coeficientes de evaluación. La correcta

valoración de los beneficios esperados permitirá definir en forma satisfactoria el criterio de evaluación más adecuado (Sapag, 2007).

7. Resultados

- **Identificar cada uno de los componentes de los equipos de los sistemas de indicación remota con el fin de determinar cuáles de éstos deben ser importados y cuáles pueden ser adquiridos en el mercado nacional.**

Como se expuso de manera previa, los sistemas de indicación remota se componen de los indicadores de falla y los equipos colectores o receptores de información. El análisis de las partes que integran a cada uno de estos equipos fue realizado teniendo en cuenta lo expuesto por Groover en su libro Fundamentos de Manufactura Moderna (Groover, 2007). Los resultados muestran que en Colombia se tiene la posibilidad de encontrar proveedores para el aprovisionamiento de Tapas, ganchos, botellas y carcasas. Ver las tablas 1 a 7.


Componentes del indicador de fallas

Tabla 1: Sensor de campo magnético

ITEM	Sensor de campo magnético
LUGAR DE PROCEDENCIA	Noruega
CARACTERÍSTICAS	Se encuentra ubicado entre la tapa y el gancho y detecta pérdidas de tensión en las redes, cuenta con una bobina que almacena energía en forma de campo magnético. El sensor y la bobina se encuentran aislados del resto del equipo por medio de un tapón de silicona.
IMAGEN	

Fuente: Elaborado a partir de (Groover, 2007)

Tabla 2: Tapa - Gancho

ITEM	Tapa-Gancho
LUGAR DE PROCEDENCIA	Colombia
MATERIAL	Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS)
PROCESO DE CONFORMADO	Inyección
CARACTERÍSTICAS	El ABS es un plástico de uso en la ingeniería por su combinación excelente de propiedades mecánicas. La fase con la que está fabricado este item es el copolímero duro de estireno y acrilonitrilo. El gancho es usado para colgar el indicador de falla a las redes eléctricas
DIMENSIONES	Alto: 87 mm, Ancho: 158mm
IMAGEN	

Fuente: Elaborado a partir de (Groover, 2007)

Tabla 3: Botella

ITEM	Botella
LUGAR DE PROCEDENCIA	Colombia
MATERIAL	Policarbonato con aditivo que absorbe la luz ultravioleta
PROCESO DE CONFORMADO	Inyección
CARACTERÍSTICAS	El policarbonato (PC) es notable por sus excelentes propiedades mecánicas que incluyen elevada tenacidad y buena resistencia al escurrimiento plástico. Es uno de los mejores termoplásticos en cuanto a resistencia al calor, puede resistir hasta 125 C; además es transparente y resiste el fuego
DIMENSIONES	Altura 114mm, Diámetro 53 mm
IMAGEN	

Fuente: Elaborado a partir de (Groover, 2007)

Tabla 4: Tarjeta principal

ITEM	Tarjeta principal
LUGAR DE PROCEDENCIA	Noruega
MATERIAL	NA
PROCESO DE CONFORMADO	NA
CARACTERÍSTICAS	La tarjeta cuenta con un terminal para conectar el sensor de campo magnético y un terminal para conectar la batería; así mismo, cuenta con una antena (radio) la cual manda las señales al recolector; también cuenta con tres bombillos LED de los cuales uno es rojo y se enciende cuando se detectan fallas permanentes en la línea de corriente, uno verde que señala la presencia de fallas transitorias y uno amarillo para alertar que la batería está baja.
DIMENSIONES	Ancho: 30.6 mm, Alto: 50.4 mm
IMAGEN	

Fuente: Elaborado a partir de (Groover, 2007)

Componentes del equipo receptor de información

Tabla 5: Tapa

ITEM	Tapa
LUGAR DE PROCEDENCIA	Colombia
MATERIAL	Acrílico
PROCESO DE CONFORMADO	Inyección
CARACTERÍSTICAS	El acrílico es un polímero derivado del ácido acrílico y de compuestos que se derivan de él. El termoplástico mas importante derivado del grupo de os acrílicos es el polimetilmetracilato (PMMA) o plexiglas. Es un polímero amorfo lineal y su propiedad extraordinaria es la transparencia.
DIMENSIONES	Diámetro: 90.3 mm , Alto: 110.5 mm
IMAGEN	

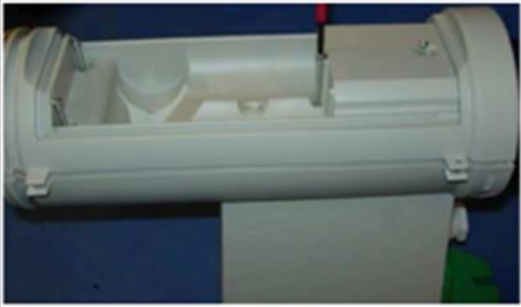
Fuente: Elaborado a partir de (Groover, 2007)

Tabla 6: Tarjeta principal

ITEM	Tarjeta principal
LUGAR DE PROCEDENCIA	Noruega
MATERIAL	NA
PROCESO DE CONFORMADO	NA
CARACTERÍSTICAS	La tarjeta se encarga de recibir la información enviada por el indicador de falla y enviarla al centro de control. Cuenta con un terminal para conectar el sensor de campo magnético y un terminal para conectar la batería; así mismo, cuenta con una tarjeta SIM similar a la de los celulares, la cual envía información al centro SCADA vía mensaje de texto.
DIMENSIONES	Largo: 260 mm, Ancho: 50.5 mm
IMAGEN	

Fuente: Elaborado a partir de (Groover, 2007)

Tabla 7: Carcasa

ITEM	Carcasa
LUGAR DE PROCEDENCIA	Colombia
MATERIAL	Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS)
PROCESO DE CONFORMADO	Inyección
CARACTERÍSTICAS	El ABS es un plástico de uso en la ingeniería por su combinación excelente de propiedades mecánicas. La fase con la que está fabricado este item es el copolimero duro de estireno y acrilonitrilo. El gancho es usado para colgar el indicador de falla a las redes eléctricas
DIMENSIONES	Largo: 230.3 mm, Diámetro: 80.3 mm
IMAGEN	

Fuente: Elaborado a partir de (Groover, 2007)

Proveedores

Para la selección de proveedores se realizaron matrices de ponderación con tres criterios de selección fundamentales: Precios, tiempos de entrega y calidad de los insumos. De esta manera, se evaluaron únicamente proveedores para baterías, botellas, tapas y ganchos. El aprovisionamiento tanto para las tarjetas principales como para los sensores de campo magnético se seguiría realizando a través de NORTROLL, esto debido a que dicha empresa es propietaria de las respectivas patentes de tecnología.

Recurriendo a lo anterior, se tiene que el proveedor escogido para la compra de las baterías de litio fue Omnicell, ver tablas 8 y 9.

Tabla 8: Proveedores de Baterías

Proveedor	Lugar de origen	Precio/unidad (USD)	Tiempo de entrega	Especificaciones Técnicas				Calidad (años de duración)
				Diámetro (mm)	Largo (mm)	Voltaje (V)	Corriente máxima (mA)	
Omnicell	Estados Unidos	\$ 6,00	5-8 días	32,9	61,5	3,6	230	9
Microbattery (Saft)	Estados Unidos	\$ 19,95	3-6 días	33,4	61,6	3,6	250	9
ACT	China	\$ 3,90	7-15 días	34	61,5	3,6	200	8

Fuente: Omnicell, Saft, Microbattery y ACT

Tabla 9: Matriz de ponderación de proveedores de baterías

Criterios Proveedor	Precio		Tiempo de entrega		Calidad		Total
	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	
PESO	35%		45%		20%		100%
Omnicell	4	1,4	3	1,35	5	1	
Microbattery (Saft)	1	0,35	5	2,25	5	1	3,6
ACT	5	1,75	2	0,9	4	0,8	3,45

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a lo que respecta a botellas, tapas, ganchos y carcasas, se optó por la selección de un proveedor único, lo anterior con el fin de disminuir la complejidad de la administración del aprovisionamiento. La evaluación de los proveedores se presenta en las tablas 10 y 11.

Tabla 10: Proveedores de carcasas, tapas, botellas y ganchos

Proveedor	Pieza	Costo unitario del molde	Costo unitario de la pieza	Tiempo de entrega (Días)	Cantidad de componentes mínimos requeridos para la fabricación del molde
Af soluciones	Carcasa colector	\$ 10.000.000	\$ 20.000	15	1500
	Tapas colector	\$ 2.500.000	\$ 3.100		
	Botella indicador	\$ 4.200.000	\$ 9.100		
	Tapa-gancho	\$ 4.700.000	\$ 9.900		
Acrylicosb13	Carcasa colector	\$ 7.750.000	\$ 17.000	10	2000
	Tapas colector	\$ 2.370.000	\$ 2.700		
	Botella indicador	\$ 3.770.000	\$ 8.560		
	Tapa-gancho	\$ 5.100.000	\$ 10.120		
Acrylicosideacril	Carcasa colector	\$ 8.900.000	\$ 19.300	25	3000
	Tapas colector	\$ 1.200.000	\$ 2.100		
	Botella indicador	\$ 4.090.000	\$ 8.990		
	Tapa-gancho	\$ 5.300.000	\$ 11.000		

Fuente: Elaborado a partir de información entregada por los proveedores

Tabla 11: Matriz de ponderación de proveedores nacionales

PROVEEDOR	Precio		Tiempo de entrega		Calidad de los materiales		Total
	35%		45%		20%		
PESO	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	100%
Af soluciones	2	0,7	4	1,8	2	0,4	2,9
Acrylicosb13	4	1,4	5	2,25	4	0,8	4,45
Acrylicosideacril	3	1,05	2	0,9	2	0,4	2,35

Fuente: Elaboración propia

- **Conocer y analizar el comportamiento del mercado colombiano actual y sus proyecciones para la demanda de indicadores de falla.**

Mercado Actual

La demanda de este tipo de productos está dada exclusivamente por las empresas distribuidoras de energía eléctrica de Colombia, quienes adjudican este tipo de proyectos a través de licitaciones. Según la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética), actualmente existen 30 empresas de estas características en el país, de las cuales 29 están reguladas por la CREG (UPME, 2014). A la fecha, P.T.I S.A se encuentra trabajando en proyectos para la instalación de sistemas de indicación remota

en la Empresa De Energía De Boyacá S.A. E.S.P., la Electrificadora Del Meta S.A. E.S.P. y la Empresa De Energía De Pereira S.A. E.S.P (Montes & Pineda, 2014). (Ver tablas 28 y 29 del Apéndice F).

Mercado futuro

Para analizar el comportamiento futuro de la demanda de sistemas de indicación remota, se tomó como punto de partida el Artículo 6 de la Resolución 043 de 2010 de la CREG, a través del cual se les exige a los operadores de red, la instalación de mínimo dos elementos teledados de detección de ausencia/presencia de tensión en al menos el 90% de los circuitos (CREG, 2010). Se consideró también el conocimiento adquirido de las ventas ya realizadas por PTI S.A., encontrando que las empresas distribuidoras de energía eléctrica acostumbran a instalar dichos equipos en los siguientes puntos estratégicos:

- ✓ 3 indicadores de falla y un equipo receptor o recolector de datos en las Subestaciones eléctricas (Montes & Pineda, 2014).
- ✓ 3 indicadores de falla y un equipo receptor o recolector de datos en un punto intermedio de cada circuito (Montes & Pineda, 2014).

Teniendo en cuenta la información previa, se consultó con la UPME acerca del número de circuitos y subestaciones pertenecientes a cada uno de los operadores de red que aún no se han acogido a la regulación mencionada; a partir de ello se calculó el número de indicadores de falla y receptores que cada empresa requeriría (ver tabla 31 del apéndice F). Considerando el precio promedio al que se venden los sistemas de

indicación remota en el país, se estimó que el valor de las ventas totales del mercado, hasta el punto en el que todos los operadores de red se hayan acogido a las regulaciones establecidas por la CREG, son aproximadamente de COP 36.560.000.000. (Ver tabla 32 del Apéndice G)

Una vez conocidas las proyecciones de demanda del mercado, se procedió a determinar la participación de PTI S.A.; para ello se optó por la construcción de tres escenarios de venta modelados a través de una simulación de Montecarlo, dichos escenarios se sustentan en la probabilidad que tiene la empresa de ganar una licitación. Los mismos se describen a continuación:

- Escenario 1: Tiene en cuenta el número de licitaciones ganadas por PTI S.A. en todas las líneas de producto vendidas. A la fecha la empresa había ganado 207 de 625 licitaciones (33,12%) (Montes & Pineda, 2014).
- Escenario 2: Tiene en cuenta el número de licitaciones ganadas por PTI S.A. en la línea de indicadores de falla. A la fecha la empresa había ganado 3 de 5 licitaciones (60%) (Montes & Pineda, 2014).
- Escenario 3: Escenario optimista de demanda, donde se considera que PTI S.A. ganaría el 70% de las licitaciones en las que participe.

La simulación de Montecarlo parte del hecho de que 24 de las 30 empresas distribuidoras de energía eléctrica del país, independientemente del proveedor que seleccionen, están obligadas a adquirir sistemas de indicación remota. La construcción del modelo se basó en lo afirmado por Jerry Banks en su texto Introduction to

Simulation (Banks, 1999). El procedimiento realizado y las variables del análisis se enumeran en la tabla 33 del Apéndice F. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 12: Proyección de ventas de sistemas de indicación remota, pronóstico para el corto plazo

Año	Ventas Mercado	Ventas PTI S.A. Escenario 1	Ventas PTI S.A. Escenario 2	Ventas PTI S.A. Escenario 3
2015	\$ 43.329.349.853	\$ 12.046.542.460	\$ 22.065.142.171	\$ 25.719.822.196

Fuente: Elaborado a partir del número de circuitos y subestaciones eléctricas reportados por la UPME

Se observa que las ventas de los sistemas de indicación remota en el corto plazo, independientemente del escenario que se analice, superan los 10 mil millones de pesos, razón por la cual se consideran como una línea clave dentro de los planes de PTI S.A. para el futuro.

Hasta el momento se ha obtenido una perspectiva de ventas enfocada únicamente en el corto plazo, sin embargo para efectos del presente estudio se requiere tener un mayor panorama de la demanda de sistemas de indicación remota. Por esta razón y debido a que dicha demanda está netamente ligada al número de circuitos y subestaciones eléctricas pertenecientes a los operadores de red, se procedió a investigar con la UPME acerca del número de proyectos de expansión de redes eléctricas registrados año a año (UPME, 2014). Ver tabla 34 del Apéndice F. Fue posible observar una fuerte relación entre la demanda de energía eléctrica registrada año a año y el número de proyectos de expansión

de redes eléctricas. Ver gráfico 11 del apéndice G. De esta manera, se obtuvo un estimado de las ventas en el largo plazo. Ver tabla 13.

Tabla 13: Proyección de ventas de sistemas de indicación remota, pronóstico para el largo plazo

Año	Ventas Mercado	Ventas PTI S.A. Escenario 1	Ventas PTI S.A. Escenario 2	Ventas PTI S.A. Escenario 3
2016	\$ 546.303.980	\$ 151.884.902	\$ 278.201.150	\$ 324.279.992
2017	\$ 641.305.934	\$ 178.297.601	\$ 326.580.173	\$ 380.672.100
2018	\$ 625.713.563	\$ 173.962.568	\$ 318.639.877	\$ 371.416.641
2019	\$ 631.231.859	\$ 175.496.780	\$ 321.450.028	\$ 374.692.240
2020	\$ 700.317.089	\$ 194.704.041	\$ 356.631.156	\$ 415.700.467
2021	\$ 766.620.127	\$ 213.137.791	\$ 390.395.474	\$ 455.057.217
2022	\$ 801.595.277	\$ 222.861.676	\$ 408.206.304	\$ 475.818.078
2023	\$ 768.412.673	\$ 213.636.159	\$ 391.308.315	\$ 456.121.253
2024	\$ 844.690.519	\$ 234.843.131	\$ 430.152.228	\$ 501.398.937
2025	\$ 898.206.707	\$ 249.721.846	\$ 457.404.940	\$ 533.165.553

Fuente: Elaborado a partir del número de circuitos y subestaciones eléctricas reportados por la UPME

Si bien en el largo plazo se observa una reducción considerable de las ventas de los sistemas de indicación remota, para cualquiera de los escenarios analizados las mismas exceden los 100 millones de pesos, razón por la cual seguirían considerándose como una línea importante dentro de los planes de PTI S.A.

Localización

Teniendo en cuenta la ubicación geográfica de las instalaciones de PTI S.A. en el país, se estableció que los posibles lugares para la ubicación del centro de ensambles eran las ciudades de Bogotá y Cali. Los factores que influyeron sobre la decisión para la selección de la locación fueron los costos del transporte, los costos y disponibilidad del terreno y el costo de adquisición de los equipos para la prueba de receptores e indicadores de falla,

dichos factores fueron adaptados de lo sugerido por Mendez, R. en su libro *Formulación y Evaluación de Proyectos Enfoque para Emprendedores* (Mendez, 2014). A continuación se presenta el análisis realizado para cada una de las ciudades.

Cali:

- ✓ Dado que aún se desconoce cuáles serían los clientes de la línea, se procedió a estimar el costo total del transporte a través de una simulación de Montecarlo. Los resultados se presentan en la tabla 14.
- ✓ El ensamble se llevaría a cabo en los laboratorios de pruebas que existen actualmente en las instalaciones de PTI S.A. en la ciudad de Cali, de esta manera no se pagarían arriendos extra ni se comprarían nuevos equipos de pruebas.

Bogotá:

- ✓ Dado que aún se desconoce cuáles serían los clientes de la línea, se procedió a estimar el costo total del transporte a través de una simulación de Montecarlo. Los resultados se presentan en la tabla 14.
- ✓ Se encontró que un espacio adecuado con todas las condiciones necesarias para llevar a cabo las operaciones de ensamble de los equipos tiene un costo mensual de \$5.500.000.
- ✓ Los equipos usados para la realización de las pruebas a los dispositivos ensamblados tienen un costo de EUR 26.095, aproximadamente COP 67'245.000

Tabla 14: Costos de localización

Costos de Localización		
Costos	Bogotá	Cali
Costo Transporte Escenario 1	\$ 9.533.812	\$ 12.323.762

Costo Transporte Escenario 2	\$ 15.912.700	\$ 20.203.850
Costo Transporte Escenario 3	\$ 22.533.669	\$ 28.391.283
Costo anual del terreno	\$ 66.000.000	\$ -
Costo de los equipos	\$ 67.245.000	\$ -

Fuente: Elaborado a partir de información entregada por SICE-TAC y PTI S.A.

Teniendo en cuenta criterios para la optimización y reducción de la mayor cantidad de costos posibles, Se concluye que la localización del centro de ensambles, en dado caso que el mismo sea implementado, debería ser en Cali, dentro de las instalaciones de PTI S.A. en dicha ciudad.

Para conocer el paso a paso del proceso empleado se recomienda consultar la totalidad del apéndice F.

- **Realizar la caracterización de la cadena de abastecimiento para el centro de ensamble propuesto donde se articularán los componentes de los indicadores de falla, abarcando desde el proveedor hasta el cliente final.**

Nivel superior, Proceso de planeación de la cadena de abastecimiento P1.

De acuerdo a lo planteado en el alcance del estudio, se busca evaluar la viabilidad de la creación de un proceso de ensambles en PTI S.A.; la implementación del mismo no será factible en la medida que no se superen los resultados obtenidos por el modelo usado actualmente. De esta manera, se tiene como principal objetivo el incremento de las utilidades de la línea de sistemas de indicación remota, a través de la mejora en el servicio al cliente, la reducción de los costos de las unidades vendidas y la preservación de la calidad de los equipos (Ren, C., Dong, J., Ding, H. and Wang, W., 2006). En el gráfico 14

del apéndice G se muestran los atributos de rendimiento y las métricas (KPI's) que se definieron para la evaluación de las posibles alternativas de decisión. Ver también la tabla 39 del apéndice G.

La idea de la creación de un proceso de ensamble dentro de PTI S.A. involucra cambios en varios de los eslabones de la cadena. En primera instancia fue posible observar que NORTROLL se aprovisiona de fuentes externas; al indagar con los expertos en el tema se encontró que la empresa se dedica exclusivamente al desarrollo de tecnología tanto de software como también de hardware, tercerizando toda la producción de los componentes de los equipos y realizando compras periódicas de baterías, de esta manera NORTROLL se encarga únicamente de la realización de los ensambles (Montes & Pineda, 2014). Partiendo de lo anterior, se propone un modelo que al eliminar el primer eslabón de la cadena, permita que PTI S.A. sea el encargado de realizar el aprovisionamiento de los componentes y las baterías, siempre y cuando NORTROLL sea el proveedor de tecnología, esto debido a los acuerdos entre las empresas y a las patentes de tecnología existentes. Adicionalmente se requiere de la creación de un espacio para el ensamble de los componentes de los equipos, de esta manera se hace necesario realizar una nueva modificación dentro de la cadena., por tal motivo se propone la adecuación de un centro de ensambles en PTI S.A. Ver gráfico 16 del apéndice G.

Nivel de configuración

El modelo propuesto adopta en lo posible una estrategia productiva Just in Time que integra los procesos de aprovisionamiento, manufactura, distribución y devolución (Supply Chain Council, 2010). El mismo es descrito a continuación:

Para el caso de las compras de baterías, tarjetas, sensores y demás componentes de los equipos, no existen exigencias ni restricciones de cantidades mínimas de pedido, por esta razón la adquisición de los mismos se llevaría a cabo únicamente cuando se tenga la total certeza de que se hará pleno uso de ellas. De esta manera y de acuerdo al marco de referencia del modelo SCOR., esta actividad fue catalogada como S2 (Aprovisionamiento bajo pedido).

