

EVALUACIÓN TÉCNICA – FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
DETECCIÓN DE PERDIDAS NO TÉCNICAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS REDES DE
DISTRIBUCIÓN Y ACOMETIDAS DE USUARIOS FINALES DE LA ELECTRIFICADORA DE
SANTANDER

OSCAR FABIÁN GÓMEZ NIETO
OSCAR JEFFREY MONSALVE VERA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGÉTICOS
PROMOCIÓN XVI
BUCARAMANGA
2013

EVALUACIÓN TÉCNICA – FINANCIERA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
DETECCIÓN DE PERDIDAS NO TÉCNICAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS REDES DE
DISTRIBUCIÓN Y ACOMETIDAS DE USUARIOS FINALES DE LA ELECTRIFICADORA DE
SANTANDER

OSCAR FABIÁN GÓMEZ NIETO
OSCAR JEFFREY MONSALVE VERA

Monografía de grado para optar al título de
Gerente de Recursos Energéticos

Director
Ingeniero Carlos Alberto Rey Soto



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RECURSOS ENERGÉTICOS
PROMOCIÓN XVI
BUCARAMANGA
2013

Nota de aceptación:

Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, Julio 12 de 2013

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.2 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN.....	11
1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	12
1.4 OBJETIVOS.....	13
1.4.1 Objetivo General.....	13
1.4.2 Objetivos Específicos.....	13
2. FUNDAMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 ANTECEDENTES.....	14
2.1.1 Metodología actual programa de reducción de pérdidas de energía	14
2.1.2 Nueva metodología recomendada para reducción de pérdidas de energía en ESSA.....	15
2.2 MARCO TEÓRICO.....	15
2.2.1 El manejo de la reducción de pérdidas.....	15
2.2.2 El sistema MEDIMAR.....	16
2.3 MARCO LEGAL.....	19
3. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGIA ACTUAL DEL PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE PERDIDAS DE ENERGÍA EN ESSA.....	20
3.1 CONCEPTOS LIQUIDADOS POR PERDIDAS DE ENERGÍA.....	20
3.2 FLUJO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO DE PERDIDAS.....	21
4. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE PERDIDAS DE ENERGÍA EN ESSA.....	22
4.1 MATERIALES.....	22
4.2 TRANSFORMADORES TIPO.....	23
4.3 CONCEPTOS LIQUIDADOS POR EL PROGRAMA PILOTO.....	24
4.4 RESUMEN DE ACTIVIDADES.....	27
4.5 FLUJO DE INVERSIÓN DEL PROGRAMA PILOTO.....	28
5. DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO.....	29
5.1 ESTABLECIMIENTO DE LA LÍNEA BASE.....	29

5.1.1.	Costos de Operación	29
5.1.2.	El WACC de ESSA	30
5.2	INVERSIÓN.....	30
5.3	ESTABLECIMIENTO DEL ESCENARIO Y PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	32
5.3.1.	Establecimiento del escenario	32
5.3.2.	Parámetros de evaluación	32
5.4	FLUJO DE CAJA INCREMENTAL DEL PROYECTO E INDICADORES .	34
5.4.1.	Flujo de caja incremental del proyecto	34
5.4.2.	Indicadores de rentabilidad del proyecto	35
6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA	37
6.1	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGO ASOCIADOS A LA INVERSIÓN 37	
7.	CONCLUSIONES DE LA EVALUACION FINANCIERA.....	39
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación pérdidas de energía	9
Figura 2. Pérdidas de energía fraudulentas	10
Figura 3. Enfoque reducción de pérdidas de energía.....	16
Figura 4. A) Viviendas conectadas directamente al nodo de la red de Baja Tensión. B) Viviendas conectadas al sistema MEDIDMAR y posteriormente al nodo de la red de Baja Tensión	17
Figura 5. Gabinete de un sistema MEDIMAR.....	18

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Inversión mensual metodología actual	20
Tabla 2. Inversión proyecto actual.....	21
Tabla 3. Materiales del Sistema MEDIMAR	23
Tabla 4. Características transformador por zona	24
Tabla 5. Inversión mensual programa piloto.....	26
Tabla 6. Resumen de acciones por el proyecto perdidas y el programa piloto MEDIMAR	27
Tabla 7. Inversión programa piloto	28
Tabla 8. Costos de operación.....	30
Tabla 9. Inversión metodología planteada.....	31
Tabla 10. Flujo incremental del proyecto.....	34
Tabla 11. Indicadores del proyecto.	35
Tabla 12. Tasa vs VPN.....	36
Tabla 13. Resumen del análisis de sensibilidad.....	37

INTRODUCCIÓN

Desde el año 2009 en la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P se inició con la implementación de acciones para el control y la reducción de las pérdidas de energía no técnicas, en su inicio la implementación de este programa su fuerte pero sin los resultados esperados, dado que el programa era aislado de las demás áreas de trabajo de ESSA, con la consecuencia que las intervenciones realizadas no dieron los frutos esperados.

Con la entrada de EPM como mayor accionista de ESSA se empieza a implementar mejores prácticas en el control y reducción de las pérdidas de energía dado como resultado que en el año 2011 y 2012, en cada uno de sus meses se superaron las metas propuestas en recuperación de energía.

Hoy en día con el programa de control y reducción de pérdidas que se viene implementando, los resultados obtenidos no son los esperados, lo que se ve reflejado en que las metas propuestas para el año 2013 no se están cumpliendo, por lo que ESSA se encuentra en la búsqueda de nuevas metodologías para el control y la reducción de las pérdidas de energía no técnica.

La motivación de la presente monografía es mostrar una nueva alternativa de reducción y control de pérdidas de energía, la cual es similar a la implementada actualmente con la diferencia que esta luego de identificar el transformador a intervenir instala sus equipos MEDIMAR con los cuales compara la medida que el cliente muestra en su medidor instalado en la fachada de su vivienda o industria con la medida real de energía consumida por este la cual es medida y mostrada por el sistema MEDIMAR. Con la comparación de estas 2 medidas la de la fachada y la del sistema se determina si dicho usuario tiene alguna anomalía o fraude en su instalación. Esta es la gran bondad del sistema MEDIMAR dado que con esta comparación se determinan los usuarios fraudulentos del transformador los cuales deben ser intervenidos por el equipo de normalización, mientras los usuarios con una instalación sin fraudes no serán intervenidos y en este rubro es donde se encuentra el ahorro y la base para una viabilidad financiera para la implementación del programa propuesto en esta monografía.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las pérdidas de energía eléctrica son muy comunes en todas las compañías que prestan este tipo de servicio y estas a medidas que van creciendo, van creado un problema en el flujo de caja de la empresa ya que esta energía dejada de facturar no se ve reflejada en los ingresos de la compañía.

Las pérdidas de energía eléctrica se clasifican de la siguiente forma:

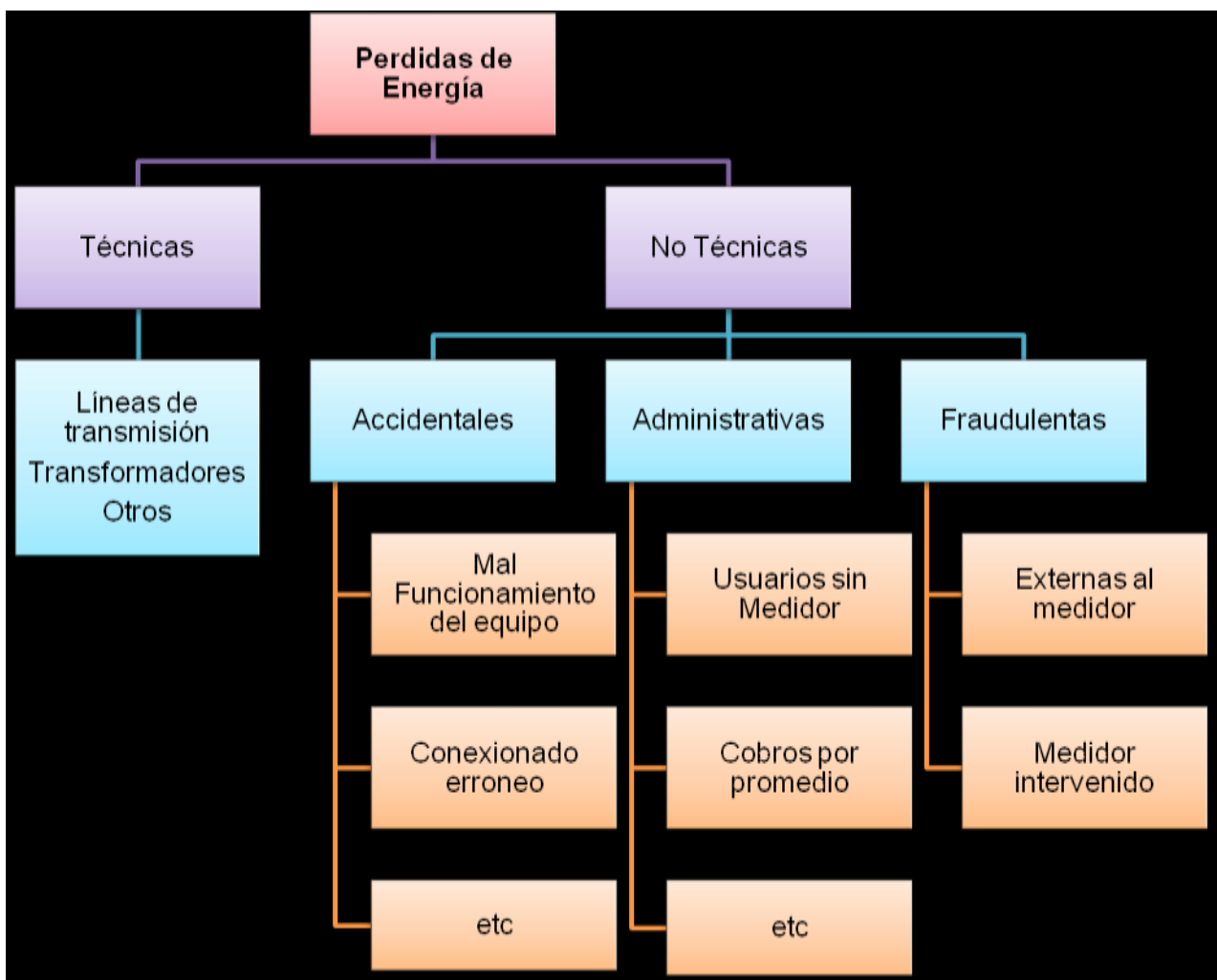


Figura 1. Clasificación pérdidas de energía

Fuente: <http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=38> [1]

Actualmente en ESSA se viene actuando para la reducción de las pérdidas de energía pero los resultados obtenidos no son los esperados, las acciones se están llevando a cabo pero el índice de pérdidas se reduce muy poco. Las pérdidas de energía a tratar en esta monografía son las no técnicas las cuales se clasifican en accidentales que se presentan por el mal uso de las herramientas y los diferentes equipos, las perdidas administrativas que se presentan por ejemplo cuando se construye las red de BT para un barrio y no se conecta y legaliza el cliente por lo que este con la necesidad del servicio se conecta a la red sin autorización de la empresa y sin contar con equipo de medida, por lo que toda esta energía no se va a facturar, el otro tipo de pérdidas no técnicas son las perdidas fraudulentas que se presentan dentro del medidor y/o aguas arriba del medidor, algunos tipos de pérdidas fraudulentas son mostradas en la figura 2.



Figura 2. Pérdidas de energía fraudulentas

Fuente: Interventoria, Electrificadores de Norte de Santander S.A E.S.P.

El método que se viene implementando para la reducción y control de pérdidas es bueno solo que las acciones de control son encaminadas a la totalidad de los usuarios, tengan o no tengan fraude todos son intervenidos si estos están conectados a un transformador de altas perdidas. Si se direccionaran correctamente las acciones de control y normalización

solo hacia los clientes con fraude, el ahorro en la inversión realizada para llevar a cabo estos trabajos se verá reflejado en una mayor rentabilidad del proyecto.

1.2 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

Los inicios de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. en la recuperación de pérdidas de energía eléctrica se dieron poco antes del año 2009 donde se hicieron inversiones cercanas a los cien mil millones de pesos, pero sin conseguir resultados significativos en comparación a la inversión realizada. En el año 2009 con la llegada de EPM como accionista mayoritario de ESSA se inició la implementación de un programa de recuperación que ya había tenido éxito en otras 3 filiales del grupo. Esto implicaba la colocación masiva de macromedidores en los circuitos más críticos, actualizar el sistema de información Energis, elevar la credibilidad de los trabajadores ESSA en la metodología y agilizar el sistema entrada de clientes y control de consumo. Con esto el programa de recuperación de pérdidas de energía fue el programa de inversión con la más alta rentabilidad.

El primer año de implementación de este programa no fue tan bueno pues este no trabajo de la mano con las otras áreas de la empresa, por lo que es sistema no se actualizaba, los macromedidores median en diferentes ciclos, por lo que los datos que suministraban no eran confiables, en conclusión a este proyecto le falta un líder, por lo que la junta directiva decidió crear un comité especial de junta para control del proyecto. Realmente el proyecto comenzó a mediados del 2010 con el Gerente General siempre atento en el desarrollo del programa.

A finales de 2012 el proyecto mostro buenos resultados tanto en lo técnico como en lo financiero, el proyecto alejo las pérdidas de las grandes cifras en las que se encontraba en su inicio.

Hoy en día ESSA en paralelo al programa de reducción de pérdidas que se viene implementando, viene buscando otras metodologías de reducción ya que la actual no está presentando los resultados que normalmente ofrece, ya sea porque los usuarios han encontrado una nueva forma de realizar el fraude sin ser detectado, porque esta reincidiendo o porque su fraude no ha sido descubierto.

La finalidad de esta monografía es realizar el estudio de la viabilidad técnica y financiera para la implementación de un nuevo método de reducción de pérdidas de energía, el cual inicialmente se realizará como un programa piloto y luego se planteará como sustituto del

programa actual, con el fin de reducir costos operativos, ya que con este nuevo método que se proyecta se reduce el número de intervenciones al cliente, con lo que se reducen la inversión necesaria para la ejecución del proyecto, incrementando automáticamente la rentabilidad del control y la reducción de pérdidas en ESSA.

1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES

Inicialmente para la implementación del sistema MEDIMAR se separan los usuarios del transformador a intervenir dividiéndolos en nodos, que son los usuarios o acometidas que se encuentran conectadas al mismo poste, estas acometidas luego son conectadas al sistema MEDIMAR el cual consiste de un gabinete para alojar 5 medidores, un barraje, 5 integradores ciclométricos y las conexiones internas.

Para la conexión del sistema MEDIMAR se instala el gabinete en la parte más alta del poste y los integradores ciclométricos la misma altura de un medidor normal, luego de estar el gabinete instalado en el poste, se conecta la red de BT al barraje del gabinete y las acometidas que inician en este poste a cada uno de los medidores del gabinete para así contrarrestar la medida que arrojan los medidores del gabinete con la medida que se tiene en el medidor de la fachada de la vivienda, con lo que se puede detectar las diferencia entre las dos medidas y así determinar cuáles usuarios muy posiblemente tienen fraude.

La zona donde inicialmente se va a aplicar el programa piloto es Sabana de Torres, dado que en esta es donde actualmente hay mayor cantidad de pérdidas no técnicas de energía.

La aplicación de este programa piloto de control y reducción de pérdidas de energía se realizará comparando a este con el programa que actualmente se implementa en ESSA, tomando como base el informe de interventoría [7].

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Realizar la evaluación técnica y financiera de la implementación de un sistema de detección de pérdidas no técnicas de energía eléctrica en la Electrificadora de Santander.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la metodología actual del programa de reducción de pérdidas.
- Formular una nueva metodología para reducción de pérdidas de energía en ESSA.
- Desarrollar la evaluación financiera del proyecto.
- Analizar los resultados de la evaluación financiera.

2. FUNDAMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

En este capítulo se presenta el programa de control y reducción de pérdidas de energía actual y el programa piloto propuesto, con esto se busca aclarar las diferencias entre dichos métodos.

2.1 ANTECEDENTES

A continuación se da una explicación de la metodología que actualmente se implementa en ESSA y posteriormente del programa piloto planteado.

2.1.1 Metodología actual programa de reducción de pérdidas de energía

El programa que se está aplicado actualmente en la ESSA para el control y la reducción de pérdidas de energía es el siguiente:

Medir: Se realiza con el equipo de análisis quienes son los encargados de indicar donde se deben instalar los macromedidores, en que subestaciones, que circuitos, que transformadores.

Seleccionar: Ya con los datos recolectados de la medias de los macromedidores, se procede a actualizar la bases de datos de transformadores con pérdidas para así determinar por zonas y por cantidad de pérdidas de energía cuales transformadores tiene más perdidas y deben ser intervenidos.

Detectar: Para esto primero se realiza un recorrido a toda la red del transformador para detectar visualmente posibles fraudes,

Normalizar: Dependiendo la cantidad de pérdidas del transformador se realiza un cambio total de red abierta a red trenzada y se inspecciona a cada uno de los usuarios conectados de este transformador, instalando la acometida de todos sobrepuesta en la fachada, revisando que el medidor no se encuentre intervenido y realizando un inventario de los aparatos eléctricos de la vivienda para determinar el posible consumo.

Seguimiento: Ya con estas acciones realizadas se lleva un control de la energía facturada antes de las intervenciones y la energía facturada 1 mes después de las intervenciones

para así determinar la energía recuperada. También se realiza seguimiento en terreno para revisar que los clientes no reincidan en el fraude.

2.1.2 Nueva metodología recomendada para reducción de pérdidas de energía en ESSA

Los cambios que presenta esta metodología con respecto a la que actualmente se está aplicando en ESSA se presentan en las siguientes etapas:

Detección: Para esta etapa se instalará el sistema MEDIMAR en cada uno de los nodos del transformador intervenido, consiguiendo en el poste la medida real de la energía utilizada por cada uno de los usuarios para compararla con la medida dada por el medidor de la fachada de la vivienda. Ya con esto se determina fácilmente cual usuario tiene fraude y cual no lo tiene, lo que hace que en la siguiente etapa el trabajo sea direccionado eficazmente.