Tanto el aprovisionamiento, como también los procesos de manufactura y distribución se ejecutan teniendo en cuenta el resultado que obtenga la empresa de las participaciones en las licitaciones realizadas por cada cliente, por consiguiente estas dos últimas actividades se denotan como M2 y D2 (Manufactura bajo pedido y distribución bajo pedido, respectivamente) (Supply Chain Council, 2010). Se observa de esta manera que la ejecución de estas tareas se rige bajo las condiciones exigidas por las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

Finalmente, se considera el hecho que los equipos y sus componentes no están exentos a presentar fallas de calidad o funcionamiento, por lo cual se deben definir también los procesos de devolución o retorno. De esta manera, PTI S.A. se encargaría de la recolección de todos aquellos dispositivos defectuosos con el fin de tomar las acciones correctivas correspondientes. De igual forma, la empresa queda comprometida con la realización de la devolución de todos aquellos componentes defectuosos recibidos durante el proceso de abastecimiento. Estas actividades se denotan como DR1 y SR1 (Distribución retorno de productos defectuosos y aprovisionamiento retorno de productos defectuosos, respectivamente) (Supply Chain Council, 2010). Ver gráficos 18 y 19.

Nivel de elementos de proceso

En resumidas cuentas, son 8 los procesos o actividades que describen la totalidad de la cadena de abastecimiento para el centro de ensambles propuesto, los mismos se enumeran en la tabla 15. Para consultar los diagramas de flujo de cada proceso consultar los gráficos 20 a 27 apéndice G.

Tabla 15: Procesos de la cadena de abastecimiento para el centro de ensambles

Abastecimiento	Manufactura	Distribución	Devolución
1.1 Proceso de Abastecimiento	2.1 Proceso de ensamble de colectores o receptores de información.	3.1 Proceso de distribución	4.1 Proceso de devolución.
1.1.1 Proceso de Importación en Colombia.			
1.1.2 Proceso de importación de baterías y tarjetas.	2.2 Proceso de ensamble de indicadores de falla.		
1.1.3 Proceso de nacionalización de mercancías.			

Fuente: Elaboración propia

- **Diseñar los procesos necesarios para llevar a cabo el ensamble de los indicadores de falla y los equipos colectores o receptores de información**

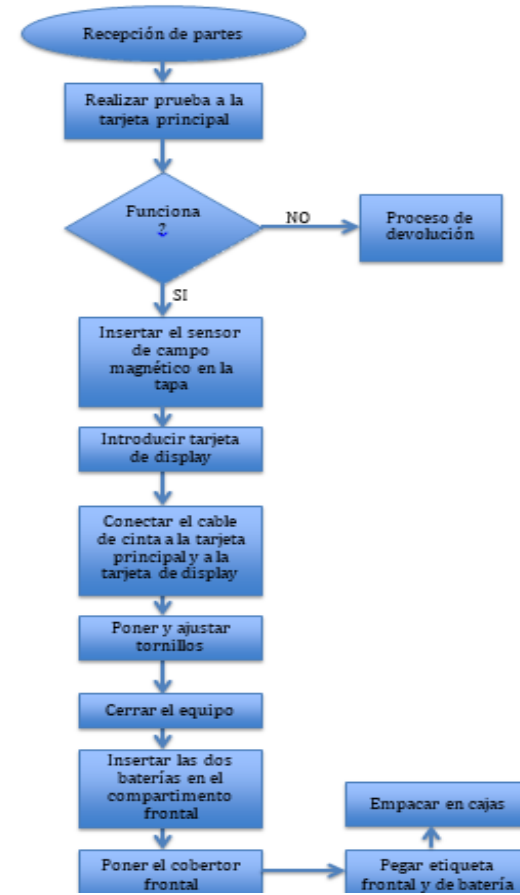
De acuerdo a información entregada por NORTROLL y PTI S.A., a continuación se muestran los diagramas que presentan las actividades necesarias para llevar a cabo el ensamble de los indicadores de falla y los equipos colectores o receptores de información:

Gráfico 1: Proceso de ensamble para los indicadores de falla



Fuente: PTI S.A. y Nortroll

Gráfico 2: Proceso de ensamble para los equipos colectores de información



Fuente: PTI S.A. y Nortroll

Se estima que para el desarrollo de ambos procesos se subcontratarían 4 técnicos electrónicos por proyecto, de manera que se tendría un proceso de ensamble por baches que no requeriría de la contratación de personal fijo; así mismo, uno de los ingenieros de PTI S.A. estaría a cargo de supervisar y acompañar el desarrollo de la totalidad del proceso. Por otro lado, se determinó que para realizar los ensambles de manera óptima se necesitaría que cada persona elabore “combos” de equipos, los cuales están compuestos por 3 indicadores de falla y un colector o receptor (lo anterior equivale a la cantidad de equipos que se instalan por circuito); se estima que el proceso de ensamble de los indicadores de falla tendría una duración de 15 minutos por dispositivo, mientras que el proceso para el colector tomaría 25 minutos, esto debido a que el mismo requiere de la ejecución de un mayor número de actividades.

A continuación se muestra un ejemplo realizado para el proyecto CREG 043 de EBSA. Se obtuvo que al contar con 4 personas trabajando a un turno de 8 horas diarias, el ensamble de 320 combos (960 indicadores de falla y 320 colectores) tendría una duración de aproximadamente 12 días. Ver tabla 16.

Tabla 16: Tiempos para el proceso de ensamble

Ensamble	
Tiempo ensamble indicador de falla (min)	15
Tiempo ensamble colector (min)	25
Tiempo ensamble combo	70
Número de combos requeridos	320
Número de trabajadores	4
Tiempo total ensamble combos (min)	22400

Tiempo total de ensamble/trabajador (Horas)	93,33
Horas/turno	8
Días de producción	12

Fuente: Elaborado a partir de información entregada por PTI S.A.

Una vez ensamblados, los indicadores de falla y los colectores deben ser probados con equipos especializados que inyectan corriente de 100 a 300 mA; la programación de las tarjetas debe ser configurada según los requerimientos del proyecto y adicionalmente los colectores deben probarse con una SIM Card para verificar que el sistema de envío de la información funciona correctamente; estas pruebas se realizan también por cada “combo” y tienen una duración de aproximadamente 8 minutos. Ver tabla 17.

Tabla 17: Tiempos para las pruebas de funcionamiento de los equipos

Pruebas	
Tiempo total de prueba/combo (min)	8
Número de combos requeridos	320
Tiempo total de prueba (min)	2560
Tiempo total de prueba (Horas)	43
Días de prueba	5

Fuente: Elaborado a partir de la información entregada por PTI S.A.

Los equipos requeridos para este tipo de pruebas son marca ISA referencia STS5000, los cuales son multifuncionales para la puesta en servicio y mantenimiento de

transformadores de corriente, tensión y potencia; actualmente PTI S.A cuenta con dichos equipos en su laboratorio de pruebas en la ciudad de Cali.

- **Realizar la respectiva evaluación del proyecto propuesto, con el fin de determinar la viabilidad, factibilidad financiera y relación costo-beneficio del mismo.**

Con el fin de determinar la viabilidad y la factibilidad para la implementación del proyecto propuesto, se realizó una comparación financiera del mismo frente al modelo que se usa actualmente. En primera instancia fue posible observar una diferencia importante entre los componentes de costos y gastos entre un modelo y otro, ver tabla 18. En rojo se resaltan aquellas subpartidas que presentaron cambios significativos.

Tabla 18: Costos y gastos de los modelos actual y propuesto

Costos y gastos del modelo actual	Costos y gastos del modelo propuesto
Costos de la mercancía: <ul style="list-style-type: none"> • Indicadores de falla. • Equipos colectores. 	Costo de los componentes: <ul style="list-style-type: none"> • Tapa/Gancho. • Botellas. • Baterías. • Tarjetas y sensores.
Costos de importación: <ul style="list-style-type: none"> • Flete internacional. • Seguros. • Arancel. • IVA. • Agente aduanero. 	Costos de importación baterías y sensores: <ul style="list-style-type: none"> • Flete internacional. • Seguros. • Arancel. • IVA. • Agente aduanero
Costos de instalación:	Costos de instalación:

<ul style="list-style-type: none"> • Transporte. • Equipos. • Personal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte. • Equipos. • Personal.
Gastos de personal administrativo y de ventas: <ul style="list-style-type: none"> • Directora logística. • Personal operativo. • Personal de ventas. 	Gastos de personal administrativo y de ventas: <ul style="list-style-type: none"> • Directora logística. • Personal operativo. • Personal de ventas.
	Costos de mano de obra para el ensamble: <ul style="list-style-type: none"> • Personal subcontratado.

Fuente: Elaborado a partir de información entregada por PTI S.A.

En adición a lo anterior, cabe resaltar que para llevar a cabo la implementación del centro de ensambles dentro de las instalaciones de PTI S.A., se requiere de una inversión de COP 18.990.000. El detalle de la misma se presenta en tabla 19.

Tabla 19: Inversiones necesarias para la implementación del centro de ensambles

Detalle	Inversión
Compra de molde para la producción de carcasas	\$ 7.750.000
Compra de molde para la producción de tapas para el equipo colector.	\$ 2.370.000
Compra de molde para la producción de botellas	\$ 3.770.000
Compra de molde para la producción de tapa-gancho para el indicador de fallas	\$ 5.100.000
Total	\$ 18.990.000

Fuente: Elaboración propia

Partiendo de lo anterior y en base a cotizaciones realizadas y a la información financiera entregada por PTI S.A., se procedieron a calcular los flujos de caja de cada modelo para los 3 escenarios de demanda definidos de manera previa. Se observa que los resultados proyectados para el modelo propuesto superan en gran medida a los obtenidos para el modelo actual. A manera de ejemplo en las tablas 20 y 21 se ilustran los resultados del Escenario 1.

Tabla 20: Flujo de caja neto Escenario 1, modelo actual

Flujo de caja neto Escenario 1, modelo actual					
Flujo de caja neto	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos	\$ 11.284.126.748	\$ 127.614.343	\$ 128.202.368	\$ 140.369.572	\$ 157.414.990
Costos de agente aduanero	\$ 817.447	\$ 819.785	\$ 822.130	\$ 824.481	\$ 826.839
Costos de los equipos	\$ 2.561.498.120	\$ 62.601.000	\$ 67.564.218	\$ 72.527.436	\$ 77.490.654
Costos de instalación	\$ 267.946.186	\$ 6.365.714	\$ 7.097.830	\$ 7.866.616	\$ 8.673.570
Otros Costos	\$ 6.421.069	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Bruta	\$ 8.448.261.374	\$ 58.647.629	\$ 53.540.320	\$ 59.975.521	\$ 71.250.766
Gastos de administración y ventas	\$ 173.086.009	\$ 29.732.057	\$ 30.582.394	\$ 31.457.050	\$ 32.356.722
Gastos no operacionales	\$ 54.753.718	\$ 9.405.386	\$ 9.674.380	\$ 9.951.067	\$ 10.235.667
EBITDA	\$ 8.220.421.647	\$ 19.510.186	\$ 13.283.547	\$ 18.567.403	\$ 28.658.377
Depreciación	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
EBIT	\$ 8.212.620.910	\$ 11.709.449	\$ 5.482.810	\$ 10.766.666	\$ 20.857.640
Impuestos	\$ 1.314.019.346	\$ 1.873.512	\$ 877.250	\$ 1.722.667	\$ 3.337.222
Utilidad Neta	\$ 6.898.601.564	\$ 9.835.937	\$ 4.605.560	\$ 9.044.000	\$ 17.520.418
Depreciación	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
Flujo de caja neto	\$ 6.906.402.301	\$ 17.636.674	\$ 12.406.297	\$ 16.844.737	\$ 25.321.155

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Flujo de caja neto Escenario 1, modelo propuesto

Flujo de caja neto Escenario 1, modelo propuesto						
Flujo de caja neto	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Inversión	-\$ 18.990.000					
Ingresos		\$ 11.284.126.748	\$ 127.614.343	\$ 128.202.368	\$ 140.369.572	\$ 157.414.990
Costos de agente aduanero		\$ 838.428	\$ 862.407	\$ 887.072	\$ 912.442	\$ 938.538
Costos de las baterías		\$ 107.272.851	\$ 3.320.709	\$ 3.551.887	\$ 3.783.771	\$ 4.016.381
Costos sensores y tarjetas		\$ 785.023.816	\$ 18.974.632	\$ 20.520.843	\$ 22.067.760	\$ 23.615.402
Costos de los componentes		\$ 84.087.680	\$ 1.942.162	\$ 2.105.316	\$ 2.268.471	\$ 2.431.625
Costos mano de obra		\$ 19.795.027	\$ 457.203	\$ 495.611	\$ 534.019	\$ 572.427
Costos de instalación		\$ 267.946.186	\$ 6.365.714	\$ 7.097.830	\$ 7.866.616	\$ 8.673.570
Otros Costos		\$ 8.565.069	\$ 123.799	\$ 134.199	\$ 144.599	\$ 154.999
Utilidad Bruta		\$ 10.011.436.121	\$ 96.430.124	\$ 94.296.681	\$ 103.704.336	\$ 117.950.586
Gastos de administración y ventas		\$ 173.086.009	\$ 29.732.057	\$ 30.582.394	\$ 31.457.050	\$ 32.356.722
Gastos no operacionales		\$ 54.753.718	\$ 9.405.386	\$ 9.674.380	\$ 9.951.067	\$ 10.235.667
EBITDA		\$ 9.783.596.394	\$ 57.292.681	\$ 54.039.907	\$ 62.296.219	\$ 75.358.197
Depreciación		\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización		\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
EBIT		\$ 9.775.795.657	\$ 49.491.944	\$ 46.239.170	\$ 54.495.482	\$ 67.557.460
Impuestos		\$ 1.564.127.305	\$ 7.918.711	\$ 7.398.267	\$ 8.719.277	\$ 10.809.194
Utilidad Neta		\$ 8.211.668.352	\$ 41.573.233	\$ 38.840.903	\$ 45.776.205	\$ 56.748.266
Depreciación		\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización		\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
Flujo de caja neto	-\$ 18.990.000	\$ 8.219.469.089	\$ 49.373.970	\$ 46.641.640	\$ 53.576.942	\$ 64.549.003

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de tener una mayor claridad en cuanto a los rendimientos obtenidos para cada modelo, se calculó año a año la relación Costo – Beneficio. Se presentan nuevamente los valores obtenidos para el Escenario 1:

Tabla 22: Relación Beneficio - Costo para el escenario 1 de los modelos actual y propuesto

Relación Beneficio - Costo, Modelo Actual - Escenario 1					
Año	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos	\$ 11.284.126.748	\$ 127.614.343	\$ 128.202.368	\$ 140.369.572	\$ 157.414.990
Egresos	\$ 4.385.525.184	\$ 117.778.406	\$ 123.596.808	\$ 131.325.572	\$ 139.894.573
Beneficio/Costo	2,57	1,08	1,04	1,07	1,13

Relación Beneficio - Costo, Modelo Propuesto - Escenario 1					
Año	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos	\$ 11.284.126.748	\$ 127.614.343	\$ 128.202.368	\$ 140.369.572	\$ 157.414.990
Egresos	\$ 3.072.458.396	\$ 86.041.110	\$ 89.361.465	\$ 94.593.367	\$ 100.666.724
Beneficio/Costo	3,67	1,48	1,43	1,48	1,56

Fuente: Elaboración propia

Se observa que si bien en ambos casos se tienen resultados positivos, aquellos encontrados para el modelo propuesto son superiores a los obtenidos por el modelo actual.

Teniendo en cuenta que el análisis costo-beneficio no se ve afectado por el valor de la inversión inicial requerida para el montaje del centro de ensamble, se calculó el VPN de los flujos de caja de cada escenario para ambos modelos, con el fin de tener un indicador de rentabilidad más acertado para el proyecto; para este análisis, se consideró una tasa de descuento del 5,08%. ver la tabla 23.

Tabla 23: Comparación VPN del modelo actual Vs. VPN del modelo propuesto

Escenario	VPN Modelo Actual	VPN Modelo Propuesto	Diferencia
Escenario 1	\$ 6.632.764.002,42	\$ 7.982.357.839,39	20,35%
Escenario 2	\$ 11.487.091.246,40	\$ 13.734.296.445,71	19,56%
Escenario 3	\$ 16.156.554.435,30	\$ 19.310.430.110,91	19,52%
Promedio	\$ 11.425.469.894,71	\$ 13.675.694.798,67	19,69%

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en promedio, el VPN obtenido para el modelo propuesto supera en un 19,69% al VPN encontrado para el modelo actual.

Finalmente y con el fin de presentar otra perspectiva para la evaluación del proyecto, se elaboró el análisis para tres de los cinco KPI's definidos en el modelo SCOR, para ello se hizo uso del ejemplo de la compra realizada por la Empresa De Energía De Boyacá S.A. E.S.P. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 24: Comparación de los KPI's para los modelos actual y propuesto definidos para el modelo SCOR

Métricas		Escenario 1		Diferencia
		Modelo actual	Modelo propuesto	
Tiempo de respuesta de la cadena de abastecimiento	Tiempo de aprovisionamiento (Días)	30	10	-20
	Tiempo de Ensamble y pruebas (Días)	3	17	14
	Tiempo de Distribución (Días)	14	14	0
	Tiempo de respuesta de la cadena de abastecimiento	47	41	-6
Rendimiento de activos fijos	EBITDA	\$ 8.220.421.647	\$ 9.783.596.394	\$ 1.563.174.747
	Activos Fijos	\$ 720.280.699	\$ 720.280.699	0
	Rendimiento de activos fijos	11,41	13,58	2,17
Costos de los bienes vendidos	Costos de los bienes vendidos	\$ 2.835.865.374	\$ 1.272.690.627	-\$ 1.563.174.747

Fuente: Elaboración Propia

Considerando los análisis presentados de manera previa, se observa que la implementación del proceso de ensambles en PTI S.A. aumentaría las utilidades de la línea de sistemas de indicación remota a través de la reducción de costos y tiempos de entrega a clientes.

8. Conclusiones y recomendaciones.

- A partir de los resultados obtenidos en la evaluación financiera, se pudo evidenciar que la propuesta de montar un centro de ensamble de sistemas de indicación remota es una opción viable que no sólo reduciría costos, sino también tiempos de entrega y respuestas al cliente.
- Durante la elaboración del proyecto se pudo evidenciar que la empresa PTI S.A. no cuenta con un sistema de indicadores de gestión para controlar sus procesos, por lo cual, se recomienda crear indicadores que permitan evidenciar de forma clara la operación y el estado de la compañía en diferentes ámbitos, con el fin de facilitar la toma de decisiones de manera oportuna.
- El análisis de mercado realizado en esta propuesta, está basado en proyecciones que podrían cambiar a lo largo de los años, por lo cual es necesario hacerle seguimiento al proyecto, con el fin de tomar las decisiones pertinentes.
- A pesar de que la propuesta es viable para la empresa, se sugiere evaluar si el montaje de este centro de ensamble está alineado con los objetivos y la estrategia organizacional de P.T.I S.A.; de ser así, se recomienda analizar la opción de implementarlo para otro tipo de líneas de producto cuyo impacto sea alto para la empresa.
- Es importante que exista una sincronización entre el área de logística y el área de operaciones, con el fin de mantener un control de los procesos y un manejo de tiempo y costos que permita entregarle al cliente un producto de alta calidad, en el tiempo y lugar pactado.

- Se sugiere crear un instructivo que contenga en detalle las diferentes actividades y operaciones que se deben realizar en el ensamble de los equipos, con el fin de crear estándares de producción que permitan obtener productos con las mismas características técnicas y funcionales.

Bibliografía

Banco de la República, Banco Central de Colombia. (2014). Índice de precios al consumidor (IPC). Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/es/ipc>

Banks, J. (1999). *Introduction to simulation*. Atlanta:

Bureau of Labor Statistics. (2014). Consumer price index. Recuperado de <http://www.bls.gov/cpi/home.htm>

CELSA. (2014). Sistemas inteligentes. Recuperado de <http://www.celsa.com.co/index.php/es/>

CREG. (2010). Resolución 043 de 2010. Recuperado de <http://basedoc.superservicios.gov.co/ark-legal/SSPD/details;jsessionid=267B48B56B9AD913630966287B6BF7A3?docId=bca43177-d2bb-4b36-8662-6db2b4fca09c&channel=/Resoluciones/2010&subEspacio>

DBZ Diferencia. (05/26/2013). Diferencia de estudio de viabilidad y factibilidad. Recuperado de <http://dbzdiferencia.blogspot.com/>

DIAN. (2014). Servicios en línea MUISCA. Recuperado de <https://muisca.dian.gov.co/WebArancel/DefMenuConsultas.faces>

Global-rates.com. (2014). Inflation norway - consumer price index (CIP). Recuperado de

<http://www.global-rates.com/economic-indicators/inflation/consumer-prices/cpi/norway.aspx>

Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. México: Mc Graw Hill.

Mendez, R. (2014). *Formulación y evaluación de proyectos enfoque para emprendedores*.

Bogotá: ICONTEC.

Montes, D. (2014). In Montes D. (Ed.), *Entrevista a johana aguado, encargada del área de*

logística en P.T.I S.A. Bogotá D.C.:

Montes, D., & Pineda, J. (2014). In Montes D., Pineda J.(Eds.), *Entrevista a marco*

raigoza, encargado del manejo de la línea de equipos LINE troll R110 RIS en P.T.I

S.A. Bogotá D.C.:

Murphy, P., & Wood, F. (2008). *Contemporary logistics*. New Jersey: Pearson.

NORTROLL. (2014). LINE troll R110 RIS. Recuperado de

<http://www.nortroll.no/products/linetroll/linetroll-r110emr-ris>

PTI S.A. (2014a). *Plan de mercadeo 2014*. (Reporte de Mercadeo y Ventas No. 1). Cali:

PTI S.A. (2014b). Potencia Y tecnología incorporadas S.A. Recuperado de <http://pti->

[sa.com.co/](http://pti-sa.com.co/)

Ren, C., Dong, J., Ding, H. and Wang, W. (2006). Linking strategic objectives to operations: Towards a more effective supply chain decision making. proceedings of the 2006 winter simulation conference. [Abstract].

Ross, F. (2008). *The intimate supply chain*. New York: CRC Press.

Sapag, N. (2007). *Proyectos de inversión, formulación y evaluación*. México: Pearson.

Supply Chain Council. (2010). El modelo scor. Recuperado de <https://supply-chain.org/f/EI%20Modelo%20SCOR%20y%20el%20Supply%20Chain%20Council%201Sep10.pdf>

UPME. (2013). Proyección de demanda de energía eléctrica en Colombia. Recuperado de http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda/proyeccion_demanda_ee_Abr_2013.pdf

UPME. (2014). Boletín estadístico de minas y energía. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Docs/Boletin_Estad_Minas_Energy_2008_2012.pdf

Apéndices

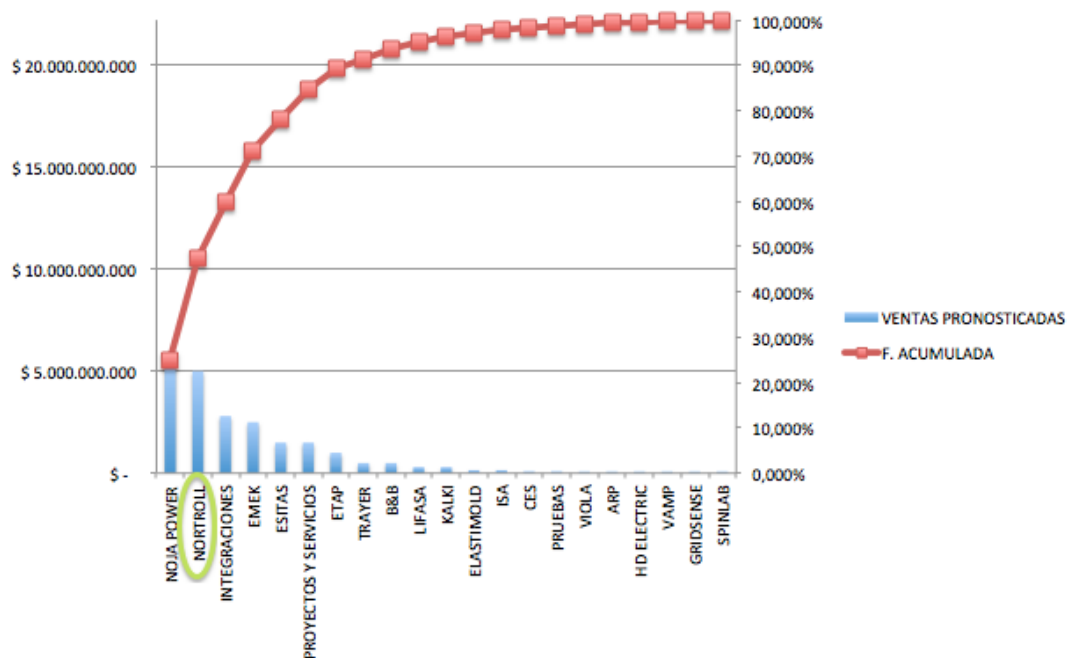
Apéndice A

Tabla 25: Pronóstico de ventas de P.T.I S.A. para el año 2014

LÍNEA DE PRODUCTO	VENTAS PRONOSTICADAS	F. ACUMULADA	F. RELATIVA
NOJA POWER	\$ 5.500.000.000	24,77%	24,77%
NORTROLL	\$ 5.000.000.000	47,30%	22,52%
INTEGRACIONES	\$ 2.800.000.000	59,91%	12,61%
EMEK	\$ 2.500.000.000	71,17%	11,26%
ESITAS	\$ 1.500.000.000	77,93%	6,76%
PROYECTOS Y SERVICIOS	\$ 1.500.000.000	84,68%	6,76%
ETAP	\$ 1.000.000.000	89,19%	4,50%
TRAYER	\$ 500.000.000	91,44%	2,25%
B&B	\$ 500.000.000	93,69%	2,25%
LIFASA	\$ 300.000.000	95,05%	1,35%
KALKI	\$ 300.000.000	96,40%	1,35%
ELASTIMOLD	\$ 150.000.000	97,07%	0,68%
ISA	\$ 150.000.000	97,75%	0,68%
CES	\$ 100.000.000	98,20%	0,45%
PRUEBAS	\$ 100.000.000	98,65%	0,45%
VIOLA	\$ 80.000.000	99,01%	0,36%
ARP	\$ 80.000.000	99,37%	0,36%
HD ELECTRIC	\$ 50.000.000	99,59%	0,23%
VAMP	\$ 50.000.000	99,82%	0,23%
GRIDSENSE	\$ 30.000.000	99,95%	0,14%
SPINLAB	\$ 10.000.000	100,00%	0,05%
TOTAL	\$ 22.200.000.000	TOTAL	100,000%

Fuente: P.T.I S.A.

Gráfico 3: Diagrama de Pareto para las ventas del año 2014



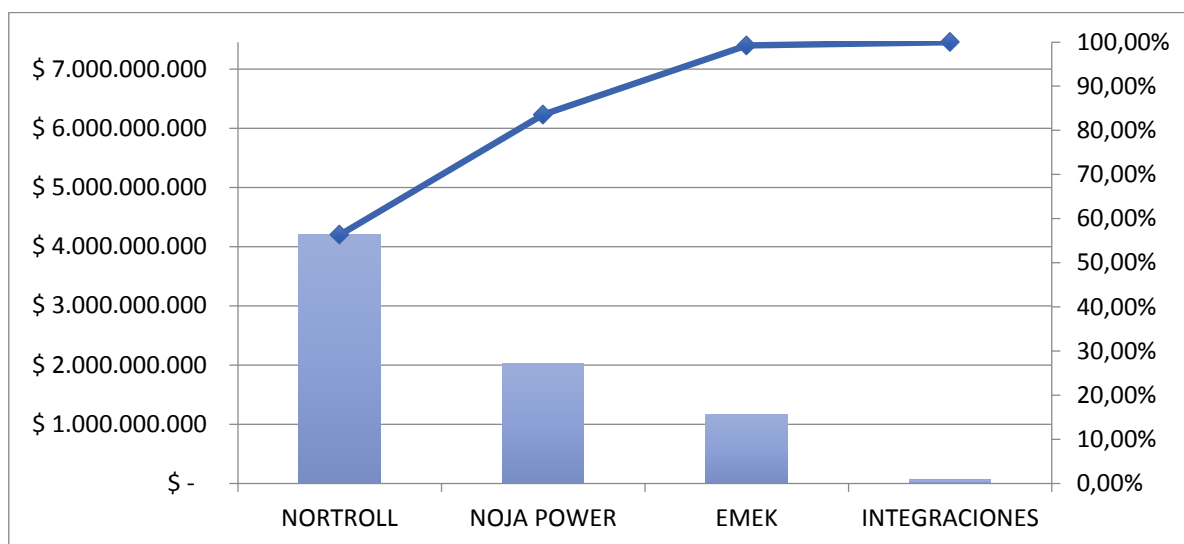
Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Aumento en ventas entre los años 2013 y 2014

Línea	Aumento en Ventas	F. Acumulada	F. Relativa
NORTROLL	\$ 4.200.000.000	56,34%	56,34%
NOJA POWER	\$ 2.030.524.209	83,57%	27,24%
EMEK	\$ 1.165.876.600	99,21%	15,64%
INTEGRACIONES	\$ 58.982.461	100,00%	0,79%
TOTAL	\$ 7.455.383.270	TOTAL	100,00%

Fuente: P.T.I.S.A.

Gráfico 4: Diagrama de Pareto para el aumento en ventas entre los años 2013 y 2014



Fuente: Elaboración Propia

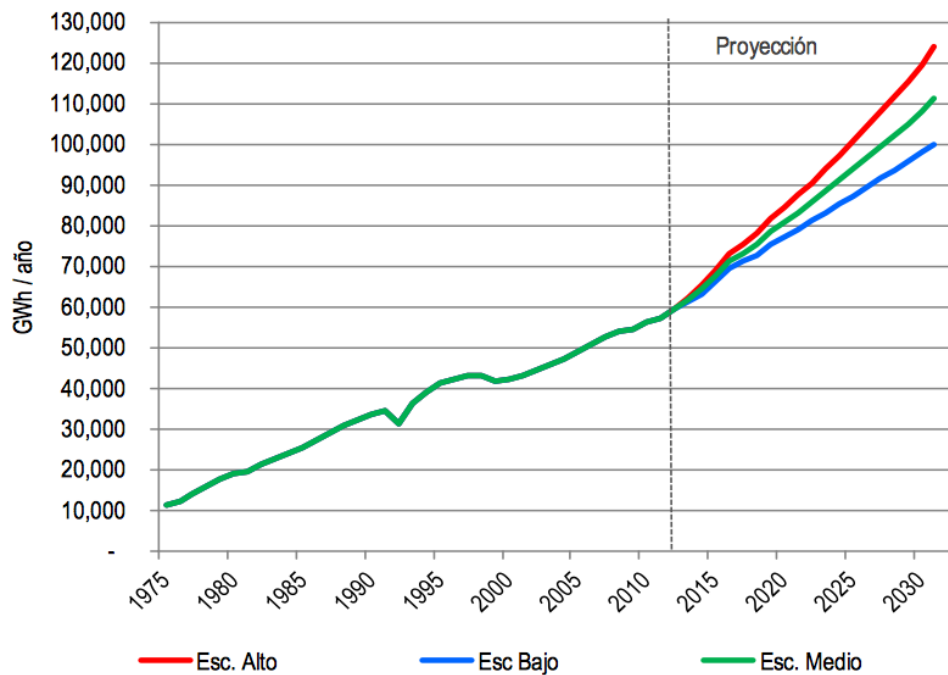
Apéndice B

Tabla 27: Proyección Anual de Demanda Nacional de Energía Eléctrica

	DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA (GWh/año)			TASA DE CRECIMIENTO		
	Esc Alto	Esc. Medio	Esc Bajo	Esc Alto	Esc. Medio	Esc Bajo
2010	56146	56146	56146	2.7%	2.7%	2.7%
2011	57150	57150	57150	1.8%	1.8%	1.8%
2012	59542	59203	58725	4.2%	3.6%	2.8%
2013	62162	61170	60130	4.4%	3.3%	2.4%
2014	64376	62994	61613	3.6%	3.0%	2.5%
2015	66614	64776	62937	3.5%	2.8%	2.1%
2016	72621	69931	67241	9.0%	8.0%	6.8%
2017	74924	71686	68447	3.2%	2.5%	1.8%
2018	77636	73977	70317	3.6%	3.2%	2.7%
2019	81016	77009	73002	4.4%	4.1%	3.8%
2020	84737	80265	75793	4.6%	4.2%	3.8%
2021	88571	83634	78697	4.5%	4.2%	3.8%
2022	92332	86931	81529	4.2%	3.9%	3.6%
2023	96007	90140	84274	4.0%	3.7%	3.4%
2024	99376	93046	86715	3.5%	3.2%	2.9%
2025	102963	96167	89372	3.6%	3.4%	3.1%
2026	106728	99468	92207	3.7%	3.4%	3.2%
2027	110683	102958	95233	3.7%	3.5%	3.3%
2028	114312	106123	97933	3.3%	3.1%	2.8%
2029	118460	109805	101151	3.6%	3.5%	3.3%
2030	122754	113635	104516	3.6%	3.5%	3.3%
2031	127203	117619	108035	3.6%	3.5%	3.4%

Fuente: UPME

Gráfico 5: Valores Anuales de Energía y Potencia Máxima Proyectadas



Fuente: UPME

Apéndice C

Los sistemas de indicación remota de Nortroll se componen de los indicadores de falla y los equipos colectores o receptores de información. Los indicadores de falla, son dispositivos para montaje sobre línea (ver Imagen 1) que monitorean fallas Fase-Fase, fallas Fase-Tierra y pérdidas de tensión. Estos dispositivos se comunican con un colector de datos (Ver Imágenes 2 y 3), instalado en un poste, que reporta cualquier clase de problemas a los centros de control de las electrificadoras a través del envío de mensajes SMS (Short Mensaje Servicio). Lo anterior con el fin de anticipar o evitar la ocurrencia de apagones que se traducen en pérdidas de dinero para las compañías encargadas de la operación de la red eléctrica (NORTROLL, 2014). Con el objetivo de proteger a los consumidores de energía,

la CREG establece que las electrificadoras no deben exceder un mínimo de horas sin el suministro de energía en cualquiera de sus zonas de operación (CREG, 2010); teniendo en cuenta la gran extensión de las redes eléctricas, a este tipo de compañías les es difícil determinar las áreas en las que las fallas o errores ocurren, de tal manera que la corrección de los mismos puede tomar una considerable cantidad de horas, que puede llegar incluso, a sobrepasar los límites exigidos por la CREG. Los indicadores de falla atienden a esta necesidad de las electrificadoras, ya que permiten identificar de manera fácil, las zonas donde se producen los errores, para que así las mismas puedan coordinar de manera rápida y efectiva, la corrección de los problemas o en dado caso, la instalación de nuevos equipos eléctricos (Montes & Pineda, 2014).

Imagen 1: LINE Troll R110 RIS (NORTROLL, 2014)



Fuente: NORTROLL

Imagen 2: Colector de datos (NORTROLL, 2014)



Fuente: NORTROLL

*Imagen 3: Los equipos LINE Troll R110 RIS se comunican con un colector de datos
(NORTROLL, 2014)*



Fuente: NORTROLL

Apéndice D

Imagen 4: Cadena de Abastecimiento

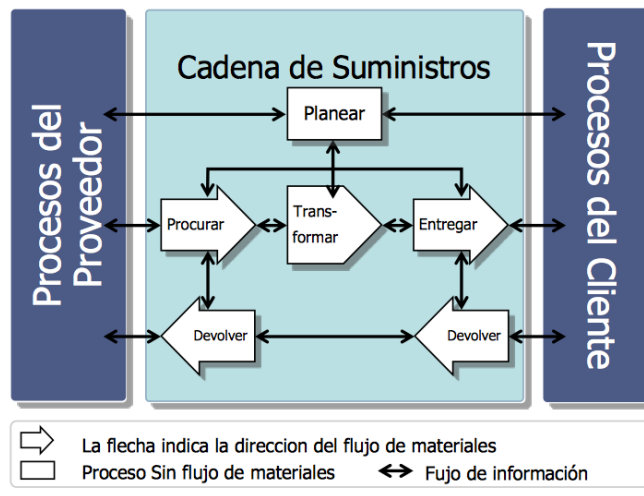


Fuente: Adaptado de Murphy, P., & Wood, F. (2008).

Apéndice E

El modelo SCOR es un marco de referencia organizado en torno a los cinco principales procesos de gestión de planear, procurar, transformar, entregar y devolver. Estos procesos integrados ofrecen una visión del proceso de la cadena de suministros, a la vez que apoyan la optimización dentro y a través de la empresa (Supply Chain Council, 2010).

Gráfico 6: Modelo SCOR



Fuente: Supply Chain Council

Gráfico 7: Procesos SCOR, cinco niveles de desintegración

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Alcance	Configuración	Actividad	Flujo de Trabajo	Transacciones
Diferencia el Negocio	Diferencia Complejidad	Nombra Tareas	Secuencia de Pasos	Enlace de Transacciones
Define el Alcance	Diferencia Capacidades	Enlaces, Métricas, Tareas y Prácticas	Detalles del Trabajo	Detalles de la Automatización
Establece Estrategias	Primer Nivel de Diagnóstico	Segundo Nivel de Diagnóstico	Industria o Empresa Determinada	Tecnología Específica
Definiciones Estándar SCOR			Definiciones Compañía/Industria	

Fuente: Supply Chain Council

Apéndice F

Oferta de sistemas de indicación remota:

1. Mercado proveedor, modelo actual:

➤ **Precios de insumos:**

Actualmente el precio por unidad para indicadores de falla, está en NOK³ 845, equivalente a COP⁴ 264.000, precio EXW⁵ entregado en fábrica; El 100% del pago se realiza 30 días después del despacho. De la misma manera, el precio de los concentradores o receptores, en las mismas condiciones es de NOK 3.454, Aproximadamente COP 1.078.000 (NORTROLL, 2014).

➤ **Disponibilidad:**

Normalmente, PTI S.A. no almacena stock de indicadores de falla ni de receptores, sin embargo, en ocasiones cuenta con cierta cantidad de inventario para atender emergencias de clientes que hayan realizado compras previas (Montes & Pineda, 2014).

Por otro lado al momento de realizar pedidos, si la fábrica en Noruega tiene disponibilidad de stock, la solicitud puede tardar alrededor de 15 días en llegar a Colombia; si la misma no cuenta con inventario de productos, pueden pasar 60 días hasta que el pedido sea recibido (Montes, 2014).

➤ **Calidad:**

³ NOK: Hace referencia a la moneda usada en Noruega: Corona noruega.

⁴ COP: Hace referencia a la moneda usada en Colombia: Peso colombiano.

⁵ INCOTERMS EXW: Entregado en fábrica.

Los sistemas de indicación remota de Nortroll se componen de los indicadores de falla, los receptores o colectores de información y el hardware y software de control. A continuación se presentan las características generales de los distintos equipos:

Indicadores de falla (PTI S.A., 2014b):

- Son capaces de monitorear cualquier tipo de líneas eléctricas, sin importar el voltaje asociado a las mismas.
- Detectan pérdidas parciales o totales de tensión en las redes eléctricas.
- Dotado con bombillos LED, visibilidad superior a 10 lúmenes.
- Resistentes a altos impactos y a temperaturas de hasta 85°C.
- Debido a que se instalan a la intemperie, tienen la capacidad de resistir a condiciones climáticas extremas.

Colectores o receptores (PTI S.A., 2014b):

- Reportan fallas a través del envío de mensajes de texto.
- Capacidad de integración a sistemas SCADA.
- Resistentes a temperaturas de hasta 85°C.
- Debido a que se instalan a la intemperie, tienen la capacidad de resistir a condiciones climáticas extremas.

2. Mercado competidor:

➤ **Conocimiento de empresas similares:**

Actualmente sólo existen dos empresas en Colombia que ofrecen productos de características similares capaces de detectar fallas en las redes eléctricas; estas son P.T.I S.A y CELSA S.A.S.

El indicador de fallas fabricado por CELSA S.A.S, es un dispositivo autónomo que se instala en las redes de distribución de energía. Estos equipos son capaces de monitorear los parámetros de corriente y tensión con el fin de detectar fallas en las líneas eléctricas. Su funcionamiento es similar al de los equipos fabricados por Nortroll, difieren únicamente en el método de transmisión de las alertas y en el software y hardware del que hacen uso (CELSA, 2014).

3. Mercado distribuidor:

Una vez PTI S.A. cuenta con el 100% de los equipos solicitados por el cliente, se procede a realizar la instalación de los mismos, este proceso se lleva a cabo a través de una empresa contratista de la región, la cual también presta los servicios de transporte. Para la selección del proveedor de este servicio se realizan cotizaciones previas y se consideran factores de costos, tiempos y calidad. Actualmente se ha trabajado de la mano con empresas como EHITUS Fredy Cuervo y WATTS Ingeniería. Cabe resaltar que los tiempos de instalación dependen tanto del número de equipos adquiridos por los operadores de red

como también de las distancias que se deben recorrer, sin embargo se ha logrado establecer un tiempo promedio de 15 minutos por punto instalado a un costo de COP 243.000 (Montes & Pineda, 2014).

Demanda de sistemas de indicación remota:

La demanda de este tipo de productos está dada exclusivamente por las empresas distribuidoras de energía eléctrica de Colombia, quienes adjudican este tipo de proyectos a través de licitaciones. Según la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética), a la fecha existen 30 empresas de estas características en el país, de las cuales 29 están reguladas por la CREG. (Ver tabla 28).