Normalización: Gracias a la etapa de detección donde se determina claramente los usuarios con fraude, en esta etapa de normalización las acciones van encaminadas únicamente a estos usuarios ya detectados, sin perder tiempo y presupuesto en usuarios sin fraude. A estos usuarios con fraude se les realiza la normalización completa igual a la utilizada en el método actual.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 El manejo de la reducción de pérdidas

En el proceso de reducción de las pérdidas de energía de un Sistema de Potencia, se deben llevar a cabo diferentes acciones como: medir, seleccionar, detectar, normalizar y realizar el seguimiento. Estas acciones se identifican en el diagrama de la figura 3.

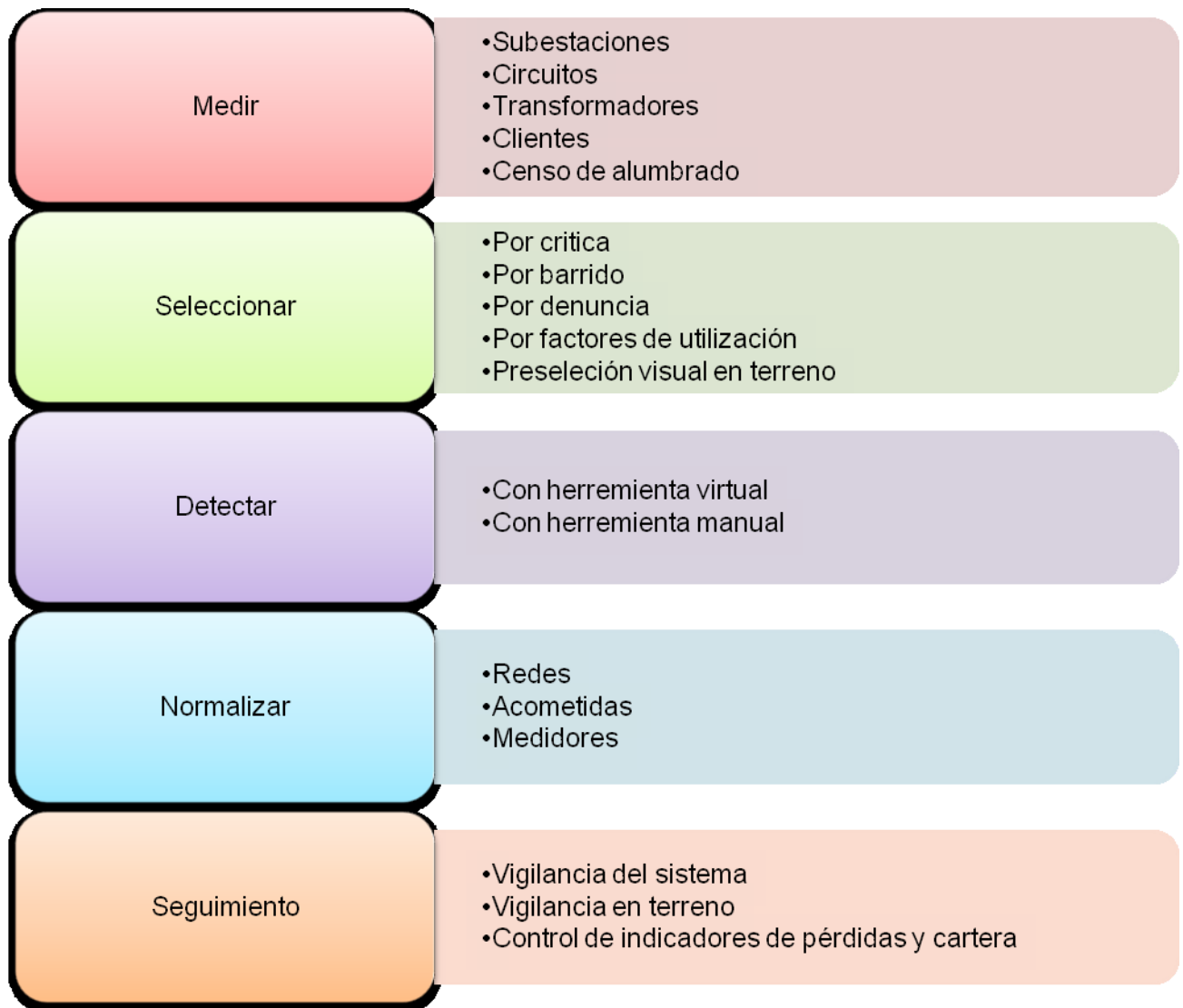


Figura 3. Enfoque reducción de pérdidas de energía

Fuente: Las pérdidas de energía, enfoque operativo [1]

2.2.2 El sistema MEDIMAR

Este sistema permite realizar una medida a cualquier nodo de un circuito por baja tensión, debido a que se dispone de múltiples equipos de medida directa, logrando de esta forma obtener un registro de los consumos de los clientes a los cuales pertenecen o están conectados a este nodo y por ende permite comparar estos consumos con los medidores de las viviendas.

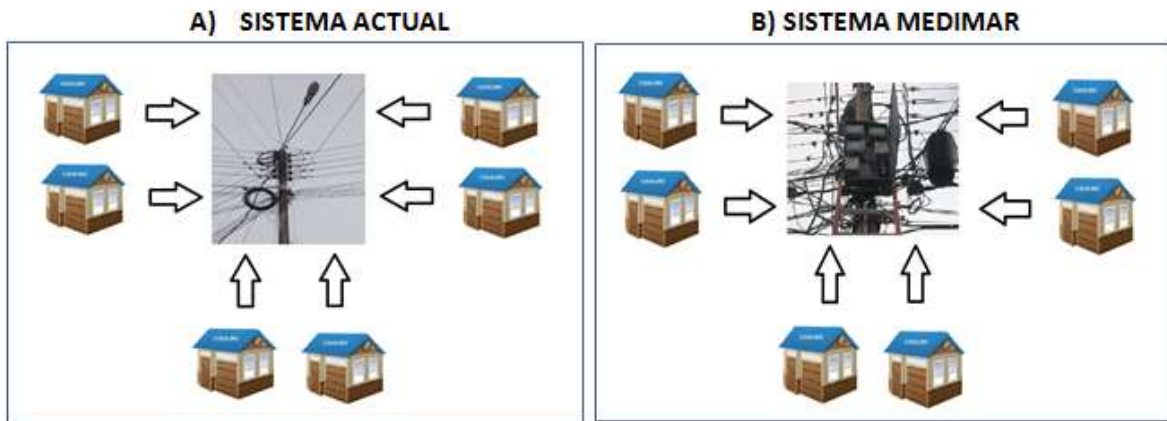


Figura 4. A) Viviendas conectadas directamente al nodo de la red de Baja Tensión. B) Viviendas conectadas al sistema MEDIMAR y posteriormente al nodo de la red de Baja Tensión

Fuente: Interventoría, Electrificadores de Norte de Santander S.A E.S.P.

Este sistema se instala en un gabinete, ubicado en la parte más alta posible del poste, al cual se le instala a cada equipo de medida un integrador con el fin de ubicarlos a una altura normal de aproximadamente 1,5 m a nivel del suelo, permitiendo de esta manera tomar registros de las lecturas por parte del personal de la empresa.

Los beneficios de instalación de este sistema son:

- Elimina la posibilidad de vulnerabilidad de la acometida.
- Eliminación total de la utilización del neutro compartido o amigo en las instalaciones internas de las viviendas.
- Disminución de costos en su instalación.
- Individualiza las irregularidades.
- Toma de lecturas más rápidas.



Figura 5. Gabinete de un sistema MEDIMAR

Fuente: Interventoria, Electricadores de Norte de Santander S.A E.S.P.

2.3 MARCO LEGAL

La normatividad a tener en cuenta en el desarrollo de la metodología de reducción y control de pérdidas de energía en ESSA es la siguiente:

CREG 172 de 2011: Establece que las empresas prestadoras del servicio de energía eléctrica deben presentar un plan de recuperación de pérdidas de energía, en el cual se además se debe mostrar la inversión requerida para dicho plan. Si las metas propuesta se cumple esta inversión será remunerada vía tarifa de los contrario no existirá remuneración.

RETIE: El reglamento técnico de instalaciones eléctricas es de obligatorio cumplimiento en todos los trabajos eléctricos realizados en Colombia y por lo tanto en las normalizaciones realizadas a los clientes este debe ser aplicado. 2008.

NTC 2050: El código eléctrico colombiano o Norma Técnica Colombiana NTC 2050 es la norma suprema de las instalaciones eléctricas en Colombia la cual es de obligatorio cumplimiento a lo largo de todo el proyecto.

Manual para calculo y diseño de sistemas de distribución: Este manual fue creado por ESSA con la intención que los usuarios, técnicos e ingenieros tengan una herramienta a la cual acudir para la orientación en la construcción de redes de BT y MT. Actualización mayo 18 de 2005.

Ley 142 de 1994 - Servicios Públicos Domiciliarios: Normativa la prestación de los diferentes servicios públicos mostrando los derechos y os deberes tantos de la empresas prestadora del servicio como del usuario.

3. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGIA ACTUAL DEL PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE PERDIDAS DE ENERGÍA EN ESSA

3.1 CONCEPTOS LIQUIDADOS POR PERDIDAS DE ENERGÍA

A continuación en la tabla 3 se describen los ítems generados en el primer mes del 2013 por el proyecto de Control y Reducción de Pérdidas de Energía, el cual será fundamental y base para comparar, cantidades, inversión y gastos en relación al que se obtendrá con el sistema MEDIMAR. La sumatoria de los gastos de la tabla refleja el valor total de la inversión mensual que se debe realizar con la metodología de reducción de pérdidas que actualmente se está implementando en ESSA.

Tabla 1. Inversión mensual metodología actual

	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	VALOR INCLUIDO IVA Y IUI
					100%	
ACTIVIDADES DE REDUCCION (SERVICIOS)	REVISION NORMALIZACION Y LEGALIZACION DE INSTALACIONES CON FINES DE CONTROL PERDIDAS , NIVEL DE TENSION 1 (RECONOCIMIENTO POR HORA)	HORAS	\$ 43.697	13.686	\$ 598.037.142	\$ 797.781.547
ACTIVIDADES DE REDUCCION (OBRA)	REMODELACION TRANSFORMADOR	UNID	\$ 7.133.836	16	\$ 114.141.373	\$ 152.264.592
ACTIVIDADES DE CONTROL	RETIRO DE MEDIDOR MONOFASICO, BIFASICO O TRIFASICO. INCLUYE DILIGENCIAMIENTO DEL ACTA, FORMATOS A QUE HAYA LUGAR Y ENVIO DEL MEDIDOR A LABORATORIO	UNID	\$ 2.950	105	\$ 309.750	\$ 413.207
	INSTALACION DE MEDIDOR MONOFASICO, TRIFILAR , TRIFASICO Y/O PREPAGO (INCLUYE EL TRANSPORTE E INSTALACION DE LOS MATERIALES SUMINISTRADOS POR ESSA, SELLADO DE LA INSTALACION, DILIGENCIAMIENTO DEL ACTA Y FORMATOS A QUE HAYA LUGAR)	UNID	\$ 22.810	105	\$ 2.395.050	\$ 3.194.997
	REVISIONES DE INSTALACIONES ESPECIALES CON FINES DE CONTROL PERDIDAS (INDUSTRIA EQUIPOS DE MEDIDA CON FACTOR < 1, NIVEL DE TENSION 1 Y 2). (RECONOCIMIENTO POR UNIDAD)	UNID	\$ 147.112	128	\$ 18.830.336	\$ 25.119.668
	ENTREGA DE MEDIDOR NO CONFORME METROLOGICAMENTE. (MOTO)	UNID	\$ 5.590	1058	\$ 5.914.220	\$ 7.889.569
	DIGITACION E INGRESO DE LA INFORMACION (INCLUYE LA MANO DE OBRA, LA DIGITACION DEL ACTA (REVISION, MATERIALES Y DEMAS ACTAS QUE SE REALICEN) POR USUARIOS A LOS SISTEMAS DE INFORMACION (SAC), EL SUMINISTRO DE EQUIPOS SEGÚN ESPECIFICACIONES DADAS)	UNID	\$ 1.391	3338	\$ 4.643.158	\$ 6.193.973
ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS	PERSONAL CON PERFIL ADMINISTRATIVO PARA REALIZAR INTERVENTORIA CRUZADA.	UNID	\$ 2.506.030	22	\$ 55.132.658	\$ 73.546.966
						\$ 1.066.404.518

Fuente: Informe de interventoría ESSA

Los \$1.066.404.318 que se invirtieron en el primer mes del proyecto son proporcionales a la inversión que se hace necesaria realizar cada uno de los siguientes meses de la implementación del actual programa, dado que las acciones a realizar mes por mes son siempre las mismas, solamente cambiando el transformador a intervenir.

3.2 FLUJO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO DE PERDIDAS

A continuación se refleja la inversión para el año 2013, los valores para el mes de enero son los valores reales generados por el proyecto de pérdidas de energía de ESSA, el cual se toma como base para la proyección en los meses restantes del año con montos similares a las del primer mes, dado que las acciones a realizar son similares mes tras mes.

Tabla 2. Inversión proyecto actual

	CRPE ESSA					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
inversion cancelada en el periodo	\$ 1.066.404.518	\$ 1.066.404.518	\$ 1.066.404.518	\$ 1.066.404.518	\$ 1.066.404.518	\$ 1.066.404.518
inversion total acumulada	\$ 1.066.404.518	\$ 2.132.809.037	\$ 3.199.213.555	\$ 4.265.618.074	\$ 5.332.022.592	\$ 6.398.427.111
porcentaje cancelado en el periodo	8,65%	8,65%	8,65%	8,65%	8,65%	8,65%
porcentaje total acumulada	8,65%	17,30%	25,95%	34,60%	43,25%	51,90%

inversion contratada	\$ 12.327.505.154
----------------------	-------------------

	CRPE ESSA					
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
\$ 1.066.404.518	\$ 1.066.404.518	\$ 1.066.404.518	\$ 1.066.404.518	\$ 1.066.404.518	\$ 1.066.404.518	\$ 597.055.451
\$ 7.464.831.629	\$ 8.531.236.148	\$ 9.597.640.666	\$ 10.664.045.185	\$ 11.730.449.703	\$ 12.327.505.154	
8,65%	8,65%	8,65%	8,65%	8,65%	8,65%	4,84%
60,55%	69,20%	77,86%	86,51%	95,16%	100,00%	

Fuente: Primera liquidación del contrato pérdidas ESSA de 2013

En la tabla 2 se muestra la inversión cancelada por ESSA al contratista mes por mes, la suma acumulada de esta, el porcentaje cancelado con respecto al presupuesto y el porcentaje total pagado acumulado.

Según la inversión mensual proyectada se observa que para dar cumplimiento a lo presupuestado en el año para el proyecto, en el último mes se tendría que disminuir el gasto. La inversión total que se tiene presupuestada para el proyecto de reducción de pérdidas es \$12.327.505.154 pesos.

4. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE PERDIDAS DE ENERGÍA EN ESSA

4.1 MATERIALES

Se proyectan los materiales y cantidades necesarias para el desarrollo de un sistema de medida MEDIMAR, asumiendo valores de costo del año 2013 ya establecidos por la tabla de costos de la empresa. La tabla 3 muestra los materiales necesarios para construir un gabinete MEDIMAR y el valor estimado que se tiene para un sistema de medida.

A continuación se describen los materiales utilizados en el sistema:

- Medidor trifásico: Equipo de medida directo ubicado en el gabinete MEDIMAR el cual registrara el consumo del cliente, y es la base para comparar lo registrado por el equipo de medida de cada cliente, Clase 1, tipo A5, 20 A/ 100 A
- Caja de policarbonato para instalación de medidores trifásico sin espacio para totalizador, en el cual se ubicaran los integradores para lectura.
- Cable, 3x6+6 AWG concéntrico 600 V 90oC XLPE/PVC, como acometida antifraude del sistema MEDIMAR.
- Conector bimetálico de un perno ranuras paralelas 2/0.
- Cinta bandit metaliza para sujetar cajas de equipos de medida.
- Tubo conduit metálico rígido de 1" x 6 m, para alojar bajantes de los integradores
- Caja Metálica horizontal, vertical y modular para alojar hasta 4 medidores trifásicos con compartimiento para totalizador, con el fin de alojar los equipos de medida del sistema MEDIMAR.
- Integrador de tambor, el cual indicara en kW/h la energía consumida por el usuario.
- Tensor para sujetar acometida concéntrica que sale desde el poste y llega a la fachada de la casa.

Tabla 3. Materiales del Sistema
MEDIMAR

MATERIALES GABINETE MEDIMAR					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	MEDIDOR TRIFASICO DE MEDIDA DIRECTA	UNIDAD	5	\$ 128.053	\$ 640.265
2	CAJA POLIFASICA MEDIDOR TRIFASICO	UNIDAD	1	\$ 60.000	\$ 60.000
3	CABLE CONCENTRICO 3x6+6	METROS	4	\$ 17.123	\$ -
4	CONECTORES	UNIDAD	4	\$ 4.953	\$ -
5	CINTA BANDIT*30 M	METROS	3,5	\$ 65.060	\$ -
6	TUBO DE 1" x 6m	UNIDAD	1	\$ 23.169	\$ 23.169
7	CAJA POLIFASICA DE PASO	UNIDAD	1	\$ 120.000	\$ 120.000
8	INTEGRADORES	UNIDAD	6	\$ 25.000	\$ 150.000
9	TENSOR PARA SUJETAR ACOMETIDA CONCÉNTRICA	UNIDAD	6	\$ 1.760	\$ 10.560
VALOR MATERIALES					\$ 1.003.994

Fuente: Los autores.