Tabla 28: Empresas distribuidoras de energía eléctrica del país

EMPRESA		UBICACIÓN, CEDES ADMINISTRATIVAS
1	Empresas Públicas De Medellín E.S.P.	Medellín
2	Empresa De Energía De Bogota S.A. E.S.P.	Bogotá
3	Electrificadora Del Caribe S.A. E.S.P.	Barranquilla
4	Empresa De Energía Del Pacífico S.A. E.S.P.	Cali
5	Electrificadora De Santander S.A. E.S.P.	Bucaramanga
6	Compañía Energética Del Tolima S.A. E.S.P.	Ibagué
7	Empresas Municipales De Cali E.I.C.E. E.S.P.	Cali
8	Centrales Eléctricas De Nariño S.A. E.S.P.	Pasto
9	Intercolombia S.A. E.S.P.	Medellín
10	Central Hidroeléctrica De Caldas S.A. E.S.P.	Manizales
11	Empresa De Energía De Casanare S.A. E.S.P.	Yopal
12	Centrales Eléctricas Del Norte De Santander S.A. E.S.P.	Cúcuta
13	Compañía Energética De Occidente S.A.S. E.S.P.	Popayán
14	International Colombia Resources Corporation	Bogotá
15	Electrificadora Del Huila S.A. E.S.P.	Neiva
16	Empresa Distribuidora Del Pacífico S.A. E.S.P.	Quibdó
17	Empresa De Energía Eléctrica Del Departamento Del Guaviare S.A. E.S.P.	San José del Guaviare
18	Transelca S.A. E.S.P.	Barranquilla
19	Electrificadora Del Caquetá S.A. E.S.P.	Florencia
20	Empresa De Energía De Cundinamarca S.A. E.S.P.	Bogotá
21	Empresa De Energía Del Bajo Putumayo S.A. E.S.P.	Mocoa
22	Empresa De Energía De Arauca E.S.P.	Arauca

23	Termoyopal Generación 2 S.A.S E.S.P.	Yopal
24	Distasa S.A. E.S.P.	Bogotá
25	Zona Franca Celsia S.A E.S.P. (Empresa no regulada por la CREG)	Barranquilla
26	Empresa De Energía De Boyacá S.A. E.S.P.	Tunja
27	Codensa S.A. E.S.P.	Bogotá
28	Electrificadora Del Meta S.A. E.S.P.	Villavicencio
29	Empresa De Energía De Pereira S.A. E.S.P.	Pereira
30	Empresa De Energía Del Quindío S.A. E.S.P.	Armenia

Fuente: UPME

A la fecha, P.T.I S.A se encuentra trabajando en proyectos para la instalación de indicadores de falla en la Empresa De Energía De Boyacá S.A. E.S.P., la Electrificadora Del Meta S.A. E.S.P. y la Empresa De Energía De Pereira S.A. E.S.P. (ver tabla 29).

Tabla 29: Ventas de sistemas de indicación remota realizadas por PTI S.A.

CLIENTES	VENTAS
Electrificadora Del Meta S.A. E.S.P.	\$ 2.778.733.600
Empresa De Energía De Pereira S.A. E.S.P.	\$ 362.923.150
Empresa De Energía De Boyacá S.A. E.S.P.	\$ 2.389.208.803
TOTAL	\$ 5.530.865.553

Fuente: PTI S.A.

Por su parte, CELSA S.A.S. se adjudicó las licitaciones de Codensa S.A. E.S.P. y la Empresa De Energía Del Quindío S.A. E.S.P. (ver tabla 30).

Tabla 30: Ventas de sistemas de indicación remota realizadas por CELSA S.A.S.

CLIENTES	VENTAS
Codensa S.A. E.S.P.	\$ 2.778.733.600
Empresa De Energía Del Quindío S.A. E.S.P.	\$ 362.923.150
TOTAL	\$ 3.141.656.750

Fuente: PTI S.A.

Mercado futuro:

Para analizar el comportamiento futuro de la demanda de indicadores de falla, se tomó como punto de partida el Artículo 6 de la Resolución 043 de 2010 de la CREG, a través del

cual se les exige a los operadores de red, la instalación de mínimo dos elementos telemididos de detección de ausencia/presencia de tensión (Sistemas de Indicación Remota) en al menos el 90% de los circuitos. Se consideró también el conocimiento adquirido de las ventas ya realizadas por PTI S.A., encontrando que las empresas distribuidoras de energía eléctrica acostumbran a instalar dichos equipos en los siguientes puntos estratégicos:

- 3 indicadores de falla y un equipo receptor o recolector de datos en las Subestaciones eléctricas.
- 3 indicadores de falla y un equipo receptor o recolector de datos en un punto intermedio de cada circuito.

Teniendo en cuenta la información previa, se consultó con la UPME acerca del número de circuitos y subestaciones pertenecientes a cada uno de los operadores de red que aún no se han acogido a la regulación mencionada; a partir de ello, se calculó el número de indicadores de falla y receptores que cada empresa requeriría. (Ver tabla 31).

Tabla 31: Número de receptores e indicadores de falla requeridos por cada empresa

EMPRESA	Número de Circuitos y Subestaciones	Número de Indicadores Requeridos	Número de Receptores Requeridos
Empresas Públicas De Medellín E.S.P.	2089	1880	627
Empresa De Energía De Bogotá S.A. E.S.P.	1451	1306	435
Electrificadora Del Caribe S.A. E.S.P.	1442	1298	433
Empresa De Energía Del Pacifico S.A. E.S.P.	1258	1132	377
Electrificadora De Santander S.A. E.S.P.	553	498	166
Compañía Energética Del Tolima S.A. E.S.P.	504	454	151
Empresas Municipales De Cali E.I.C.E. E.S.P.	160	432	144
Centrales Eléctricas De Nariño S.A. E.S.P.	477	429	143
Intercolombia S.A. E.S.P.	9780	419	140

Central Hidroeléctrica De Caldas S.A. E.S.P.	154	416	139
Empresa De Energía De Casanare S.A. E.S.P.	374	336	112
Centrales Eléctricas Del Norte De Santander S.A. E.S.P.	348	313	104
Compañía Energética De Occidente S.A.S. E.S.P.	339	305	102
International Colombia Resources Corporation	304	274	91
Electrificadora Del Huila S.A. E.S.P.	298	268	89
Empresa Distribuidora Del Pacifico S.A. E.S.P.	282	254	85
Empresa De Energía Eléctrica Del Departamento Del Guaviare S.A. E.S.P.	187	168	56
TranSelca S.A. E.S.P.	50	135	45
Electrificadora Del Caquetá S.A. E.S.P.	112	100	33
Empresa De Energía De Cundinamarca S.A. E.S.P.	107	96	32
Empresa De Energía Del Bajo Putumayo S.A. E.S.P.	102	92	31
Empresa De Energía De Arauca E.S.P.	60	54	18
Termoyopal Generación 2 S.A.S E.S.P.	27	25	8
Distasa S.A. E.S.P.	19	17	6
Zona Franca Celsia S.A E.S.P.*	3	3	1

Fuente: Elaborado a partir de la información entregada por la UPME

Considerando el precio promedio al que se venden los sistemas de indicación remota en el país, se estimaron las ventas totales del mercado hasta el punto en el que todos los operadores de red se hayan acogido a las regulaciones establecidas por la CREG. (Ver tabla 32)

Tabla 32: Ventas estimadas del mercado

EMPRESA	Número de Indicadores Necesarios	Número de Receptores Necesarios	Ventas Estimadas del Mercado
Empresas Públicas De Medellín E.S.P.	1880	627	\$ 5.459.996.589
Empresa De Energía De Bogotá S.A. E.S.P.	1306	435	\$ 3.854.705.161
Electrificadora Del Caribe S.A. E.S.P.	1298	433	\$ 3.850.153.438
Empresa De Energía Del Pacifico S.A. E.S.P.	1132	377	\$ 3.311.621.913
Electrificadora De Santander S.A. E.S.P.	498	166	\$ 1.615.299.666
Compañía Energética Del Tolima S.A. E.S.P.	454	151	\$ 1.549.488.799
Empresas Municipales De Cali E.I.C.E. E.S.P.	432	144	\$ 1.415.860.057
Centrales Eléctricas De Nariño S.A. E.S.P.	429	143	\$ 1.467.379.640
Intercolombia S.A. E.S.P.	419	140	\$ 1.477.115.844
Central Hidroeléctrica De Caldas S.A. E.S.P.	416	139	\$ 1.468.519.711
Empresa De Energía De Casanare S.A. E.S.P.	336	112	\$ 1.147.162.328
Centrales Eléctricas Del Norte De Santander S.A. E.S.P.	313	104	\$ 1.103.484.827

Compañía Energética De Occidente S.A.S. E.S.P.	305	102	\$ 1.107.692.389
International Colombia Resources Corporation	274	91	\$ 1.044.414.888
Electricadora Del Huila S.A. E.S.P.	268	89	\$ 1.083.403.553
Empresa Distribuidora Del Pacifico S.A. E.S.P.	254	85	\$ 975.715.358
Empresa De Energía Eléctrica Del Departamento Del Guaviare S.A. E.S.P.	168	56	\$ 757.226.611
Traselca S.A. E.S.P.	135	45	\$ 616.005.529
Electricadora Del Caquetá S.A. E.S.P.	100	33	\$ 572.939.026
Empresa De Energía De Cundinamarca S.A. E.S.P.	96	32	\$ 559.911.626
Empresa De Energía Del Bajo Putumayo S.A. E.S.P.	92	31	\$ 556.437.831
Empresa De Energía De Arauca E.S.P.	54	18	\$ 424.958.893
Termoyopal Generación 2 S.A.S E.S.P.	25	8	\$ 354.751.504
Distasa S.A. E.S.P.	17	6	\$ 402.576.679
Zona Franca Celsia S.A E.S.P.*	3	1	\$ 383.031.457
TOTAL	10703	3568	\$ 36.559.853.316

Fuente: Elaborado a partir de la información entregada por la UPME

Una vez conocidas las proyecciones de demanda del mercado, se procedió a determinar la participación de PTI S.A. Debido a que no se cuenta con un buen volumen de datos históricos de ventas, se encontró que los métodos para la realización de pronósticos basados en las series de tiempo y los métodos causales, no describen la realidad del comportamiento de la demanda, por esta razón, se optó por la construcción de un modelo de simulación de Montecarlo, para ello se parte del hecho de que 24 de las 30 empresas distribuidoras de energía eléctrica del país, independientemente del proveedor que seleccionen, están obligadas a adquirir sistemas de indicación remota. La construcción del modelo fue basada en lo afirmado por Jerry Banks en su texto Introduction to Simulation, de esta manera las variables del análisis se enumeran a continuación:

Tabla 33: Variables para la construcción de la simulación de Montecarlo

Eventos

- Selección de proveedores de sistemas de indicación remota.

Entidades

- Empresas distribuidoras de energía eléctrica.
- Proveedores de sistemas de indicación remota.

Parámetros

- Número de empresas distribuidoras de energía eléctrica.
- Número de proveedores de sistemas de indicación remota.
- Precio unitario de indicadores de falla.
- Precio unitario de colectores o receptores.
- Costo de hardware y software.
- Costo de instalación.

Atributos

- Número de indicadores de falla requeridos por el cliente.
- Número de colectores o receptores requeridos por el cliente.

Variables

- Variables: Proveedor de sistemas de indicación remota seleccionado.
- Número de indicadores de falla vendidos por PTI S.A.
- Ventas PTI S.A.
- Participación en el mercado de PTI S.A.

Fuente: Adaptado de (Banks, 1999)

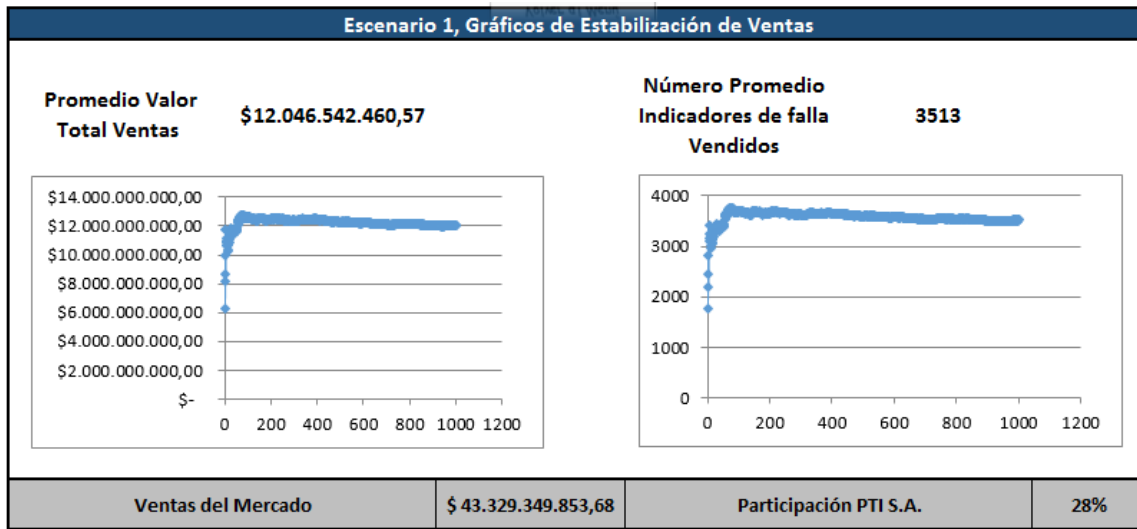
Con el fin de tener una perspectiva clara de las ventas que PTI S.A. pueda realizar, se procedió a construir tres escenarios de demanda, todos ellos se sustentan en la probabilidad que tiene la empresa de ganar una licitación. Los escenarios se describen a continuación:

- Escenario 1: Tiene en cuenta el número de licitaciones ganadas por PTI S.A. en todas las líneas de producto vendidas. A la fecha la empresa había ganado 207 de 625 licitaciones (33,12%)
- Escenario 2: Tiene en cuenta el número de licitaciones ganadas por PTI S.A. en la línea de indicadores de falla. A la fecha la empresa había ganado 3 de 5 licitaciones (60%)
- Escenario 3: Escenario optimista de demanda, donde se considera que PTI S.A. ganaría el 70% de las licitaciones.

Una vez definido lo anterior, se procede a realizar la simulación de Montecarlo. La generación de variables aleatorias se realizó a través de Excel; adicionalmente mediante una macro desarrollada en VBA (Ver apéndice I) se produjeron 1000 iteraciones⁶. Los resultados para cada escenario se muestran a continuación:

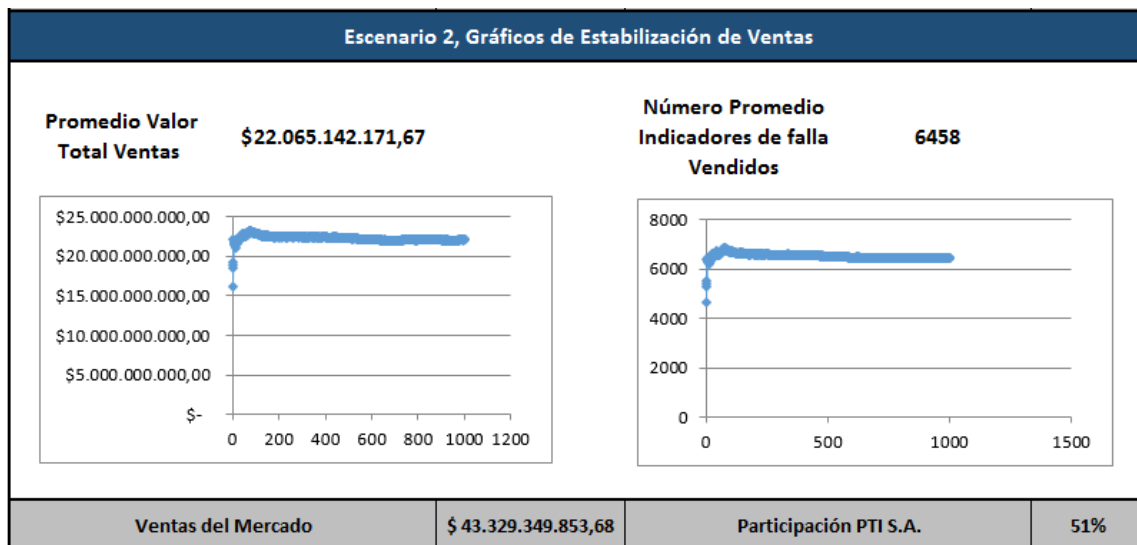
⁶ A través de la realización de 1000 iteraciones se logra estabilizar el promedio de las ventas para así obtener un buen estimado de las mismas.

Gráfico 8: Estabilización de ventas, escenario 1



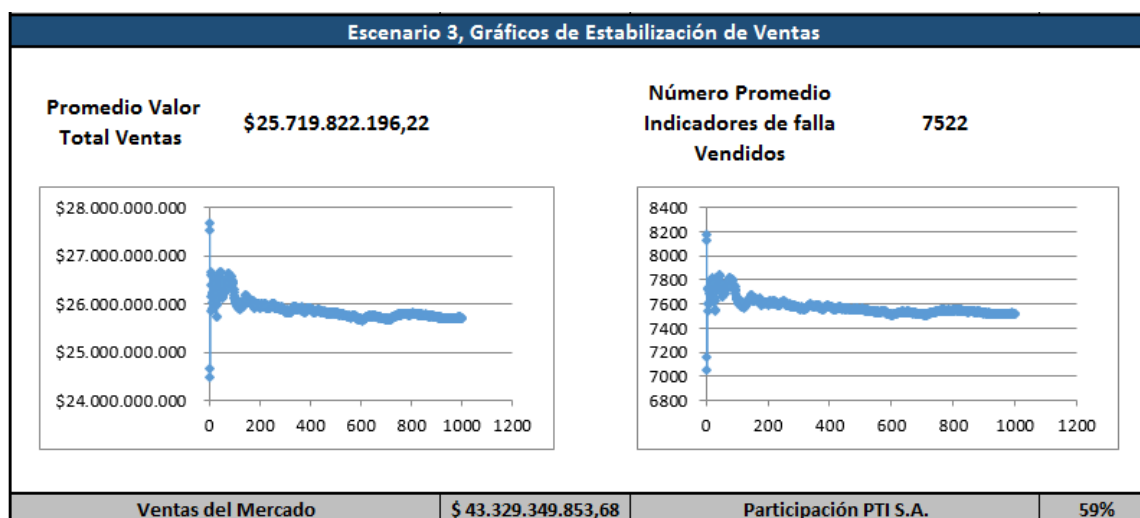
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: Estabilización de ventas, escenario 2



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Estabilización de ventas, escenario 3



Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Escenarios de venta, proyecciones para el corto plazo

Año	Ventas Mercado	Ventas PTI S.A. Escenario 1	Ventas PTI S.A. Escenario 2	Ventas PTI S.A. Escenario 3
2015	\$ 43.329.349.853	\$ 12.046.542.460	\$ 22.065.142.171	\$ 25.719.822.196

Fuente: Elaboración propia

Hasta el momento se ha obtenido una perspectiva de ventas enfocada únicamente en el corto plazo, sin embargo para efectos del presente estudio se requiere tener un mayor panorama de la demanda de sistemas de indicación remota. Por esta razón y debido a que la demanda de estos equipos está netamente ligada al número de circuitos y subestaciones eléctricas pertenecientes a los operadores de red, se procedió a investigar con la UPME acerca del número de proyectos de expansión de redes eléctricas⁷ registrados año a año.

⁷ Se tuvieron en cuenta únicamente aquellos proyectos relacionados con la construcción de nuevos circuitos y subestaciones eléctricas.

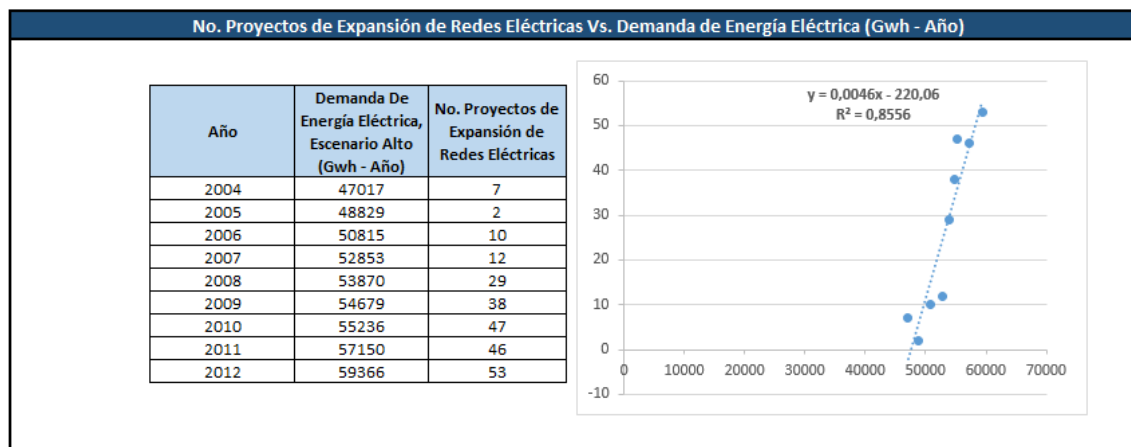
Tabla 35: Número de proyectos de expansión de redes eléctricas

Año	No. Proyectos de Expansión de Redes Eléctricas
2004	7
2005	2
2006	10
2007	12
2008	29
2009	38
2010	47
2011	46
2012	53

Fuente: UPME

Fue posible observar una fuerte relación entre la demanda de energía eléctrica registrada año a año y el número de proyectos de expansión de redes eléctricas.

Gráfico 11: Número de proyectos de expansión de redes eléctricas Vs. demanda de energía eléctrica



Fuente: Elaborado a partir de la información entregada por la UPME

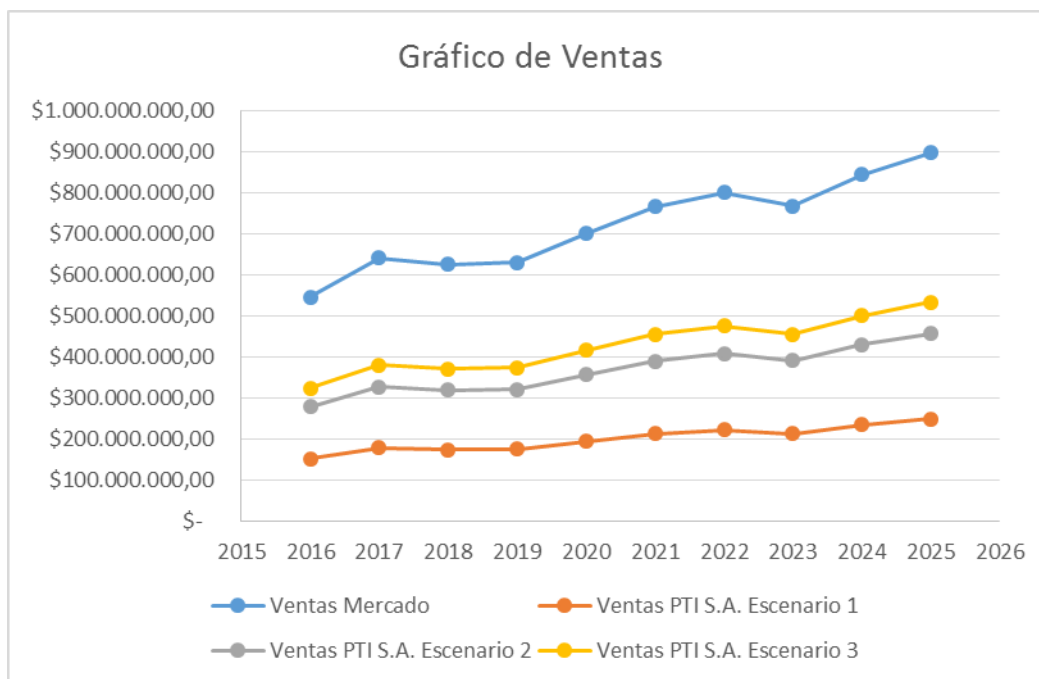
Finalmente, se tiene en cuenta que la instalación de diferentes tipos de sistemas de indicación remota representan costosos cambios dentro del software y el hardware de una empresa, por lo tanto lo más probable es que los operadores de red controlen sus nuevos circuitos o subestaciones haciendo uso de un proveedor único. De esta manera, a partir de la participación del mercado calculada previamente se obtiene un estimado de las ventas en el largo plazo.

Gráfico 12: Escenarios de venta, proyecciones para el largo plazo

Año	Ventas Mercado	Ventas PTI S.A. Escenario 1	Ventas PTI S.A. Escenario 2	Ventas PTI S.A. Escenario 3
2016	\$ 546.303.980	\$ 151.884.902	\$ 278.201.150	\$ 324.279.992
2017	\$ 641.305.934	\$ 178.297.601	\$ 326.580.173	\$ 380.672.100
2018	\$ 625.713.563	\$ 173.962.568	\$ 318.639.877	\$ 371.416.641
2019	\$ 631.231.859	\$ 175.496.780	\$ 321.450.028	\$ 374.692.240
2020	\$ 700.317.089	\$ 194.704.041	\$ 356.631.156	\$ 415.700.467
2021	\$ 766.620.127	\$ 213.137.791	\$ 390.395.474	\$ 455.057.217
2022	\$ 801.595.277	\$ 222.861.676	\$ 408.206.304	\$ 475.818.078
2023	\$ 768.412.673	\$ 213.636.159	\$ 391.308.315	\$ 456.121.253
2024	\$ 844.690.519	\$ 234.843.131	\$ 430.152.228	\$ 501.398.937
2025	\$ 898.206.707	\$ 249.721.846	\$ 457.404.940	\$ 533.165.553

Fuente: Elaborado a partir de la información entregada por la UPME

Gráfico 13: Proyecciones de venta PTI S.A.



Fuente: Elaboración propia

Estudio de localización:

Teniendo en cuenta la ubicación geográfica de las instalaciones de PTI S.A. en el país, se establece que los posibles lugares para la ubicación del centro de ensambles son Bogotá y Cali. Los factores que influyen sobre la decisión para la selección de la locación se presentan a continuación (Mendez, 2014):

1. Costo del transporte.
2. Costo y disponibilidad de terreno.
3. Costo de adquisición de los equipos para la prueba de conectores e indicadores de falla.

A continuación se presenta el análisis realizado para cada una de las ciudades:

➤ **Cali:**

- ✓ Teniendo en cuenta que los clientes están ubicados en diferentes regiones del país, se consultó con el Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga (SICE-TAC) acerca del valor para el traslado de los equipos desde la ciudad de Cali. ver tabla 36.

Tabla 36: Costos de transporte desde las ciudades de Bogotá y Cali:

EMPRESA	CIUDAD	Desde Bogotá	Desde Cali
EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P.	Medellín	\$ 1.207.860	\$ 1.372.495
EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA S.A. E.S.P.	Bogotá	\$ 34.140	\$ 1.449.645
ELECTRIFICADORA DEL CARIBE S.A. E.S.P.	Barranquilla	\$ 2.645.274	\$ 3.202.039
EMPRESA DE ENERGIA DEL PACIFICO S.A. E.S.P.	Cali	\$ 1.449.645	\$ 34.140
ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P.	Bucaramanga	\$ 1.148.866	\$ 2.241.128
COMPAÑIA ENERGETICA DEL TOLIMA S.A. E.S.P.	Ibague	\$ 604.593	\$ 809.047
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI E.I.C.E. E.S.P.	Cali	\$ 1.449.645	\$ 34.140
CENTRALES ELECTRICAS DE NARIÑO S.A. E.S.P.	Pasto	\$ 2.772.700	\$ 1.338.042
INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P.	Medellín	\$ 1.207.860	\$ 1.372.495
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS S.A. E.S.P.	Manizales	\$ 994.790	\$ 743.906
EMPRESA DE ENERGIA DE CASANARE S.A. E.S.P.	Yopal	\$ 1.230.946	\$ 2.588.174
CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	Cúcuta	\$ 1.881.203	\$ 2.977.432
COMPAÑIA ENERGETICA DE OCCIDENTE S.A.S. ESP	Popayan	\$ 1.864.151	\$ 335.813
INTERNATIONAL COLOMBIA RESOURCES CORPORATION	Bogotá	\$ 34.140	\$ 1.449.645
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A. E.S.P.	Neiva	\$ 903.203	\$ 1.038.327
EMPRESA DISTRIBUIDORA DEL PACIFICO S.A. E.S.P.	Quibdo	\$ 34.140	\$ 34.140
EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DEL DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE S.A. E.S.P.	San José del Guaviare	\$ 34.140	\$ 34.140
TRANSELCA S.A. E.S.P.	Barranquilla	\$ 2.645.274	\$ 3.202.039
ELECTRIFICADORA DEL CAQUETA S.A. E.S.P.	Florencia	\$ 1.640.080	\$ 1.214.230
EMPRESA DE ENERGIA DE CUNDINAMARCA S.A. E.S.P.	Bogotá	\$ 34.140	\$ 1.449.645
EMPRESA DE ENERGIA DEL BAJO PUTUMAYO S.A. E.S.P.	Mocoa	\$ 1.909.299	\$ 1.193.302
EMPRESA DE ENERGÍA DE ARAUCA E.S.P.	Arauca	\$ 34.140	\$ 34.140
TERMOYOPAL GENERACION 2 S.A.S E.S.P.	Yopal	\$ 1.230.946	\$ 2.588.174
DISTASA S.A. E.S.P.	Bogotá	\$ 34.140	\$ 1.449.645
ZONA FRANCA CELSIA S.A E.S.P.	Barranquilla	\$ 2.645.274	\$ 3.202.039
EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA S.A. E.S.P. EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS	Tunja	\$ 645.554	\$ 2.209.176
ELECTRIFICADORA DEL META S.A. E.S.P.	Villavicencio	\$ 467.872	\$ 1.986.751
EMPRESA DE ENERGIA DE PEREIRA S.A. E.S.P.	Pereira	\$ 1.085.591	\$ 540.411

Fuente: SICE-TAC

Dado que aún se desconoce cuáles serían los clientes de la línea, se procedió a estimar el costo total del transporte a través de una simulación de Montecarlo. El procedimiento empleado es semejante al realizado de manera previa. Los resultados se presentan en la tabla 37.

Tabla 37: Costos de transporte desde la ciudad de Cali

Costos de Transporte	
Costos	Cali
Costo Transporte Escenario 1	\$ 12.323.762
Costo Transporte Escenario 2	\$ 20.203.850
Costo Transporte Escenario 3	\$ 28.391.283

Fuente: Elaborado a partir de la información entregada por el SICE-TAC

- ✓ El ensamble se llevaría a cabo en los laboratorios de pruebas que existen actualmente en las instalaciones de PTI S.A. en la ciudad de Cali, de esta manera no se pagarían arriendos extra ni se comprarían nuevos equipos de pruebas.

➤ **Bogotá**

- ✓ Teniendo en cuenta que los clientes están ubicados en diferentes regiones del país, se consultó con el Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga (SICE-TAC) acerca del valor para el traslado de los equipos desde la ciudad de Bogotá. Dado que aún se desconoce cuáles serían los clientes de la línea, se procedió a estimar el costo total del transporte a través de una simulación de Montecarlo. Los resultados se presentan en la tabla 38.

Tabla 38: Costos de transporte desde la ciudad de Bogotá

Costos de Localización	
Costos	Bogotá
Costo Transporte Escenario 1	\$ 9.533.812
Costo Transporte Escenario 2	\$ 15.912.700
Costo Transporte Escenario 3	\$ 22.533.669

Fuente: Elaborado a partir de la información entregada por el SICE-TAC

- ✓ Debido a que Las instalaciones de PTI S.A. en Bogotá se prestan únicamente para el desarrollo de actividades administrativas, se procedió a consultar el valor del alquiler de una bodega ubicada en el sector de Puente Aranda (zona industrial). Se encontró que un espacio adecuado con todas las condiciones necesarias para llevar a cabo las operaciones de ensamble de los equipos tiene un costo mensual de \$5.500.000.
- ✓ Los equipos usados para la realización de las pruebas a los dispositivos ensamblados tienen un costo de EUR 26.095, aproximadamente COP 67'245.000⁸

Apéndice G

Para el desarrollo del presente trabajo, se hizo uso del modelo SCOR como una herramienta que permite, no solo realizar la caracterización de la cadena de abastecimiento, sino también elegir una u otra alternativa de decisión a través del análisis y la comparación de los KPI's. El procedimiento empleado fue adaptado de los textos “Análisis del modelo

⁸ Dichos equipos se usan también para la realización de pruebas a transformadores; por esta razón no pueden ser trasladados de la ciudad de Cali a Bogotá.

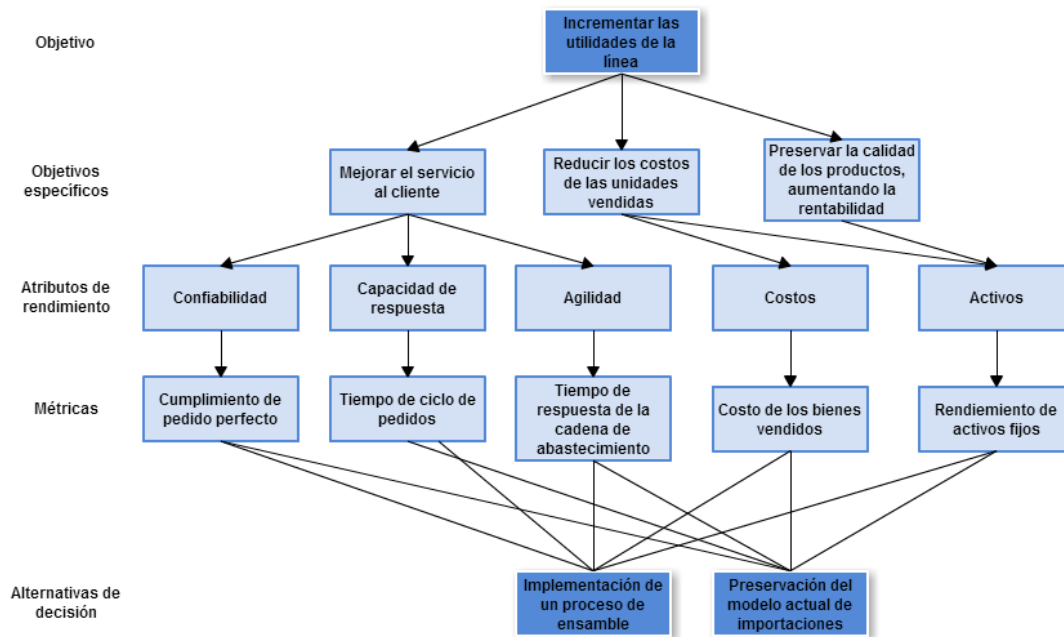
SCOR para la Gestión de la Cadena de Suministro” y “Propuesta metodológica para la aplicación del modelo Supply Chain Operations Reference”. De esta manera, se procede en primera instancia a realizar el proceso de planeación de la cadena de abastecimiento P1.

Nivel superior, Proceso de planeación de la cadena de abastecimiento P1.

De acuerdo a lo planteado en el alcance del estudio, se busca evaluar la viabilidad de la creación de un proceso de ensambles en PTI S.A. La implementación del mismo no será factible en la medida que no se superen los resultados obtenidos por el modelo usado actualmente. De esta manera, se tiene como principal objetivo el incremento de las utilidades de la línea de sistemas de indicación remota, a través de la mejora en el servicio al cliente⁹, la reducción de los costos de las unidades vendidas y la preservación de la calidad de los equipos. En el gráfico 14 se muestran los atributos de rendimiento y las métricas (KPI's) definidas para la evaluación de las posibles alternativas de decisión. Ver también la tabla 39.

⁹ Respondiendo específicamente a requerimientos de tiempos de entrega

Gráfico 14: Planeación de la cadena de abastecimiento



Fuente: Adaptado de (Ren, C., Dong, J., Ding, H. and Wang, W., 2006)

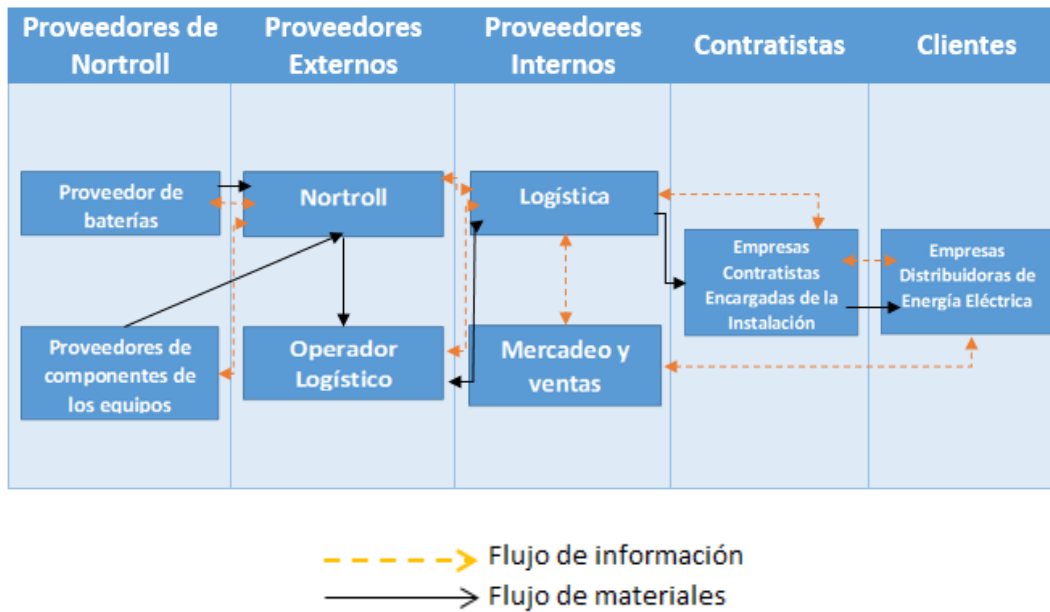
Tabla 39: KPI's de la cadena de abastecimiento

Atributos de rendimiento	Puntos de vista internos		Puntos de vista externos		
	Confiabilidad	Capacidad de respuesta	Agilidad	Costos	Activos
Cumplimiento de pedido perfecto	X				
Tiempo de ciclo de pedidos		X			
Tiempo de respuesta de la cadena de abastecimiento			X		
Costo de los bienes vendidos				X	
Rendimiento de activos fijos					X

Fuente: Adaptado de Supply Chain Council

Una vez establecidos los objetivos, atributos y métricas, se procede a definir el alcance de la cadena de abastecimiento. Hasta la fecha se ha hecho uso del modelo presentado en el gráfico 15.

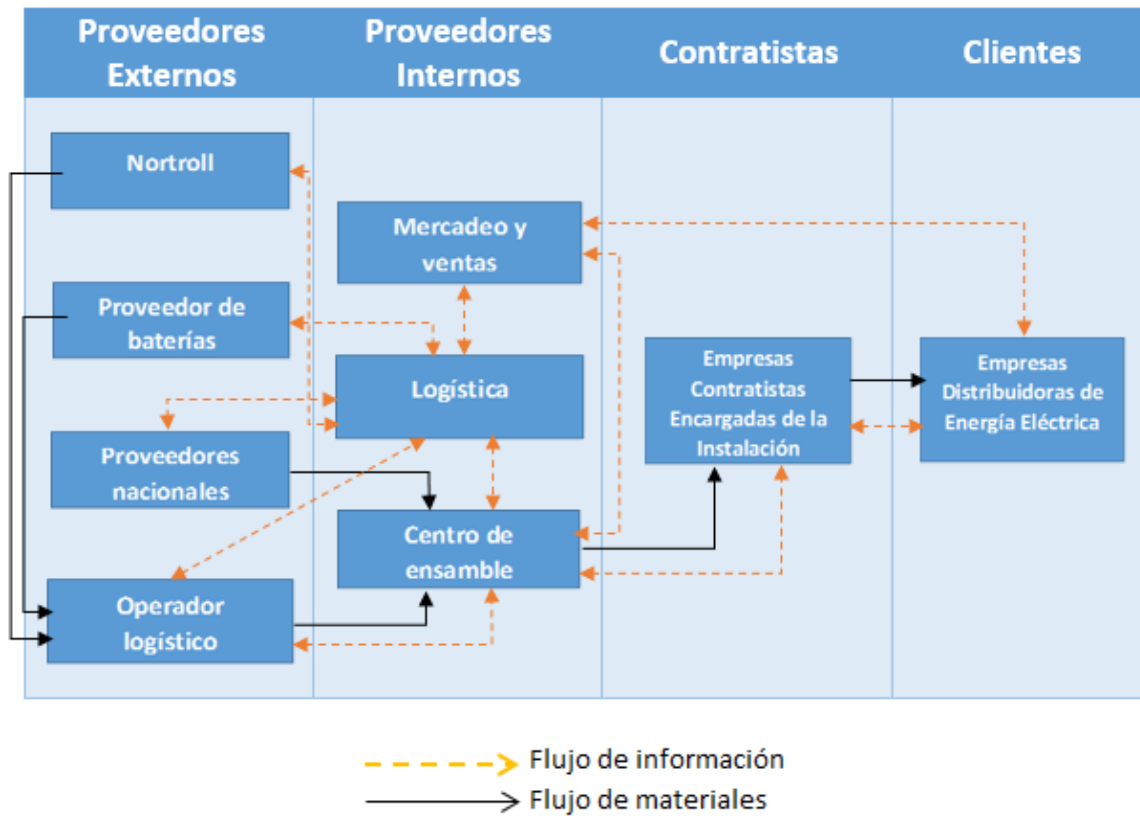
Gráfico 15: Cadena de abastecimiento para los sistemas de indicación remota, modelo actual



Fuente: Adaptado de Supply Chain Council

La idea de la creación de un proceso de ensamble dentro de PTI S.A. involucra cambios en varios de los eslabones de la cadena. En primera instancia es posible observar que Nortroll se aprovisiona de fuentes externas; al indagar con los expertos en el tema se encontró que la empresa se dedica exclusivamente al desarrollo de tecnología tanto de software como también de hardware, tercerizando toda la producción de los componentes de los equipos y realizando compras periódicas de baterías, de esta manera Nortroll se encarga únicamente de la realización de los ensambles. Partiendo de lo anterior, se propone un modelo que al eliminar el primer eslabón de la cadena, permita que PTI S.A. sea el encargado de realizar el aprovisionamiento de los componentes y las baterías, siempre y cuando Nortroll sea el proveedor de tecnología, esto debido a los acuerdos que existen entre las empresas. Ver gráfico 16.

Gráfico 16: Cadena de abastecimiento para los sistemas de indicación remota, modelo propuesto



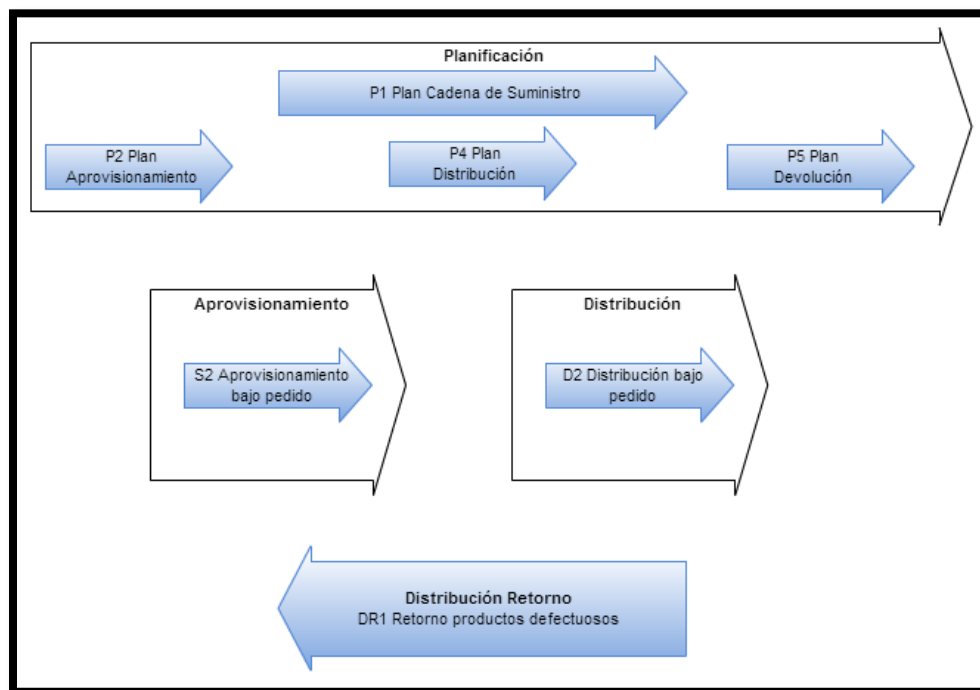
Fuente: Adaptado de Supply Chain Council

Adicionalmente se requiere de la creación de un espacio para el ensamble de los componentes de los equipos, de esta manera se hace necesario realizar una nueva modificación dentro de la cadena., por tal motivo se propone la adecuación de un centro de ensambles en PTI S.A.