En los ítems 3,4 y 5 no se tienen en cuenta los costos de los materiales ya que estos son suministrados por el personal contratista según lo establecido en los pliegos de contratación de ESSA en el ítem de instalación de equipos de macromedición. Este concepto se toma para la instalación de los equipos MEDIMAR, teniendo en cuenta su similitud en cuanto al tiempo, personal, dificultad y materiales que se tendrían que instalar. Se debe realizar de esta forma ya que no se podrá anexar un nuevo concepto ítem a lo contratado desde el 1 de enero del 2013.

4.2 TRANSFORMADORES TIPO

Se modela el tipo de transformador y circuito por baja tensión, que se referenciaría para las zonas de Barrancabermeja, Bucaramanga y Sabana de Torres, mencionando las diferentes características, como variabilidad, cantidad de usuarios y nodos por BT, estos modelos se proyectan según información oficial de ESSA de lo ejecutado en el contrato de perdidas en lo corrido del primer mes de acciones y transformadores intervenidos. Los datos más importantes que se analizaron fueron los clientes intervenidos, las anomalías detectadas por circuitos y la energía recuperada, en la tabla 4 se muestra el resumen de las características del transformador tipo por zona.

Tabla 4. Características transformador por zona

CARACTERISTICAS DE TRAFOS POR ZONA			
TRANSFORMADOR TIPO	BARRANCABERMEJA	BUCARAMANGA	SABANA DE TORRES
POTENCIA DE TRAFO	105	75	30
NODOS POR TRAFO	33	24	9
CLIENTES POR TRAFO	140	62	29
PROMEDIO DE ENERGIA RECUPERADA POR USUARIO (KWH)	579	4622	2122
CLIENTES INTERVENIDOS POR TRAFO	121	30	23
NODOS INTERVENIDOS	29	13	8
ANOMALIAS POR TRAFO	21	3	2
ENERGIA RECUPERADA POR TRAFO	8.946	5.381	4.505
ANOMALIAS POR MES	275	15	46
TRAFOS INTERVENIDOS AL MES	13	6	27
CLIENTES INTERVENIDOS AL MES	1.577	181	631
ENERGIA RECUPERADA POR MES (KWH)	116.301	32.285	121.635
FECHA PROMEDIO POR CIRCUITO	5	8	1
DIAS PARA TRAFOS TOTALES	65	48	27

Fuente: Los Autores

Los días laborados por la instalación de los equipos MEDIMAR, se calcularon asumiendo que cada cuadrilla instalaría 4 equipos de MEDIMAR al día, con 9 horas laboradas, requiriendo en cada frente de trabajo para las tres zonas, 6 cuadrillas, dando de esta manera una optimización en los resultados de la detección de las pérdidas de energía y un menor tiempo de intervención en los transformadores, logrando mejores resultados y más ágiles.

4.3 CONCEPTOS LIQUIDADOS POR EL PROGRAMA PILOTO

En la tabla 5 se encuentran los ítems, cantidades, costos y valores presupuestados con la implementación del programa piloto, los ítems que no son afectados con la implementación de este programa, se tienen en cuenta tal como se generaron en el programa de pérdidas actual. Esto quiere decir que en los ítems ya establecidos por el programa de pérdidas, se afectaría de manera positiva de tal forma que se reduzcan los costos cancelados en la actividad de “Revisión Normalización y Legalización de Instalaciones con Fines de Control de Perdidas , Nivel de Tensión 1” en el cual se reconoce y liquida es por horas laboradas.

También se adicionaran cuatro ítems con el sistema MEDIMAR, el primero y segundo es el referente al montaje y desmontaje de los equipos, el tercero es la inversión por compra de elementos y/o materiales necesarios para el sistema de medida, cabe resaltar que se presupuesta una inversión de \$ 640.198.795 por la compra de 478 equipos, la cual se realizara solo en la implementación del sistema piloto, más una adición por mantenimiento anual que será descrita más adelante y el cuarto ítem es el referente al armado de estos equipos MEDIMAR.

Tabla 5. Inversión mensual programa piloto

	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	VALOR INCLUIDO IVA Y AIU
100%						
ACTIVIDADES DE REDUCCION (SERVICIOS)	REVISION NORMALIZACION Y LEGALIZACION DE INSTALACIONES CON FINES DE CONTROL PERDIDAS , NIVEL DE TENSION 1 (RECONOCIMIENTO POR HORA)	HORAS	\$ 43.697	1925	\$ 84.116.725	\$ 112.211.711
ACTIVIDADES DE REDUCCION (OBRA)	REMODELACION TRANSFORMADOR	UNID	\$ 7.133.836	16	\$ 114.141.373	\$ 152.264.592
ACTIVIDADES DE CONTROL	RETIRO DE MEDIDOR MONOFASICO, BIFASICO O TRIFASICO. INCLUYE DILIGENCIAMIENTO DEL ACTA, FORMATOS A QUE HAYA LUGAR Y ENVIO DEL MEDIDOR A LABORATORIO	UNID	\$ 2.950	105	\$ 309.750	\$ 413.207
	INSTALACION DE MEDIDOR MONOFASICO, TRIFILAR, TRIFASICO Y/O PREPAGO (INCLUYE EL TRANSPORTE E INSTALACION DE LOS MATERIALES SUMINISTRADOS POR ESSA, SELLADO DE LA INSTALACION, DILIGENCIAMIENTO DEL ACTA Y FORMATOS A QUE HAYA LUGAR)	UNID	\$ 22.810	105	\$ 2.395.050	\$ 3.194.997
	REVISIONES DE INSTALACIONES ESPECIALES CON FINES DE CONTROL PERDIDAS (INDUSTRIA EQUIPOS DE MEDIDA CON FACTOR < 1, NIVEL DE TENSION 1 Y 2). (RECONOCIMIENTO POR UNIDAD)	UNID	\$ 147.112	128	\$ 18.830.336	\$ 25.119.668
	ENTREGA DE MEDIDOR NO CONFORME METROLOGICAMENTE. (MOTO)	UNID	\$ 5.590	1058	\$ 5.914.220	\$ 7.889.569
	DIGITACION E INGRESO DE LA INFORMACION (INCLUYE LA MANO DE OBRA, LA DIGITACION DEL ACTA (REVISION, MATERIALES Y DEMAS ACTAS QUE SE REALICEN) POR USUARIOS A LOS SISTEMAS DE INFORMACION (SAC), EL SUMINISTRO DE EQUIPOS SEGÚN ESPECIFICACIONES DADAS)	UNID	\$ 1.391	3338	\$ 4.643.158	\$ 6.193.973
ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS	PERSONAL CON PERFIL ADMINISTRATIVO PARA REALIZAR INTERVENTORIA CRUZADA	UNID	\$ 2.506.030	22	\$ 55.132.658	\$ 73.546.966
ACTIVIDADES DE CONTROL	MONTAJE, suministro, transporte e instalación de macromedida tipo monofásica y/o trifásica nueva. (Incluye Mano de obra, el diligenciamiento del acta y formatos a que haya lugar, transporte e instalación de los materiales suministrados por ESSA, la revisión y/o instalación del medidor y el sellado de la instalación).	UNID	\$ 33.870	478	\$ 16.189.860	\$ 21.597.273
	DESMONTAJE, suministro, transporte e instalación de macromedida tipo monofásica y/o trifásica nueva. (Incluye Mano de obra, el diligenciamiento del acta y formatos a que haya lugar, transporte e instalación de los materiales suministrados por ESSA, la revisión y/o instalación del medidor y el sellado de la instalación).	UNID	\$ 33.870	478	\$ 16.189.860	\$ 21.597.273
INVERSION	Armado total de gabinete sistema MEDIMAR con 5 medidores, incluye conexión de barraje, conexipon de medidores, acople con integradores ciclotmétricos.	UNID	\$ 22.869	478	\$ 10.931.382	\$ 14.582.464
	MATERIALES	UNID	\$ 1.003.994	478	\$ 479.909.142	\$ 640.198.795
						\$ 1.078.810.487
						\$ 424.029.229

Fuente: Los Autores

En la tabla 5 se muestra la inversión inicial para el programa piloto la cual incluye la compra de equipos en el primer mes y las respectivas actividades de control como montaje y desmontaje, lo que en total suma \$697.975.805 pesos, el gasto total para el primer mes de implementación del programa piloto es de \$1.078.810.487 pesos, pero desde el segundo mes en adelante, no se hace necesaria la compra de equipos

adicionales, con lo que desde este momento se empieza notar un ahorro aproximado de 640 millones de pesos por concepto de normalizaciones bien encaminadas.

4.4 RESUMEN DE ACTIVIDADES

En la tabla 6 se describen las diferentes acciones que se desarrollaran en lo corrido de un mes para el proyecto de pérdidas implementado actualmente y para el programa piloto MEDIMAR, se observa una reducción de acciones en el ítem de clientes intervenidos con la implementación del programa piloto ya que no se entrarían a intervenir la totalidad de clientes pertenecientes a cada transformador, solamente se intervendrían los que el sistema MEDIMAR detecte puntualmente. Logrado así reducir los clientes intervenidos a una cantidad similar a las irregularidades del transformador.

Tabla 6. Resumen de acciones por el proyecto perdidas y el programa piloto MEDIMAR

DESCRIPCION	CRPE ESSA				PROGRAMA PILOTO			
	Barrancabermeja	Bucaramanga	Sabana de Torres	TOTAL	Barrancabermeja	Bucaramanga	Sabana de Torres	TOTAL
	66%	8%	26%		66%	8%	26%	
MEDIDORES INSTALADOS	69	8	27	105	69	8	27	105
TRAFOS INTERVENIDOS	30	4	12	46	30	4	12	46
CLIENTES INTERVENIDOS	1577	191	621	2389	222	27	87	336
ANOMALIAS	275	15	46	336	275	15	46	336
CLIENTES INTERVENIDOS POR GESTION SOCIAL	1577	191	621	2389	1577	191	621	2389
KM DE RED DE BAJA CONSTRUIDOS	0	0	0	0	0	0	0	0
KM DE RED DE MEDIA CONSTRUIDOS	0	0	0	0	0	0	0	0
KM DE RED DE BAJA REMODELADOS	6085	738	2397	9219	6085	738	2397	9219
KM DE RED DE MEDIA REMODELADOS	539	65	212	817	539	65	212	817
RECUPERACIÓN ENERGIA (KWH) BALANCE MANUAL	116301	32285	11712	160298	116301	32285	11712	160298

Fuente: Los Autores

Según el informe de interventoria entregado por el contratista a ESSA las acciones de normalización realizadas para el control y la reducción de las pérdidas en el periodo evaluado fueron 2389, mientras con la implementación de la metodología propuesta en esta monografía todo sería muy similar, con la única gran diferencia que las acciones de normalización se reducirían al número de clientes con fraude que tenga el transformador para este caso 336, con lo que se ahorra el dinero que la aplicación de 2053 acciones de normalización.

4.5 FLUJO DE INVERSIÓN DEL PROGRAMA PILOTO

En la tabla 7 se especifica la inversión mensual y el total de inversión que se tiene mes a mes con el programa piloto, obteniendo en el mes de diciembre el total de inversión anual, al igual que los cotos totales del año. Se logra reducir con el programa piloto (inversión total acumulada) un 53% de la inversión en comparación con el programa actual implementado por el proyecto de perdidas, obteniendo los mismos resultados en cuanto a la energía recuperada.

Tabla 7. Inversión programa piloto

	PILOTO					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
inversion cancelada en el periodo	\$ 1.078.810.487	\$ 424.029.229	\$ 424.029.229	\$ 424.029.229	\$ 424.029.229	\$ 424.029.229
inversion total acumulada	\$ 1.078.810.487	\$ 1.502.839.716	\$ 1.926.868.944	\$ 2.350.898.173	\$ 2.774.927.402	\$ 3.198.956.630
porcentaje cancelado en el periodo	8,75%	3,44%	3,44%	3,44%	3,44%	3,44%
porcentaje total acumulada	8,75%	12,19%	15,63%	19,07%	22,51%	25,95%

inversion contratada	\$ 12.327.505.154
inversion total ejecutada	\$ 5.743.132.002
AHORRO	\$ 6.584.373.152
AHORRO	53%

PILOTO					
JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
\$ 424.029.229	\$ 424.029.229	\$ 424.029.229	\$ 424.029.229	\$ 424.029.229	\$ 424.029.229
\$ 3.622.985.859	\$ 4.047.015.088	\$ 4.471.044.316	\$ 4.895.073.545	\$ 5.319.102.774	\$ 5.743.132.002
3,44%	3,44%	3,44%	3,44%	3,44%	3,44%
29,39%	32,83%	36,27%	39,71%	43,15%	46,59%

Fuente: Los Autores

En el primer mes las inversión en el programa piloto es mayor que la de los meses siguientes esto se debe a que previo al inicio de la puesta en marcha del programa se debe adquirir los equipos enunciados en la tabla 3 para construir los gabinetes MEDIMAR necesarios para el proyecto. Desde el segundo mes en adelante ya se empieza a notar el ahorro por concepto de acciones de normalización direccionadas únicamente a clientes con fraude.

5. DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

5.1 ESTABLECIMIENTO DE LA LÍNEA BASE

Para la implementación del programa piloto de control y reducción de pérdidas de energía se debe realizar una inversión inicial en la compra de los diferentes equipos que conforman el gabinete MEDIMAR y adicional a esto también es necesario tener en cuenta los gastos por mantenimiento de dichos gabinetes.

5.1.1. Costos de Operación

En los costos de operación de la metodología MEDIMAR se tienen en cuenta los siguientes ítems:

Calibración del Medidor: Se debe llevar a cabo en la mitad del tiempo de duración del proyecto, ósea, a los 6 meses de puesta en funcionamiento de los gabinetes MEDIMAR, dicha calibración es necesaria para verificar que la medida que se está tomando en cada uno de estos medidores es la correcta, para así no tomar decisiones equivocadas e intervenir normalizando a clientes que no son necesarios.

Desarmado del gabinete MEDIMAR: Este desarmado se debe llevar a cabo para poder llevar cada uno de los medidores del gabinete al laboratorio donde se le realizará la calibración, los medidores deben estar libres para poder montarse en la mesa de calibración.

Armado del gabinete MEDIMAR: Luego de que los medidores sean debidamente calibrados, se deben volver a armarlos gabinetes MEDIMAR con 5 cada uno.

Mantenimiento del gabinete MEDIMAR: El mantenimiento a los gabinetes se llevara a cabo 2 veces en la duración del proyecto.

Imprevistos: Este ítem se prevé para tener en cuenta posibles fallas de los gabinetes MEDIMAR ya sea internas del equipo o fallas por mala utilización o golpes.

A continuación en la tabla 8 se muestra los costos de operación por ítem y el valor total de los costos operativos adicionales en los que se incurrirá por la implementación del programa piloto.

Tabla 8. Costos de operación

COSTO DE OPERACIÓN					
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	VALOR INCLUIDO IVA Y AIU
Calibración de Medidor	UNID	\$ 31.780	2390	\$ 75.954.200	\$ 101.322.903
Calibración de integrador ciclotrimico	UNID	\$ 24.340	2390	\$ 58.172.600	\$ 77.602.248
Armado total de gabinete sistema MEDIMAR con 5 medidores, incluye conexión de barraje, conexipon de medidores, acople con integradores ciclotrimicos.	UNID	\$ 22.869	478	\$ 10.931.382	\$ 14.582.464
Desarmado total de gabinete sistema MEDIMAR con 5 medidores, incluye conexión de barraje, conexipon de medidores, acople con integradores ciclotrimicos.	UNID	\$ 22.869	478	\$ 10.931.382	\$ 14.582.464
Mantenimiento a gabinete MEDIMAR	UNID	\$ 14.780	478	\$ 7.064.840	\$ 9.424.497
Imprevistos	UNID	\$ 20.000	478	\$ 9.560.000	\$ 12.753.040
					\$ 230.267.615

Fuente: Experiencia personal ESSA

Los precios mostrados en la tabla 8, son resultado de consultas realizadas a personal especializado en este tema de ESSA, quienes en su día a día manejan presupuestos para diferentes proyectos.

5.1.2. El WACC de ESSA

Según información suministrada por el área de finanzas de la Electrificadora de Santander, el WACC establecido por la empresa Electrificadora de Santander S.A. E.S.P es de 10,21%.

5.2 INVERSIÓN

La inversión que se debe realizar en este proyecto se enfoca con una comparación de las 2 metodologías de reducción de pérdidas de energía, la que actualmente se está implementando y la que se plantea en esta monografía. Por lo tanto, en varias etapas del proceso de reducción de pérdidas las acciones a realizar en los 2 métodos pueden ser las mismas; la diferencia radica en que con la metodología propuesta se debe realizar una inversión adicional en materiales, que incluyen:

- Compra de todos los implementos que componen el gabinete MEDIMAR.
- Armada del gabinete.
- Montaje y el desmontaje del gabinete.

En la tabla 9 se muestra en detalle el costo de cada uno de los ítems anteriores y el total de la inversión que se debe realizar en la metodología planteada en comparación con la que actualmente aplica la ESSA.