Nivel de configuración

Una vez realizada la planeación de la cadena de abastecimiento, se procedió a trabajar sobre el nivel de configuración de los procesos de la misma. Si observamos el gráfico 17 encontramos que actualmente se llevan a cabo únicamente las actividades de aprovisionamiento, distribución y devolución. Se observa también que el sistema se rige bajo una filosofía pull, lo que resulta evidente si se tiene en cuenta que las compras se llevan a cabo únicamente cuando se tiene la plena certeza de que se ha ganado una licitación.

Gráfico 17: Procesos de la cadena de abastecimiento, modelo actual



Fuente: Adaptado de Supply Chain Council

El modelo propuesto se rige bajo las mismas condiciones, se adopta en lo posible una estrategia productiva Just in Time que integra los procesos de aprovisionamiento, manufactura, distribución y devolución.

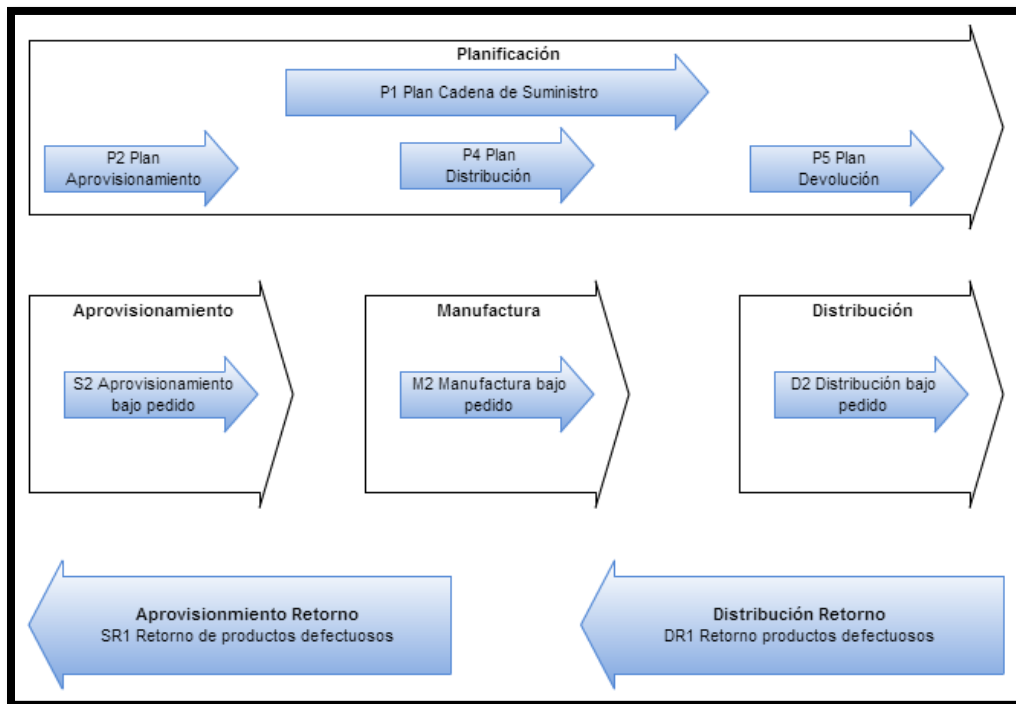
Para el caso de las compras de baterías, tarjetas, sensores y demás componentes de los equipos, no existen exigencias ni restricciones de cantidades mínimas de pedido, por esta razón la adquisición de las mismas se llevaría a cabo únicamente cuando se tenga la total certeza de que se hará pleno uso de ellas. De esta manera esta actividad es catalogada como S2 (Aprovisionamiento bajo pedido) (Supply Chain Council, 2010).

El aprovisionamiento más los procesos de manufactura y distribución se ejecutan teniendo en cuenta el resultado que obtenga la empresa de las participaciones en las licitaciones realizadas por cada cliente, por consiguiente estas dos últimas actividades se denotan como M2 y D2 (Manufactura bajo pedido y distribución bajo pedido, respectivamente) (Supply Chain Council, 2010). Se observa de esta manera que la ejecución de estas tareas se rige bajo las condiciones exigidas por las empresas distribuidoras de energía eléctrica.

Finalmente, se considera el hecho que los equipos y sus componentes no están exentos a presentar fallas de calidad o funcionamiento, por lo cual se deben definir también los procesos de devolución o retorno. De esta manera, PTI S.A. se encargaría de la recolección de todos aquellos dispositivos defectuosos con el fin de tomar las acciones correctivas correspondientes. De igual forma la empresa queda comprometida con la realización de la devolución de todos aquellos componentes defectuosos recibidos durante el proceso de abastecimiento. Estas actividades se denotan como DR1 y SR1 (Distribución retorno de productos defectuosos y aprovisionamiento retorno de productos defectuosos, respectivamente) (Supply Chain Council, 2010).

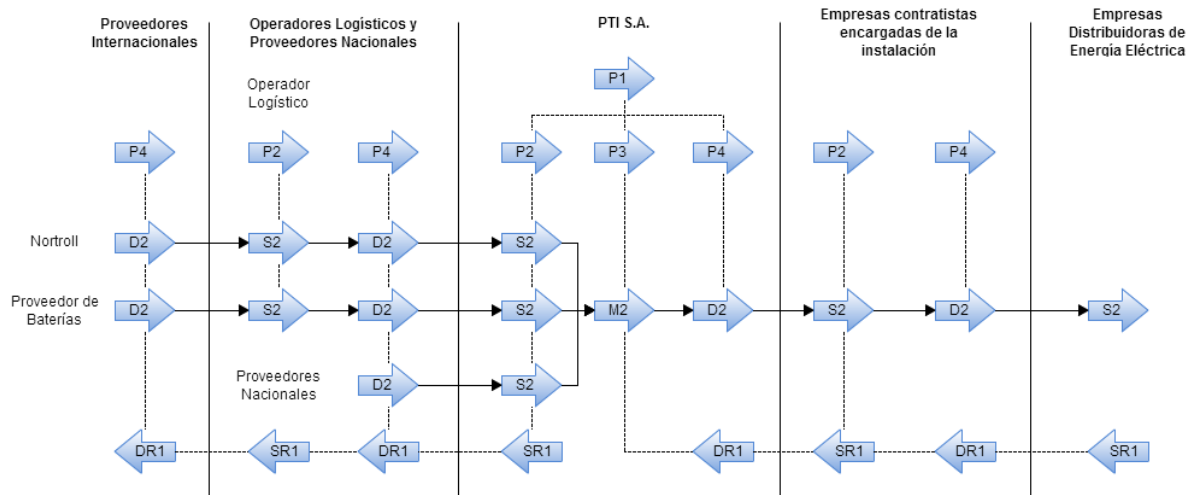
El gráfico 19 muestra todos los procesos que se llevarían a cabo desde la compra de los componentes de los equipos hasta la instalación de los mismos en las redes eléctricas de los clientes.

Gráfico 18: Procesos de la cadena de abastecimiento, modelo propuesto



Fuente: Adaptado de Supply Chain Council

Gráfico 19: Diagrama de hilos, procesos de la cadena de abastecimiento para el modelo propuesto



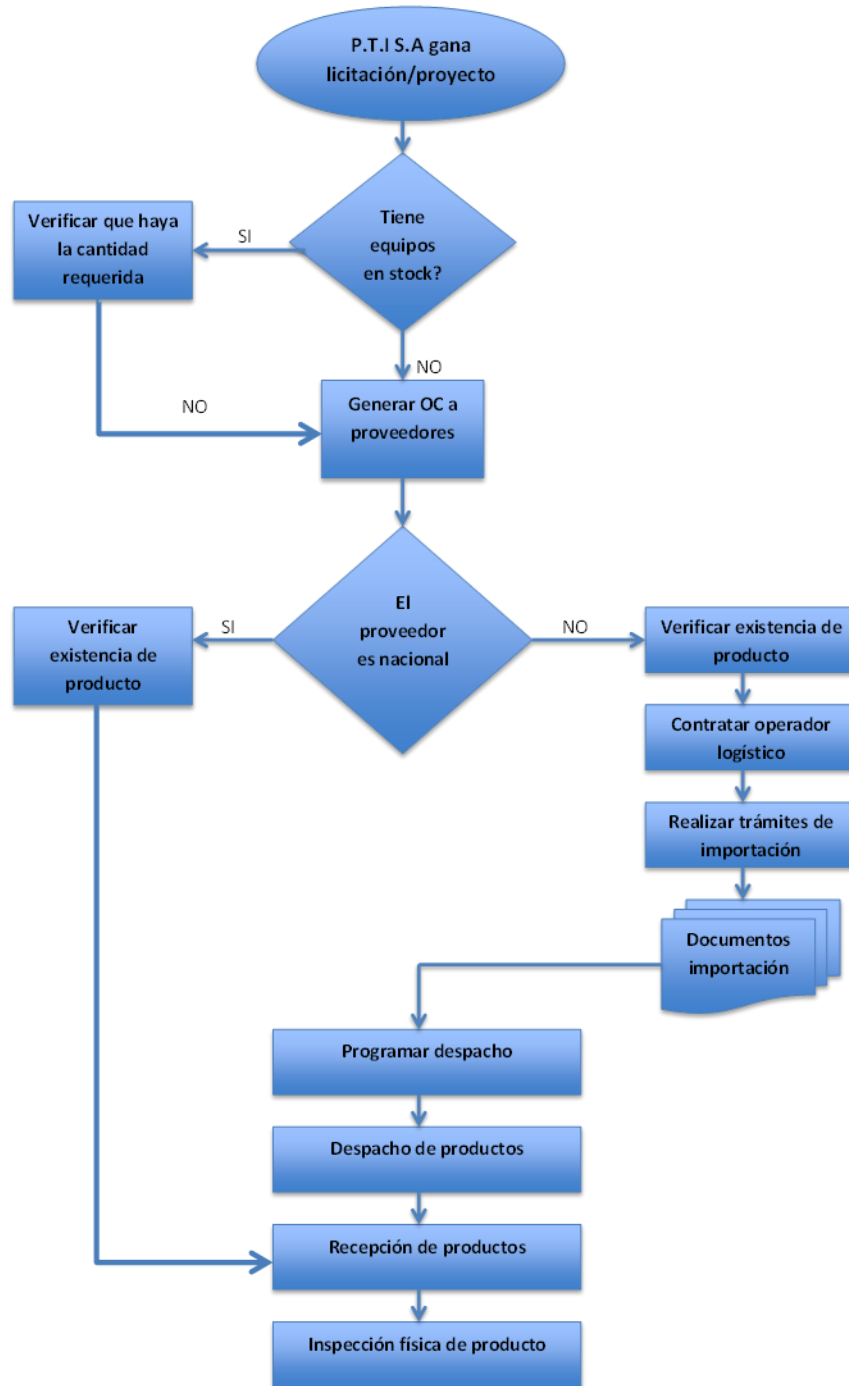
Fuente: Adaptado de Supply Chain Council

Nivel de elementos de proceso

En total son 8 los procesos o actividades que describen la totalidad de la cadena de abastecimiento de los sistemas de indicación remota, los mismos se presentan a continuación:

1.1. Proceso de Abastecimiento

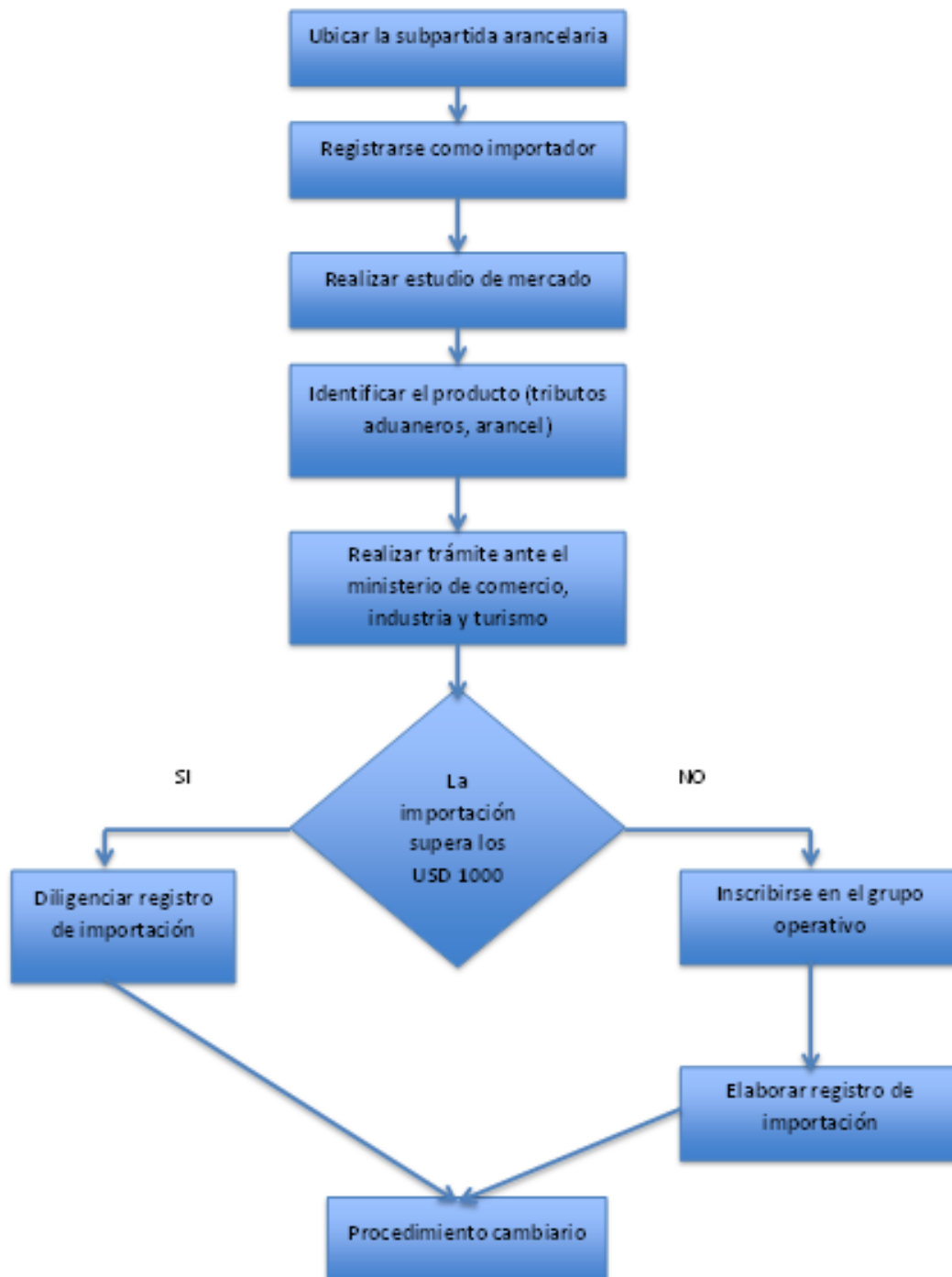
Gráfico 20: Proceso de abastecimiento



Fuente: Elaborado a partir de información entregada por PTI S.A.

1.1.1 Proceso de Importación en Colombia

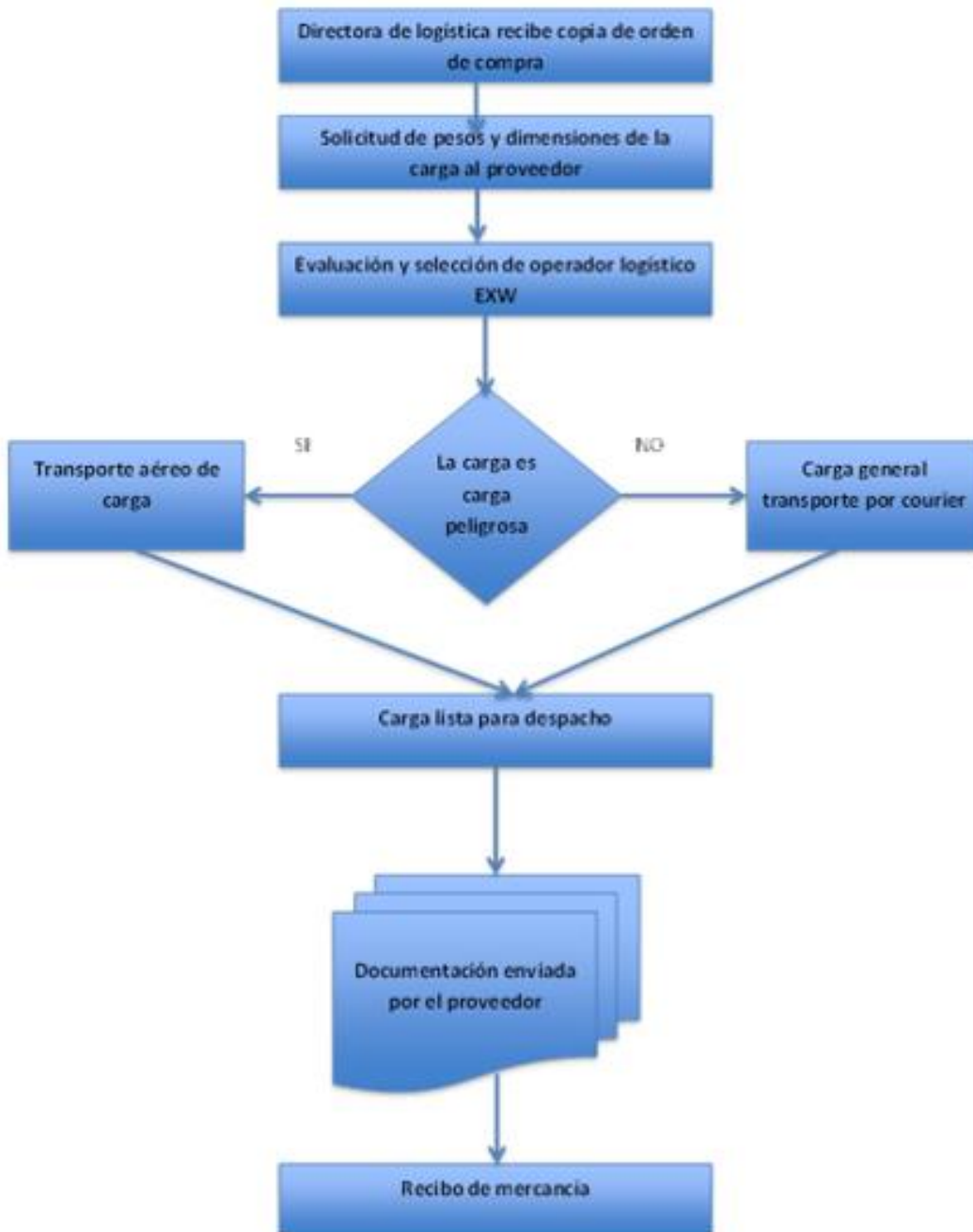
Gráfico 21: Proceso de importación en Colombia



Fuente: PTI S.A.

1.1.2. Proceso de importación de tarjetas y baterías

Gráfico 22: Proceso de importación de tarjetas y baterías




Fuente: Elaborado a partir de información entregada por PTI S.A.

A continuación se muestra la posición arancelaria de las tarjetas principales y los sensores de campo magnético (DIAN, 2014).

Tabla 40: Posición arancelaria para tarjetas principales y sensores de campo magnético

Perfil de la mercancía

DATOS GENERALES						
Nivel Nomenclatura	Código Nomenclatura	Código Complem.	Código Suplem.	Desde	Hasta	Leg
ARIAN	9030.39.00.00			01-ene-2007	...	
Descripción	Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión; instrumentos y aparatos medicoquirúrgicos; partes y accesorios de estos instrumentos o aparatos Osciloscopios, analizadores de espectro y demás instrumentos y aparatos para medida o control de magnitudes eléctricas; instrumentos y aparatos para medida o detección de radiaciones alfa, beta, gamma, X, cósmicas o demás radiaciones ionizantes. - Los demás instrumentos y aparatos para medida o control de tensión, intensidad, resistencia o potencia: - - Los demás, con dispositivo registrador			01-ene-2007	...	
Unidad física	u - Unidades o artículos			01-ene-2007	...	

Fuente: DIAN

El arancel definido para dichos productos es del 5%, de acuerdo a información entregada por la DIAN. Ver tabla 41.

Tabla 41: Arancel para la importación de tarjetas principales y sensores de campo magnético

Gravamen para importaciones – 9030390000	
Concepto	Tarifa - Fórmula
GRAVAMEN ARANCELARIO	5 %

Fuente: DIAN

A continuación se muestra la posición arancelaria de las baterías de litio (DIAN, 2014).