Tabla 9. Inversión metodología planteada

ACTIVIDADES DE INVERSIÓN					
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNIDAD	CANTIDAD	COSTO DIRECTO	VALOR INCLUIDO IVA Y AIU
MONTAJE, suministro, transporte e instalación de macromedida tipo monofásica y/o trifásica nueva. (Incluye Mano de obra, el diligenciamiento del acta y formatos a que haya lugar, transporte e instalación de los materiales suministrados por ESSA, la revisión y/o instalación del medidor y el sellado de la instalación). CONTRATISTA SUMINISTRA: Mano de obra, transporte de personal y material(es) (conector(es) bimetálico(s), cable de cobre encauchetado aislado 4 x 18 AWG 300v 105°C, cinta de acero bandit 5/8", cinta autofundente, correa(s) plástica(s), pintura industrial indeleble tipo marcador, prensaestopa, necesarios para la instalación de la macromedida ESSA SUMINISTRA: Actas, sellos, medidor, caja para alojar medidor, transformadores de corriente.	UNID	\$ 33.870	478	\$ 16.189.860	\$ 21.597.273
DESMONTAJE, suministro, transporte e instalación de macromedida tipo monofásica y/o trifásica nueva. (Incluye Mano de obra, el diligenciamiento del acta y formatos a que haya lugar, transporte e instalación de los materiales suministrados por ESSA, la revisión y/o instalación del medidor y el sellado de la instalación). CONTRATISTA SUMINISTRA: Mano de obra, transporte de personal y material(es) (conector(es) bimetálico(s), cable de cobre encauchetado aislado 4 x 18 AWG 300v 105°C, cinta de acero bandit 5/8", cinta autofundente, correa(s) plástica(s), pintura industrial indeleble tipo marcador, prensaestopa, necesarios para la instalación de la macromedida ESSA SUMINISTRA: Actas, sellos, medidor, caja para alojar medidor, transformadores de corriente.	UNID	\$ 33.870	478	\$ 16.189.860	\$ 21.597.273
Armado total de gabinete sistema MEDIMAR con 5 medidores, incluye conexión de barraje, conexión de medidores, acople con integradores ciclométricos.	UNID	\$ 22.869	478	\$ 10.931.382	\$ 14.582.464
MATERIALES	UNID	\$ 1.003.994	478	\$ 479.909.142	\$ 640.198.795
					\$ 697.975.805

Fuente: Los Autores

Entre las actividades de inversión se encuentra el montaje de gabinete MEDIMAR que incluye todo desde el transporte hasta su instalación, lo mismo que el desmontaje el cual incluye desde la desinstalación hasta la entrega del equipo en el laboratorio. Por otra parte para cuantificar la inversión inicial también se tuvo en cuenta el armado de los gabinetes y la compra de todos los materiales que constituyen el gabinete MEDIMAR.

5.3 ESTABLECIMIENTO DEL ESCENARIO Y PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

En el presente capítulo se dan las pautas a tener en cuenta para la evaluación financiera del proyecto, tales como el escenario de implementación y los diferentes factores tanto técnicos, financieros, ambientales y normativos que se tienen en la implementación de nuevo programa piloto.

5.3.1. Establecimiento del escenario

La finalidad del proyecto es reemplazar la metodología de recuperación de pérdidas de energía que actualmente ESSA implementa, por la metodología planteada en esta monografía, la cual detecta directamente los usuarios con fraude en su instalación eléctrica, facilitando la identificación de estos clientes fraudulentos, llegando a que solo se realicen las normalizaciones en los usuario con fraude y por ende se reduzca la necesidad de personal y actividades para realizar dichas normalizaciones.

5.3.2. Parámetros de evaluación

A continuación son enunciados los parámetros de evaluación que limitan el análisis financiero del proyecto:

- No se considera valor de salvamento de los gabinetes MEDIMAR, ni de los equipos que lo componen pues en ESSA al final de la vida útil de los equipos estos serán reciclado o desechados.
- La vida útil del proyecto es 1 año y la depreciación de los equipos es 5 años, por lo que durante la duración del proyecto los equipos solo se alcanzan a depreciar un 20%.
- La inversión del flujo de fondos son las actividades adicionales que se deben realizar en comparación con el proyecto actual y los materiales adicionales para los gabinetes MEDIMAR en los que se debe para iniciar la metodología propuesta.

- Los ingresos de operación son el ahorro que se consigue al implementar la metodología propuesta en comparación con la metodología actual.
- Los costos operacionales incluyen en mantenimiento general de los gabinetes, la calibración de todos los medidores y el armado y desarmado de los gabinetes MEDIMAR.
- Dado que la duración del proyecto es de 1 año no habrá incrementos de ningún tipo en mano de obra, precios de equipos, etc.
- Para el proyecto de recuperación de pérdidas no se requiere compensación ambiental, pues todos los trabajos son en redes propiedad de ESSA.
- Todos los gabinetes MEDIMAR tendrán alojados 5 medidores.
- Las zonas en la que actuará el proyecto son Bucaramanga, San Alberto y Barrancabermeja.
- La normatividad regida por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios permite la aplicación de esta metodología.

5.4 FLUJO DE CAJA INCREMENTAL DEL PROYECTO E INDICADORES

El flujo de caja incremental mostrado en la tabla 10 muestra las diferentes entradas y salidas de efectivo a lo largo de todo el proyecto en cada uno de los meses.

5.4.1. Flujo de caja incremental del proyecto

Tabla 10. Flujo incremental del proyecto

DATOS	VALOR
Costo del Capital	10,21%
Inversión Total (compra de equipos)	\$ 697,98
Vida útil del proyecto (meses)	12
Valor de Salvamento Maquinaria	0%
Impuesto a la renta	34%

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CONCEPTO	INICIO PROYEC	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
+ Ingreso de Operación		-12,41	642,38	642,38	642,38	642,38	642,38	642,38	642,38	642,38	642,38	642,38	173,03
+ Ingresos Financieros Asociados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Costos de Operación	-19,19	-19,19	-19,19	-19,19	-19,19	-19,19	-19,19	-19,19	-19,19	-19,19	-19,19	-19,19	-19,19
- Intereses Crédito	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Depreciación	0,00	-10,67	-10,67	-10,67	-10,67	-10,67	-10,67	-10,67	-10,67	-10,67	-10,67	-10,67	-10,67
= Ganacias Operativas Gravables	-19,19	-42,26	612,52	612,52	612,52	612,52	612,52	612,52	612,52	612,52	612,52	612,52	143,17
- Impuesto a la renta	6,52	14,37	-208,26	-208,26	-208,26	-208,26	-208,26	-208,26	-208,26	-208,26	-208,26	-208,26	-48,68
+ Ingreso Venta de Activos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
= Ganacias Netas Contables	-12,66	-27,89	404,26	404,26	404,26	404,26	404,26	404,26	404,26	404,26	404,26	404,26	94,49
+ Depreciación	0,00	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67	10,67
- Costos de Inversión	-697,98												
- Inversiones Financieras Asociadas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
+ Crédito Recibido	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Amortización Crédito	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
+ Valor Salvamento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
= Flujo de Fondos Neto	-710,64	-17,22	414,93	414,93	414,93	414,93	414,93	414,93	414,93	414,93	414,93	414,93	105,16
= Flujo de Fondos Neto Descontado	-710,64	-15,63	341,61	309,96	281,25	255,19	231,55	210,10	190,64	172,98	156,95	142,41	32,75
= Flujo de Fondos Descontado Acumulativo	-710,64	-726,27	-384,66	-74,69	206,56	461,75	693,30	903,41	1094,04	1267,02	1423,97	1566,38	1599,13

En la tabla 10 se muestra el flujo de los fondos mes a mes hasta finalizar el proyecto.

5.4.2. Indicadores de rentabilidad del proyecto

Los indicadores que se tienen en cuenta para el análisis del proyecto son mostrados en la tabla 11. De los cuales se da una breve explicación a continuación:

El valor presente neto (VPN) es el resultado de traer a pesos de hoy el flujo de fondos neto de cada mes del proyecto.

La tasa interna de retorno (TIR) es el porcentaje de ganancia que me dejará el proyecto con respecto a la inversión realizada. Por lo que a mayor TIR mayor ganancia tendrán los inversionistas del proyecto.

El índice de valor actualizado (IVAN) es igual al VPN dividido entre la inversión actualizada, si este resultado es menor a 1 no es bueno invertir en el proyecto pero si el resultado es mayor a 1 la recomendación es invertir.

El máximo endeudamiento me dice a lo largo del proyecto cuanto es el máximo de monto de dinero que voy a deber.

El PAY OUT se da cuando el flujo de caja descontado neto acumulativo pasa de ser negativo a positivo lo que significa que se pasa de deber dinero a recibir flujo de caja positivo.

Tabla 11. Indicadores del proyecto.

INDICADORES DE LA LÍNEA BASE DEL PROYECTO		
VPN	\$	1.566,38
TIR		39,73%
IVAN		224,42%
RRN		18,70%
MÁXIMO ENDEUDAMIENTO	\$	-710,64
PAY OUT		Mes 4

Fuente: Los Autores

La tabla 12 muestra el VPN del proyecto para los diferentes valores de WACC, a medida que se va aumentando el WACC el VPN va disminuyendo, con lo que se llega a la conclusión que para que el proyecto no sea rentable el WACC de la empresa debe ser mayor a 40%.

Tabla 12. Tasa vs VPN.

Tasa	VPN
25,0%	\$ 468,02
27,5%	\$ 360,71
30,0%	\$ 267,37
32,5%	\$ 185,73
35,0%	\$ 113,96
37,5%	\$ 50,54
40,0%	\$ -5,76
42,5%	\$ -55,94
45,0%	\$ -100,87
47,5%	\$ -141,25
50,0%	\$ -177,67
52,5%	\$ -210,63
55,0%	\$ -240,57

Fuente: Los Autores

6. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA

6.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGO ASOCIADOS A LA INVERSIÓN

Para el análisis de sensibilidad en el Flujo de Fondos del Proyecto, se consideraron las siguientes variables:

- La inversión.
- Ingresos de operación.
- Costos operativos.