Tabla 42: Posición arancelaria para baterías de litio

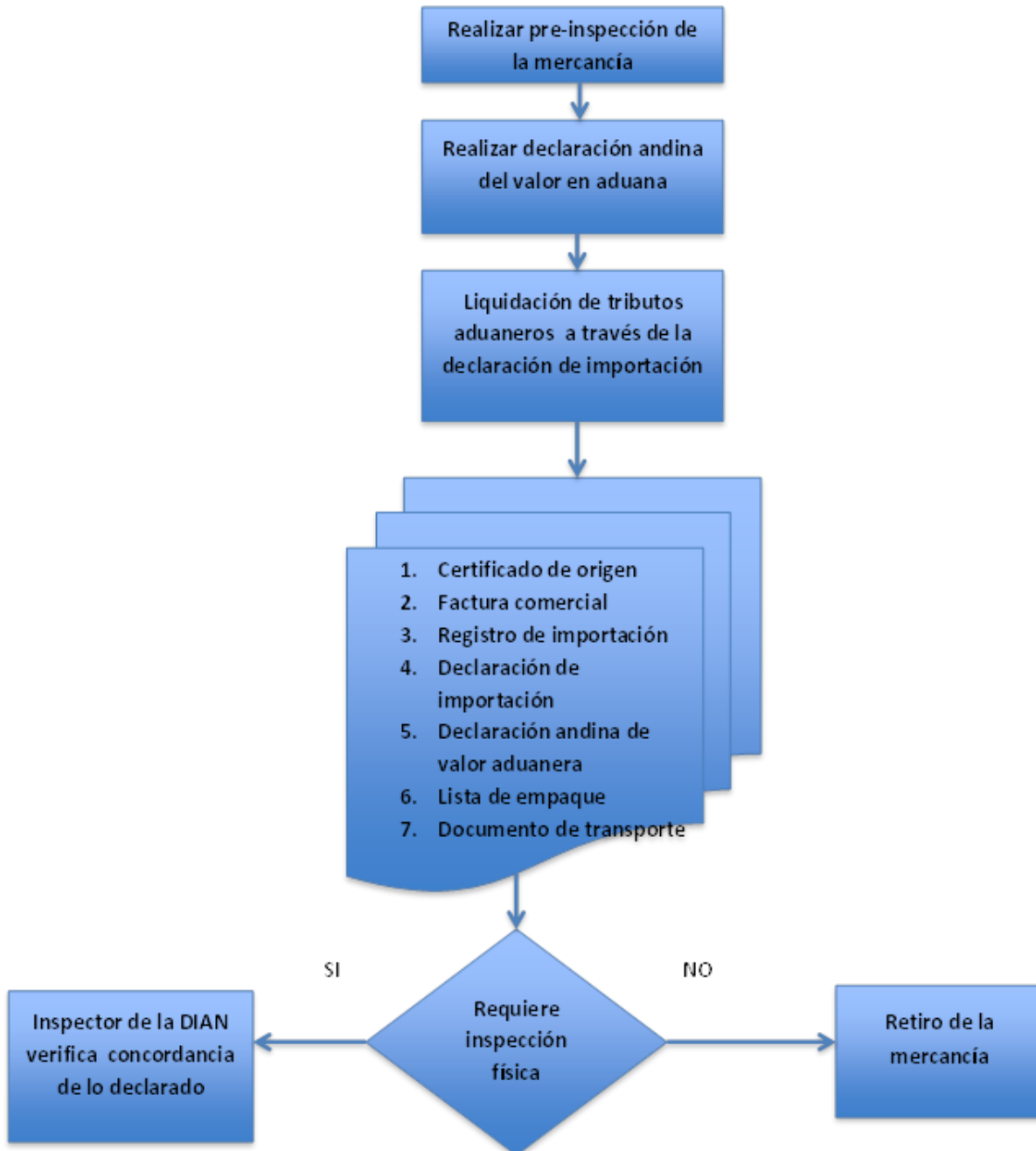
Gravamen general					
Vigentes					
% tributos	Descripción	Norma	Fecha inicial	Fecha final	
0%		DECRETO NÚMERO 1755 DE 2013, MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO	15/08/2013	15/08/2015	
Vigencia Futura					
% tributos	Descripción	Norma	Fecha inicial	Fecha final	
5%		DECRETO NÚMERO 4927 DE 2011, MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO ARTÍCULO 1º, CAPÍTULO 85	16/08/2015		

Fuente: DIAN

Debido al TLC con USA, los aranceles para productos fabricados en dicho país son del 0% (DIAN, 2014).

1.1.3 Proceso de nacionalización de mercancías

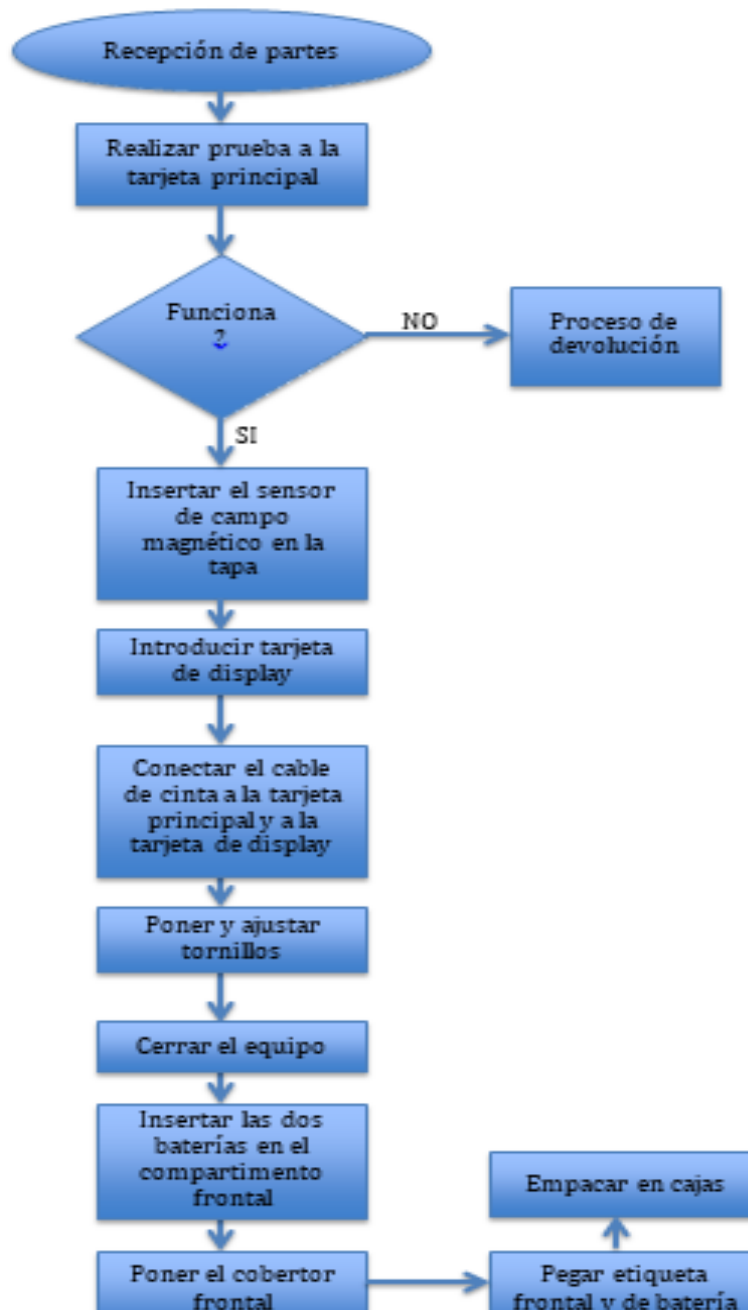
Gráfico 23: Proceso de nacionalización de mercancías



Fuente: PTI S.A.

2.1. Proceso de ensamble de equipos receptores de información

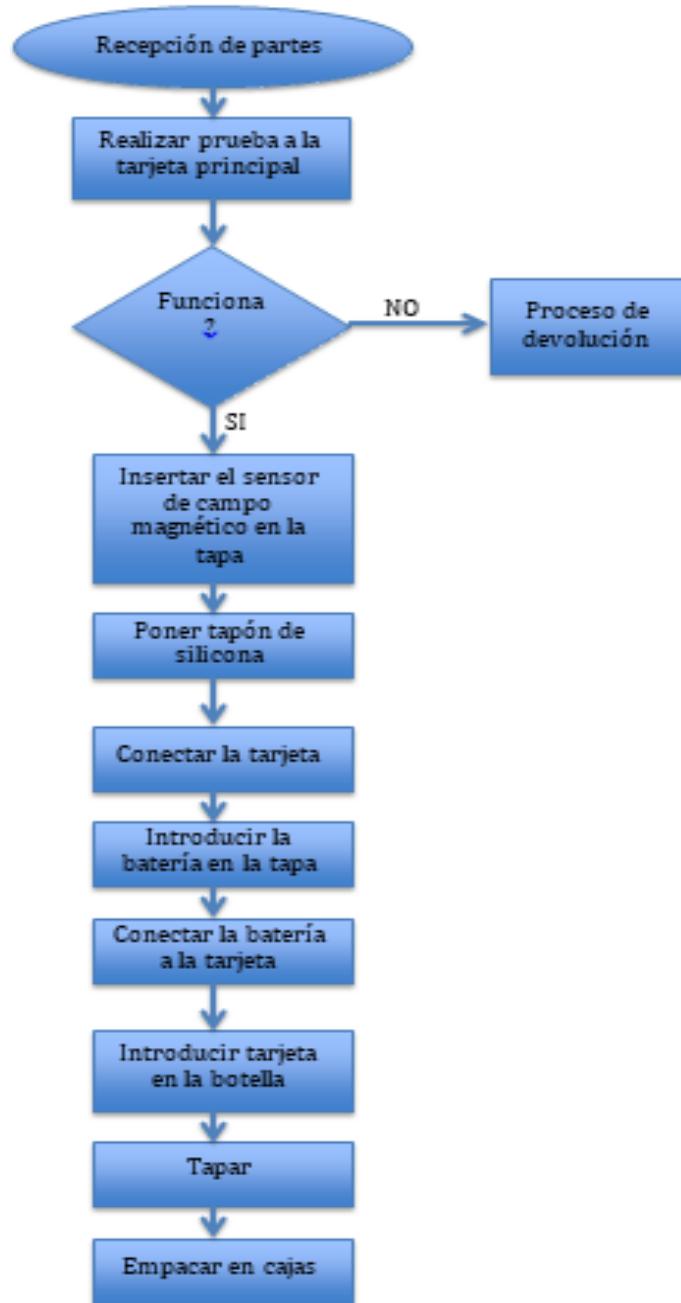
Gráfico 24: Proceso de ensamble de equipos receptores de información



Fuente: Elaborado a partir de información entregada por NORTROLL

2.2. Proceso de ensamble de indicadores de falla

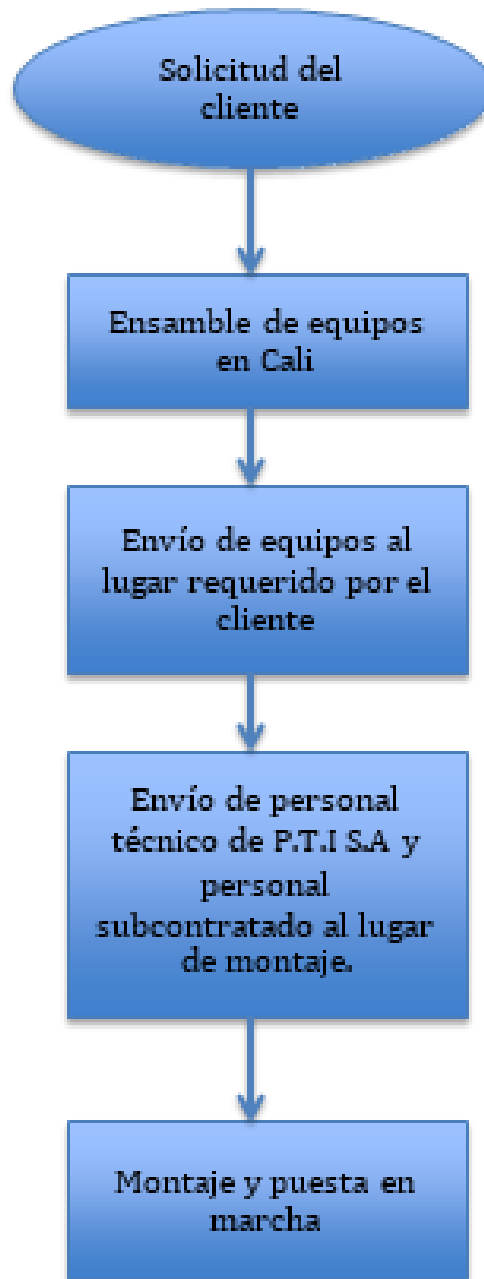
Gráfico 25: Proceso de ensamble de indicadores de falla



Fuente: Elaborado a partir de información entregada por NORTROLL

3.1. Proceso de distribución de equipos para la instalación de los sistemas de indicación remota

Gráfico 26: Proceso de distribución de equipos para la instalación de sistemas de indicación remota



Fuente: Elaborado a partir de información entregada por PTI S.A.

4.1. Proceso de devolución de equipos

Gráfico 27: Proceso de devolución de equipos



Fuente: Elaborado en base a información entregada por PTI S.A.

Apéndice H

A continuación se muestran los cálculos de los flujos de caja que se usaron para realizar la evaluación de los modelos actual y propuesto en cada uno de sus escenarios.

Modelo actual

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Inflación Colombia: 2,86% (Banco de la República, Banco Central de Colombia, 2014)
- Inflación Noruega: 2,10% (Global-rates.com, 2014)
- Impuestos: 16%
- Otros Costos: Hace referencia al precio definido para la adquisición del Software de control de la línea.

Tabla 43: Flujo de caja neto Escenario 1, modelo actual

Flujo de caja neto	Flujo de caja neto Escenario 1, modelo actual					
	2015	2016	2017	2018	2019	
Ingresos	\$ 11.284.126.748	\$ 127.614.343	\$ 128.202.368	\$ 140.369.572	\$ 157.414.990	
Costos de agente aduanero	\$ 817.447	\$ 819.785	\$ 822.130	\$ 824.481	\$ 826.839	
Costos de los equipos	\$ 2.561.498.120	\$ 62.601.000	\$ 67.564.218	\$ 72.527.436	\$ 77.490.654	
Costos de instalación	\$ 267.946.186	\$ 6.365.714	\$ 7.097.830	\$ 7.866.616	\$ 8.673.570	
Otros Costos	\$ 6.421.069	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Utilidad Bruta	\$ 8.448.261.374	\$ 58.647.629	\$ 53.540.320	\$ 59.975.521	\$ 71.250.766	
Gastos de administración y ventas	\$ 173.086.009	\$ 29.732.057	\$ 30.582.394	\$ 31.457.050	\$ 32.356.722	
Gastos no operacionales	\$ 54.753.718	\$ 9.405.386	\$ 9.674.380	\$ 9.951.067	\$ 10.235.667	
EBITDA	\$ 8.220.421.647	\$ 19.510.186	\$ 13.283.547	\$ 18.567.403	\$ 28.658.377	
Depreciación	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	
Amortización	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	
EBIT	\$ 8.212.620.910	\$ 11.709.449	\$ 5.482.810	\$ 10.766.666	\$ 20.857.640	
Impuestos	\$ 1.314.019.346	\$ 1.873.512	\$ 877.250	\$ 1.722.667	\$ 3.337.222	
Utilidad Neta	\$ 6.898.601.564	\$ 9.835.937	\$ 4.605.560	\$ 9.044.000	\$ 17.520.418	
Depreciación	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	
Amortización	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	
Flujo de caja neto	\$ 6.906.402.301	\$ 17.636.674	\$ 12.406.297	\$ 16.844.737	\$ 25.321.155	

Fuente: elaboración propia

Tabla 44: Flujo de caja neto Escenario 2, modelo actual

Flujo de caja neto Escenario 2, modelo actual					
Flujo de caja neto	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos	\$ 18.964.806.437	\$ 254.394.384	\$ 259.321.394	\$ 285.361.750	\$ 307.093.600
Costos de agente aduanero	\$ 817.447	\$ 819.785	\$ 822.130	\$ 824.481	\$ 826.839
Costos de los equipos	\$ 4.299.428.099	\$ 88.202.890	\$ 95.316.835	\$ 102.430.781	\$ 109.544.726
Costos de instalación	\$ 438.732.196	\$ 8.895.864	\$ 9.918.970	\$ 10.993.322	\$ 12.121.012
Otros Costos	\$ 9.203.532	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Bruta	\$ 14.217.442.611	\$ 157.295.630	\$ 154.085.589	\$ 171.937.648	\$ 185.427.861
Gastos de administración y ventas	\$ 173.086.009	\$ 44.509.067	\$ 45.782.026	\$ 47.091.392	\$ 48.438.206
Gastos no operacionales	\$ 54.753.718	\$ 14.079.919	\$ 14.482.604	\$ 14.896.807	\$ 15.322.855
EBITDA	\$ 13.989.602.884	\$ 98.706.644	\$ 93.820.958	\$ 109.949.449	\$ 121.666.799
Depreciación	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
EBIT	\$ 13.981.802.147	\$ 90.905.907	\$ 86.020.221	\$ 102.148.711	\$ 113.866.062
Impuestos	\$ 2.237.088.343	\$ 14.544.945	\$ 13.763.235	\$ 16.343.794	\$ 18.218.570
Utilidad Neta	\$ 11.744.713.803	\$ 76.360.962	\$ 72.256.985	\$ 85.804.918	\$ 95.647.492
Depreciación	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
Flujo de caja neto	\$ 11.752.514.540	\$ 84.161.699	\$ 80.057.722	\$ 93.605.655	\$ 103.448.229

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Flujo de caja neto Escenario 3, modelo actual

Flujo de caja neto Escenario 3, modelo actual					
Flujo de caja neto	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos	\$ 26.586.480.177	\$ 375.155.498	\$ 344.070.705	\$ 379.419.332	\$ 390.511.720
Costos de agente aduanero	\$ 817.447	\$ 819.785	\$ 822.130	\$ 824.481	\$ 826.839
Costos de los equipos	\$ 6.024.631.816	\$ 121.682.284	\$ 131.608.719	\$ 141.535.155	\$ 151.461.591
Costos de instalación	\$ 614.923.666	\$ 12.412.834	\$ 13.840.424	\$ 15.339.518	\$ 16.913.041
Otros Costos	\$ 12.842.137	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Bruta	\$ 19.934.082.557	\$ 241.060.380	\$ 198.621.562	\$ 222.544.658	\$ 222.137.089
Gastos de administración y ventas	\$ 173.086.009	\$ 58.751.969	\$ 60.432.275	\$ 62.160.638	\$ 63.938.432
Gastos no operacionales	\$ 54.753.718	\$ 18.585.493	\$ 19.117.038	\$ 19.663.785	\$ 20.226.169
EBITDA	\$ 19.706.242.830	\$ 163.722.919	\$ 119.072.249	\$ 140.720.235	\$ 137.972.487
Depreciación	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
EBIT	\$ 19.698.442.093	\$ 155.922.182	\$ 111.271.512	\$ 132.919.498	\$ 130.171.750
Impuestos	\$ 3.151.750.735	\$ 24.947.549	\$ 17.803.442	\$ 21.267.120	\$ 20.827.480
Utilidad Neta	\$ 16.546.691.358	\$ 130.974.633	\$ 93.468.070	\$ 111.652.378	\$ 109.344.270
Depreciación	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
Flujo de caja neto	\$ 16.554.492.095	\$ 138.775.370	\$ 101.268.807	\$ 119.453.115	\$ 117.145.007

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el costo de los equipos se hizo uso de la metodología presentada a continuación:

Tabla 46: Costos de los equipos, Modelo Actual

COSTOS DE LOS EQUIPOS, MODELO ACTUAL
COSTOS DE LA MERCANCÍA
+Costo Indicadores de falla
+Costo Colectores
COSTOS DE IMPORTACIÓN
Costo Mercancía FOB
+Costo Flete internacional
+Costo de Seguro
Costo Mercancía CIF
+Arancel (5%)
+IVA (16%)
+Costos Agente aduanero
Costo total mercancía

Fuente: Elaborado a partir de información entregada por PTI S.A.

Modelo Propuesto

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Inflación Colombia: 2,86% (Banco de la República, Banco Central de Colombia, 2014)
- Inflación Noruega: 2,10% (Global-rates.com, 2014)
- Inflación USA: 1,69% (Bureau of Labor Statistics, 2014)
- Impuestos: 16%

- Otros Costos: Hace referencia al precio definido para la adquisición del Software de control de la línea. También se considera el valor de insumos de bajo costo. (Empaques)

Tabla 47: Flujo de caja neto Escenario 1, modelo propuesto

Flujo de caja neto Escenario 1, modelo propuesto						
Flujo de caja neto	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Inversión	-\$ 18.990.000					
Ingresos		\$11.284.126.748	\$127.614.343	\$128.202.368	\$140.369.572	\$157.414.990
Costos de agente aduanero		\$ 838.428	\$ 862.407	\$ 887.072	\$ 912.442	\$ 938.538
Costos de las baterías		\$ 107.272.851	\$ 3.320.709	\$ 3.551.887	\$ 3.783.771	\$ 4.016.381
Costos sensores y tarjetas		\$ 785.023.816	\$ 18.974.632	\$ 20.520.843	\$ 22.067.760	\$ 23.615.402
Costos de los componentes		\$ 84.087.680	\$ 1.942.162	\$ 2.105.316	\$ 2.268.471	\$ 2.431.625
Costos mano de obra		\$ 19.795.027	\$ 457.203	\$ 495.611	\$ 534.019	\$ 572.427
Costos de instalación		\$ 267.946.186	\$ 6.365.714	\$ 7.097.830	\$ 7.866.616	\$ 8.673.570
Otros Costos		\$ 8.565.069	\$ 123.799	\$ 134.199	\$ 144.599	\$ 154.999
Utilidad Bruta		\$10.011.436.121	\$ 96.430.124	\$ 94.296.681	\$103.704.336	\$117.950.586
Gastos de administración y ventas		\$ 173.086.009	\$ 29.732.057	\$ 30.582.394	\$ 31.457.050	\$ 32.356.722
Gastos no operacionales		\$ 54.753.718	\$ 9.405.386	\$ 9.674.380	\$ 9.951.067	\$ 10.235.667
EBITDA		\$ 9.783.596.394	\$ 57.292.681	\$ 54.039.907	\$ 62.296.219	\$ 75.358.197
Depreciación		\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización		\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
EBIT		\$ 9.775.795.657	\$ 49.491.944	\$ 46.239.170	\$ 54.495.482	\$ 67.557.460
Impuestos		\$ 1.564.127.305	\$ 7.918.711	\$ 7.398.267	\$ 8.719.277	\$ 10.809.194
Utilidad Neta		\$ 8.211.668.352	\$ 41.573.233	\$ 38.840.903	\$ 45.776.205	\$ 56.748.266
Depreciación		\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización		\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
Flujo de caja neto	-\$ 18.990.000	\$ 8.219.469.089	\$ 49.373.970	\$ 46.641.640	\$ 53.576.942	\$ 64.549.003

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Flujo de caja neto Escenario 2, modelo propuesto

Flujo de caja neto Escenario 2, modelo propuesto						
Flujo de caja neto	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Inversión	-\$ 18.990.000					
Ingresos		\$18.964.806.437	\$ 254.394.384	\$ 259.321.394	\$ 285.361.750	\$ 307.093.600
Costos de agente aduanero		\$ 838.428	\$ 862.407	\$ 887.072	\$ 912.442	\$ 938.538
Costos de las baterías		\$ 179.586.039	\$ 4.385.973	\$ 4.706.641	\$ 5.028.014	\$ 5.350.112
Costos sensores y tarjetas		\$ 1.317.811.462	\$ 26.823.263	\$ 29.028.811	\$ 31.235.064	\$ 33.442.043
Costos de los componentes		\$ 141.218.147	\$ 2.783.765	\$ 3.017.620	\$ 3.251.475	\$ 3.485.329
Costos mano de obra		\$ 33.244.073	\$ 655.324	\$ 710.376	\$ 765.428	\$ 820.479
Costos de instalación		\$ 438.732.196	\$ 8.895.864	\$ 9.918.970	\$ 10.993.322	\$ 12.121.012
Otros Costos		\$ 12.804.198	\$ 123.799	\$ 134.199	\$ 144.599	\$ 154.999
Utilidad Bruta		\$16.841.410.322	\$ 210.726.395	\$ 211.804.778	\$ 233.943.850	\$ 251.719.625
Gastos de administración y ventas		\$ 173.086.009	\$ 44.509.067	\$ 45.782.026	\$ 47.091.392	\$ 48.438.206
Gastos no operacionales		\$ 54.753.718	\$ 14.079.919	\$ 14.482.604	\$ 14.896.807	\$ 15.322.855
EBITDA		\$16.613.570.595	\$ 152.137.410	\$ 151.540.147	\$ 171.955.650	\$ 187.958.563
Depreciación		\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización		\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
EBIT		\$16.605.769.858	\$ 144.336.673	\$ 143.739.410	\$ 164.154.913	\$ 180.157.826
Impuestos		\$ 2.656.923.177	\$ 23.093.868	\$ 22.998.306	\$ 26.264.786	\$ 28.825.252
Utilidad Neta		\$13.948.846.681	\$ 121.242.805	\$ 120.741.104	\$ 137.890.127	\$ 151.332.574
Depreciación		\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización		\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
Flujo de caja neto	-\$ 18.990.000	\$13.956.647.418	\$ 129.043.542	\$ 128.541.841	\$ 145.690.864	\$ 159.133.311

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: Flujo de caja neto Escenario 3, modelo propuesto

Flujo de caja neto Escenario 3, modelo propuesto						
Flujo de caja neto	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Inversión	-\$ 18.990.000					
Ingresos		\$26.586.480.177	\$ 375.155.498	\$ 344.070.705	\$ 379.419.332	\$ 390.511.720
Costos de agente aduanero		\$ 838.428	\$ 862.407	\$ 887.072	\$ 912.442	\$ 938.538
Costos de las baterías		\$ 251.369.702	\$ 5.779.010	\$ 6.216.702	\$ 6.655.100	\$ 7.094.223
Costos sensores y tarjetas		\$ 1.846.697.689	\$ 37.086.856	\$ 40.154.614	\$ 43.223.077	\$ 46.292.266
Costos de los componentes		\$ 197.930.267	\$ 3.884.324	\$ 4.210.633	\$ 4.536.941	\$ 4.863.250
Costos mano de obra		\$ 46.594.637	\$ 914.406	\$ 991.222	\$ 1.068.038	\$ 1.144.855
Costos de instalación		\$ 614.923.666	\$ 12.412.834	\$ 13.840.424	\$ 15.339.518	\$ 16.913.041
Otros Costos		\$ 17.888.804	\$ 123.799	\$ 134.199	\$ 144.599	\$ 154.999
Utilidad Bruta		\$23.611.075.412	\$ 314.954.268	\$ 278.522.910	\$ 308.452.057	\$ 314.049.087
Gastos de administración y ventas		\$ 173.086.009	\$ 58.751.969	\$ 60.432.275	\$ 62.160.638	\$ 63.938.432
Gastos no operacionales		\$ 54.753.718	\$ 18.585.493	\$ 19.117.038	\$ 19.663.785	\$ 20.226.169
EBITDA		\$23.383.235.685	\$ 237.616.807	\$ 198.973.598	\$ 226.627.634	\$ 229.884.485
Depreciación		\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización		\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
EBIT		\$23.375.434.948	\$ 229.816.070	\$ 191.172.861	\$ 218.826.897	\$ 222.083.748
Impuestos		\$ 3.740.069.592	\$ 36.770.571	\$ 30.587.658	\$ 35.012.304	\$ 35.533.400
Utilidad Neta		\$19.635.365.356	\$ 193.045.499	\$ 160.585.203	\$ 183.814.594	\$ 186.550.348
Depreciación		\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614	\$ 3.147.614
Amortización		\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123	\$ 4.653.123
Flujo de caja neto	-\$ 18.990.000	\$19.643.166.093	\$ 200.846.236	\$ 168.385.940	\$ 191.615.331	\$ 194.351.086

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el costo de los baterías, tarjetas y sensores se hizo uso de la metodología presentada a continuación:

Tabla 50: Costos tarjetas, sensores y baterías, modelo propuesto

COSTOS TARJETAS Y SENSORES, MODELO PROPUESTO	COSTOS BATERÍAS, MODELO PROPUESTO
COSTOS DE LA MERCANCÍA	COSTOS DE LA MERCANCÍA
+Costo Sensores de campo magnético	+Costo Sensores de las baterías
+Costo tarjetas	
COSTOS DE IMPORTACIÓN	COSTOS DE IMPORTACIÓN
Costo Mercancía FOB	Costo Mercancía FOB
+Costo Flete internacional	+Costo Flete internacional
+Costo de Seguro	+Costo de Seguro
Costo Mercancía CIF	Costo Mercancía CIF
+Arancel (5%)	+Arancel (0%) ¹⁰
+IVA (16%)	+IVA (16%)
+Costos Agente aduanero	+Costos Agente aduanero
Costo total mercancía	Costo total mercancía

Fuente: Elaboración a partir de información entregada por PTI S.A.

Así mismo, se presentan también los cálculos empleados para determinar la relación costo – beneficio y el VPN de cada modelo:

¹⁰ Debido al TLC con USA, los aranceles para productos fabricados en dicho país son del 0%.

Tabla 51: Relación Beneficio - Costo, Modelo Actual Escenario 1

Relación Beneficio - Costo, Modelo Actual						
Año	2015	2016	2017	2018	2019	
Ingresos	\$ 11.284.126.748	\$ 127.614.343	\$128.202.368	\$140.369.572	\$157.414.990	
Egresos	\$ 4.385.525.184	\$ 117.778.406	\$123.596.808	\$131.325.572	\$139.894.573	
Beneficio/Costo	2,57	1,08	1,04	1,07	1,13	

Escenario 1, Modelo Actual	
Tasa	5,08%
VPN	\$6.632.764.002

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Relación Beneficio - Costo, Modelo Actual Escenario 2

Relación Beneficio - Costo, Modelo Actual					
Año	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos	\$ 18.964.806.437	\$254.394.384	\$259.321.394	\$285.361.750	\$307.093.600
Egresos	\$ 7.220.092.633	\$178.033.422	\$187.064.409	\$199.556.832	\$211.446.108
Beneficio/Costo	2,63	1,43	1,39	1,43	1,45

Escenario 2, Modelo Actual	
Tasa	5,08%
VNA	\$11.487.091.246

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Relación Beneficio - Costo, Modelo Actual Escenario 3

Relación Beneficio - Costo, Modelo Actual					
Año	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos	\$ 26.586.480.177	\$375.155.498	\$344.070.705	\$379.419.332	\$390.511.720
Egresos	\$ 10.039.788.819	\$244.180.865	\$250.602.635	\$267.766.953	\$281.167.450
Beneficio/Costo	2,65	1,54	1,37	1,42	1,39

Escenario 3, Modelo Actual	
Tasa	5,08%
VNA	\$16.156.554.435

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54: Relación Beneficio - Costo, Modelo propuesto Escenario 1

Relación Beneficio - Costo, Modelo Propuesto						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos		\$11.284.126.748	\$127.614.343	\$128.202.368	\$140.369.572	\$157.414.990
Egresos		\$ 3.072.458.396	\$ 86.041.110	\$ 89.361.465	\$ 94.593.367	\$100.666.724
Beneficio/Costo		3,67	1,48	1,43	1,48	1,56

Escenario 1, Modelo Propuesto	
Tasa	5,08%
VPN	\$7.982.357.839

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Relación Beneficio - Costo, Modelo propuesto Escenario 2

Relación Beneficio - Costo, Modelo Propuesto						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos		\$18.964.806.437	\$ 254.394.384	\$ 259.321.394	\$ 285.361.750	\$ 307.093.600
Egresos		\$ 5.015.959.756	\$ 133.151.579	\$ 138.580.290	\$ 147.471.623	\$ 155.761.026
Beneficio/Costo		3,78	1,91	1,87	1,94	1,97

Escenario 2, Modelo Propuesto	
Tasa	5,08%
VNA	\$13.734.296.446

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Relación Beneficio - Costo, Modelo propuesto Escenario 3

Relación Beneficio - Costo, Modelo Propuesto						
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos		\$26.586.480.177	\$ 375.155.498	\$ 344.070.705	\$ 379.419.332	\$ 390.511.720
Egresos		\$ 6.951.114.820	\$ 182.109.999	\$ 183.485.502	\$ 195.604.738	\$ 203.961.371
Beneficio/Costo		3,82	2,06	1,88	1,94	1,91

Escenario 3, Modelo Propuesto	
Tasa	5,08%
VNA	\$19.310.430.111

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se muestran los cálculos de la Tasa Interna de Retorno TIR para cada uno de los escenarios del modelo propuesto:

Tabla 57: TIR para escenario del modelo propuesto

Tasa Interna de Retorno (TIR)	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
TIR	43184%	73396%	103341%

Fuente: Elaboración propia

Apéndice I

A continuación se muestra el código empleado para llevar a cabo la simulación de Montecarlo.

Sub pronostico()

Dim empresa1 As String

Dim numventaspti1 As Integer

Dim ventaspti1 As Double

Dim minnumventaspti1 As Integer

Dim minventaspti1 As Double

Dim maxnumventaspti1 As Integer

Dim maxventaspti1 As Double

Dim ventas1 As Double

minventaspti1 = 1E+15

maxventaspti1 = 0

Dim cuenta1(30) As Integer

Dim cuenta2(30) As Integer

Dim cuenta3(30) As Integer

Dim empresa2 As String

Dim numventaspti2 As Integer

Dim ventaspti2 As Double


```
Dim minnumventaspti2 As Integer
Dim minventaspti2 As Double
Dim maxnumventaspti2 As Integer
Dim maxventaspti2 As Double
Dim ventas2 As Double
minventaspti2 = 1E+15
maxventaspti2 = 0
```

```
Dim empresa3 As String
Dim numventaspti3 As Integer
Dim ventaspti3 As Double
Dim minnumventaspti3 As Integer
Dim minventaspti3 As Double
Dim maxnumventaspti3 As Integer
Dim maxventaspti3 As Double
Dim ventas3 As Double
minventaspti3 = 1E+15
maxventaspti3 = 0
```

```
Dim iteraciones As Integer
Dim totalventas As Double
Dim promedioventas As Double
```

```
iteraciones = Cells(12, 7)
```

```
Sheets("Mercado ").Select
```

```
For i = 1 To iteraciones
```

```
    numventaspti1 = 0
```

ventaspti1 = 0

numventaspti2 = 0

ventaspti2 = 0

numventaspti3 = 0

ventaspti3 = 0

For l = 1 To 30

 cuenta1(l) = 0

 cuenta2(l) = 0

 cuenta3(l) = 0

Next l

Sheets("Mercado ").Select

Cells(28, 1) = 1

For j = 1 To 29

 empresa1 = Cells(7 + j, 18)

 ventas1 = Cells(7 + j, 16)

 empresa2 = Cells(7 + j, 19)

 ventas2 = Cells(7 + j, 16)

 empresa3 = Cells(7 + j, 20)

 ventas3 = Cells(7 + j, 16)

totalventas = totalventas + Cells(7 + j, 16)

promedioventas = totalventas / i

If empresa1 = "PTI S.A." Then

 numventaspti1 = numventaspti1 + Cells(7 + j, 7)

ventaspti1 = ventaspti1 + ventas1

cuenta1(j) = cuenta1(j) + 1

End If

If empresa2 = "PTI S.A." Then

numventaspti2 = numventaspti2 + Cells(7 + j, 7)

ventaspti2 = ventaspti2 + ventas1

cuenta2(j) = cuenta2(j) + 1

End If

If empresa3 = "PTI S.A." Then

numventaspti3 = numventaspti3 + Cells(7 + j, 7)

ventaspti3 = ventaspti3 + ventas3

cuenta3(j) = cuenta3(j) + 1

End If

Next j

Sheets("Pronóstico Corto Plazo").Select

Cells(2 + i, 2) = numventaspti1

Cells(2 + i, 3) = ventaspti1

Cells(2 + i, 6) = numventaspti2

Cells(2 + i, 7) = ventaspti2

Cells(2 + i, 10) = numventaspti3

Cells(2 + i, 11) = ventaspti3

If ventaspti1 < minventaspti1 Then

```
minventaspti1 = ventaspti1
minnumventaspti1 = numventaspti1
Cells(37, 24) = minventaspti1
Cells(37, 25) = minnumventaspti1
```

```
For l = 1 To 30
Cells(l + 2, 24) = cuenta1(l)
Next l
```

```
End If
```

```
If ventaspti1 > maxventaspti1 Then
maxventaspti1 = ventaspti1
maxnumventaspti1 = numventaspti1
Cells(38, 24) = maxventaspti1
Cells(38, 25) = maxnumventaspti1
```

```
For l = 1 To 30
Cells(l + 2, 25) = cuenta1(l)
Next l
```

```
End If
```

```
If ventaspti2 < minventaspti2 Then
minventaspti2 = ventaspti2
minnumventaspti2 = numventaspti2
Cells(37, 26) = minventaspti2
Cells(37, 27) = minnumventaspti2
```

```
For l = 1 To 30
```

Cells(l + 2, 26) = cuenta2(l)

Next l

End If

If ventaspti2 > maxventaspti2 Then

maxventaspti2 = ventaspti2

maxnumventaspti2 = numventaspti2

Cells(38, 26) = maxventaspti2

Cells(38, 27) = maxnumventaspti2

For l = 1 To 30

Cells(l + 2, 27) = cuenta2(l)

Next l

End If

If ventaspti3 < minventaspti3 Then

minventaspti3 = ventaspti3

minnumventaspti3 = numventaspti3

Cells(37, 28) = minventaspti3

Cells(37, 29) = minnumventaspti3

For l = 1 To 30

Cells(l + 2, 28) = cuenta3(l)

Next l

End If

If ventaspti3 > maxventaspti3 Then

```
maxventaspti3 = ventaspti3
```

```
maxnumventaspti3 = numventaspti3
```

```
Cells(38, 28) = maxventaspti3
```

```
Cells(38, 29) = maxnumventaspti3
```

```
For l = 1 To 30
```

```
Cells(l + 2, 29) = cuenta3(l)
```

```
Next l
```

```
End If
```

```
Next i
```

```
Cells(15, 17) = promedioventas
```

```
Sheets("hoja4").Select
```

```
End Sub
```

ANEXO 2

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES
(Licencia de uso)**

Bogotá, D.C., Lunes 15 de diciembre de 2014

Señores
Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J.
Pontificia Universidad Javeriana
Bogotá D.C.

Los suscritos:

<u>Daniela Montes Isaza</u>	, con C.C. No	<u>1144046783</u>
<u>Juan Manuel Pineda Arteaga</u>	, con C.C. No	<u>1018455156</u>

En nuestra calidad de autores exclusivos de la obra titulada:
ESTUDIO DE FACILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE ENSAMBLE EN UNA
EMPRESA COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA, CASO DE ANÁLISIS P.T.I S.A.

(por favor señale con una "x" las opciones que apliquen)

Tesis doctoral Trabajo de grado Premio o distinción: Si No

cual: presentado y aprobado en el año 2014, por medio del presente escrito autorizamos a la Pontificia Universidad Javeriana para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre nuestra obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autorizan a la Pontificia Universidad Javeriana, a los usuarios de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J., así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un convenio, son:

AUTORIZAMOS	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la sala de tesis y trabajos de grado de la Biblioteca.	X	
2. La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca)	X	
3. La consulta electrónica - on line (a través del catálogo Biblos y el Repositorio Institucional)	X	
4. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer	X	
5. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet	X	
6. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previo convenio perfeccionado con la Pontificia Universidad Javeriana para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso nuestra obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

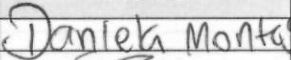
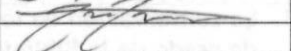
De manera complementaria, garantizamos nuestra calidad de estudiantes y por ende autores exclusivos, que la Tesis o Trabajo de Grado en cuestión, es producto de nuestra plena autoría, de nuestro esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de nuestra creación original particular y, por tanto, somos los únicos titulares de la misma. Además, aseguramos que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifestamos que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de nuestra competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Pontificia Universidad Javeriana por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaremos conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Pontificia Universidad Javeriana está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: Información Confidencial:

Esta Tesis o Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de una investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. Si No

NOMBRE COMPLETO	No. del documento de identidad	FIRMA
Daniela Montes Isaza	1144046783	
Juan Manuel Pineda Arteaga	1018455156	

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO: Ingeniería Industrial

ANEXO 3
BIBLIOTECA ALFONSO BORRERO CABAL, S.J.
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO
FORMULARIO

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS DOCTORAL O TRABAJO DE GRADO						
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE ENSAMBLE EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA, CASO DE ANÁLISIS P.T.I S.A.						
SUBTÍTULO, SI LO TIENE						
AUTORES						
Apellidos Completos			Nombres Completos			
Montes Isaza			Daniela			
Pineda Arteaga			Juan Manuel			
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO						
Apellidos Completos			Nombres Completos			
Bula Gazabon			Carlos Alberto			
FACULTAD						
Ingeniería						
PROGRAMA ACADÉMICO						
Tipo de programa (seleccione con "x")						
Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado			
X						
Nombre del programa académico						
Ingeniería Industrial						
Nombres y apellidos del director del programa académico						
Olga Lucia Araoz Cajiao						
TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:						
Ingeniero Industrial						
PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):						
CIUDAD		AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO			NÚMERO DE PÁGINAS	
Bogotá D.C.		2014			110	
TIPO DE ILUSTRACIONES (seleccione con "x")						
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos	Mapas	Fotografías	Partituras
		X			X	
SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO						
<p>Nota: En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.</p>						

MATERIAL ACOMPAÑANTE					
TIPO	DURACIÓN (minutos)	CANTIDAD	FORMATO		
			CD	DVD	Otro ¿Cuál?
Vídeo					
Audio					
Multimedia					
Producción electrónica					
Otro Cuál?					
DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS					
Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. <i>(En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Sección de Desarrollo de Colecciones de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J en el correo biblioteca@javeriana.edu.co, donde se les orientará).</i>					
ESPAÑOL			INGLÉS		
Sistemas de Indicación Remota			Remote Indicator Systems		
Pronósticos			Future Market Forecasts		
Cadena de Abastecimiento			Supply Chain		
Proceso de ensamble			Assembly Process		
Evaluación financiera			Financial Analysis		
RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras - 1530 caracteres)					
<p>El presente trabajo pretende determinar la factibilidad operativa y financiera para la implementación de un proceso de ensamble de indicadores de falla y equipos receptores de información en la empresa PTI S.A., el cual permitiría reducir los tiempos de entrega, disminuir los costos y aumentar las utilidades de la empresa.</p> <p>The objective of the present work is to determine the operational and financial feasibility for the implementantion of an assembly process for Remote Indicator Systems equipment in PTI S.A. This Project will reduce delivery times, costs and will increase the companie´s profits.</p>					