A continuación en la tabla 13 se muestran el resumen de los resultados arrojados por el análisis de sensibilidad mostrando el caso básico y luego se analizan las variables consideradas aumentado y disminuyendo un 20% su monto, por ejemplo, para la inversión se tiene el caso base con las variables ya calculadas y luego se supone que por alguna causa probable se debe aumentar en un 20% la inversión, se realizan los cálculos de la TIR, VPN, IVAN y PAY OUT para plasmarlo en la tabla de análisis de sensibilidad, este proceso se realiza nuevamente pero con el supuesto que la inversión se reduzca en un 20% y se plasma en la tabla, todo este proceso se realizó para las variables inversión, ingresos de operación y costos operativos, cuyos resultados son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 13. Resumen del análisis de sensibilidad

PROYECTO							
ITEM	CASO	TIR	VPN	IVAN	PAY OUT	MAXIMO ENDEUDAMIENTO	SWITCHING VALUE
1	BASICO	40%	1566,38	2,24	4	-710,64	
2	SENSIBILIDAD						
2.1	INVERSIÓN						
	(+) 20%	34%	1426,79	1,70	4	-850,24	224%
	(-) 20%	47%	1705,98	3,06	4	-586,67	
2.3	INGRESO DE OPERACIÓN						
	(-) 20%	32%	1096,38	1,57	4	-710,64	66,7%
	(+) 20%	46%	2033,41	2,91	4	-727,76	
2.4	COSTOS OPERACIÓN						
	(+) 20%	39,3%	1547,55	2,22	4	-713,17	1664%
	(-) 20%	40,1%	1585,21	2,27	4	-721,44	

En la última columna se muestra en switching value de las variables analizadas el cual nos indica donde el proyecto deja de ser rentable para la empresa.

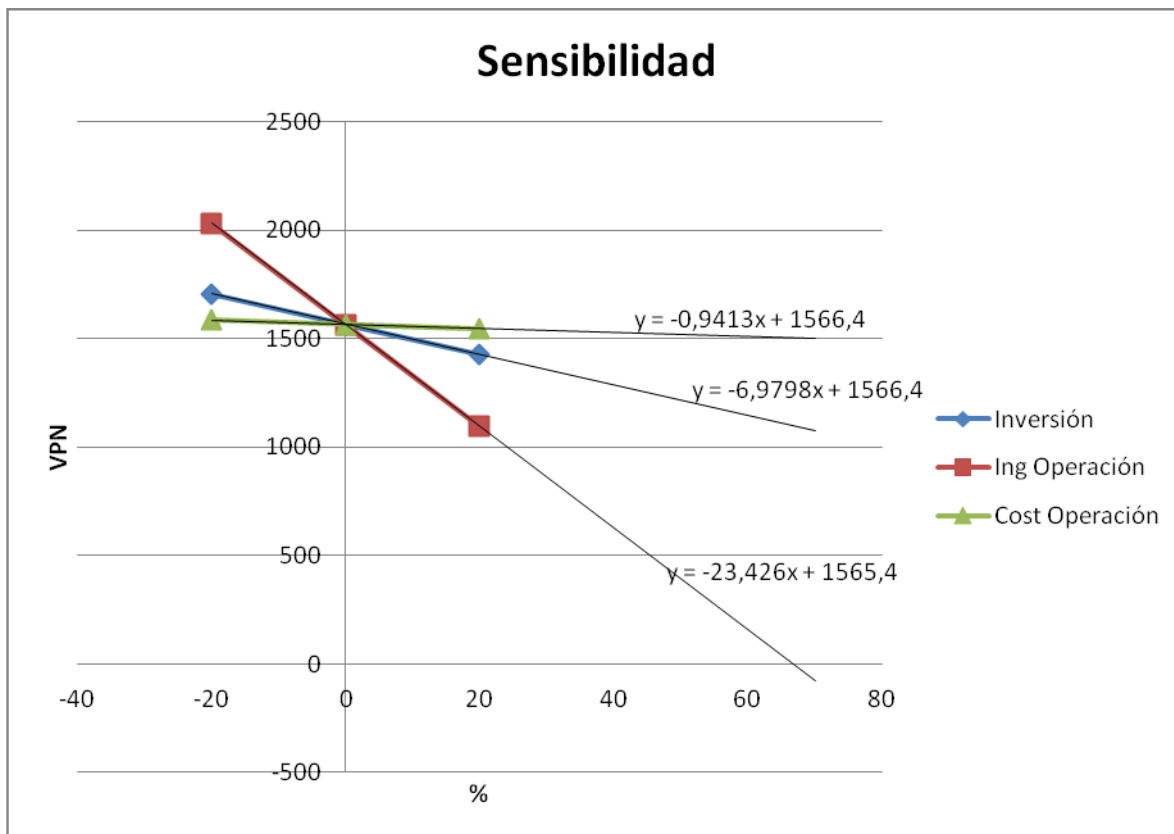


Figura 6. Análisis de Sensibilidad

En la figura 5 se muestran las gráficas de las proyecciones para las variables inversión, ingresos de operación y costos de operativos, mostrando un estimado de lo que puede ser el VPN dependiendo del porcentaje invertido, recibido o gastado.

7. CONCLUSIONES DE LA EVALUACION FINANCIERA

A continuación se da a la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P las recomendaciones y conclusiones para la decisión de implementar o no el programa piloto de reducción de pérdidas de energía propuesto.

- Se recomienda a la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P implementar la metodología de reducción de pérdidas de energía que se plantea en esta monografía, ya que esta en comparación con la que actualmente se está implementando es mucho más rentable, el valor presente del proyecto propuesto es de COP 1.566'318.460 y la TIR de 40% con un WACC de la empresa de 10,21%, la inversión se recuperará en solo 4 meses, siendo que la duración del proyecto es 12 meses y su máximo endeudamiento de COP 710'640.523.
- El proyecto es muy atractivo para la empresa ya que la empresa se haría más rica 1.566 millones, con solo una inversión 697 millones recuperándola en 4 meses.
- La variable que más afecta el flujo de fondos del proyecto son los ingresos de operación dado que si estos se incrementan en un 66% el proyecto dejara de ser rentable, ya que la TIR de este será igual al WACC de la empresa y financieramente sería lo mismo realizar o no el proyecto.
- Es un caso poco probable en el que los ingresos operacionales disminuyan en un 50%, el proyecto seguirá siendo rentable ya que el VPN será de 391 millones y una TIR de 20%, la recuperación de la inversión se dará a los 7 meses y el máximo endeudamiento será de 1.059 millones.
- La inversión es el segundo ítem que mas impacta el flujo de fondos del proyecto, pero su impacto es mínimo ya que si dicha inversión aumenta en un 50% el proyecto aun así será rentable ya que según el VPN hallado la empresa se hará mas rica en 1.217 millones, la TIR será de 28%, el máximo endeudamiento será de 1.059 millones y recuperación de la inversión se dará en el mes 5.
- La operación del proyecto necesita de poco presupuesto, es por esto que la variable de costos de operación no impacta significativamente la ganancia que puede dar la implementación del proyecto, ya que si estos costos de operación aumentan en un 50% en VPN del proyecto será de 1519 millones y la tasa interna de retorno de 38%.

Para que el proyecto deje de ser rentable los costos de operación deben aumentarse exageradamente a más de 1600%, lo que es muy improbable.

- Se recomienda a la ESSA implementar la metodología que se está planteando en esta monografía, que aunque al inicio del proyecto se debe realizar una inversión adicional en compra de equipos y mano de obra, esto se verá reflejado en una mayor efectividad en el direccionamiento de las acciones de normalización de los usuarios, donde se realizara normalización solo a los usuario con fraude, ahorrándose presupuesto al no intervenir instalaciones que no eran fraudulentas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ORJUELA, Hernando. **LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA - ENFOQUE OPERATIVO**. 2 ed. Colombia. Angélica Moreno R. Noviembre de 2012.
2. LEON, Oscar. **ADMINISTRACIÓN FINANCIERA – FUNDAMENTOS Y APLICACIONES**. 4 ed. Colombia. Alexandra López, Be FineTechnologies. 2009. p. 347-353.
3. **CLASE DE GESTION EVALUACION DE PROYECTOS**. (1: 2013: Colombia). Memorias EGRE XVI Especialización En Gerencia De Recursos Energéticos. Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga, 2013. 456 d.
4. **CLASE DE GERENCIA FINANCIERA**. (1: 2013: Colombia). Memorias EGRE XVI Especialización En Gerencia De Recursos Energéticos. Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga, 2013. 87 P.
5. **CLASE DE INGENIERIA ECONOMICA**. (1: 2012: Colombia). Memorias EGRE XVI Especialización En Gerencia De Recursos Energéticos. Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga, 2012. 8 P.
6. **CLASE DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA**. (1: 2013: Colombia). Memorias EGRE XVI Especialización En Gerencia De Recursos Energéticos. Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga, 2013. 76 d.
7. **“INFORME DE INTERVENTORIA”**; Programa de Reducción de Pérdidas de Energía; Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.; 14 de enero a 15 de febrero de 2013
8. **“INFORME DE INTERVENTORIA”**; Programa de Reducción de Pérdidas de Energía; Electrificadora de Norte de Santander S.A. E.S.P.; 12 de octubre de 2011
9. **CLASIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA**; Afinidad eléctrica; Disponible en internet [http:// www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=38](http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=38); actualizado octubre 2007.