



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE  
POTENCIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
TELEMEDICIÓN PARA LOS CLIENTES QUE DISPONEN MEDIDORES CON TARIFA  
HORARIA EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A.**

Autores:

Wilmer Geovanny Aguilar Caiza

Vinicio Javier Lagla Lagla

Tutor:

MSc. Franklin Medina

Latacunga – Ecuador

2017

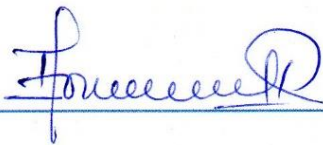
## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA) por cuanto, los postulantes: **Aguilar Caiza Wilmer Geovanny** y **Lagla Lagla Vinicio Javier** con el título de Proyecto de Investigación: ***“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMEDICIÓN PARA LOS CLIENTES QUE DISPONEN MEDIDORES CON TARIFA HORARIA EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A.”*** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Julio del 2017

Para constancia firman:



**Lector 1 (Presidente)**

**PhD. Iliana González**

**CC: 175707065-9**



**Lector 2**

**Ing. Mg. Rommel Suárez**

**CC: 180416535-3**



**Lector 3**

**Ing. Mg. Antonio Flores**

**CC: 171579326-9**



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMEDICIÓN PARA LOS CLIENTES QUE DISPONEN MEDIDORES CON TARIFA HORARIA EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A.”**, de **Aguilar Caiza Wilmer Geovanny** y **Lagla Lagla Vinicio Javier**, de la carrera de **Ingeniería Eléctrica**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto 2017

El Tutor

MSc. Franklin Medina

C.I. 0501259618

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Aguilar Caiza Wilmer Geovanny** y **Lagla Lagla Vinicio Javier** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: ***“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMEDICIÓN PARA LOS CLIENTES QUE DISPONEN MEDIDORES CON TARIFA HORARIA EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A.”***, siendo **MSc. Franklin Medina** director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



.....  
Aguilar Caiza Wilmer Geovanny

C.I. 171855222-5



.....  
Lagla Lagla Vinicio Javier

C.I. 050344156-0



energía para el buen vivir

## AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

### CERTIFICACIÓN

Al señor **AGUILAR CAIZA WILMER GEOVANNY** y **LAGLA LAGLA VINICIO JAVIER** de la Universidad Técnica de Cotopaxi certifico que mediante el proyecto de investigación, **“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMEDICIÓN PARA LOS CLIENTES QUE DISPONEN MEDIDORES CON TARIFA HORARIA EN LA EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A”** lo desarrollaron en esta institución para el desarrollo del proyecto de investigación.

Esta certificación lo otorgo, en razón del tiempo que han trabajado los estudiantes en el desarrollo de su proyecto de investigación, por lo tanto pueden dar al presente documento el uso que estime conveniente dentro del ámbito legal.

Latacunga, agosto 02 del 2017

MSc. Franklin Medina

CI. 050125961-8

Jefes de Grandes Clientes

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios que me dio unos maravillosos padres que han sido mi inspiración y mi ejemplo como no olvidar de mis queridos abuelitos, que me enseñaron a siempre seguir adelante sin importar las adversidades y riegos, igual manera a mis hermanos y sobrinos los cuales me han apoyado a seguir adelante sin importar lo que acontezca siendo así inspiración para culminar con este proyecto que comenzó con un sueño el cual se hizo realidad.

Y un agradecimiento especial a nuestro tutor Franklin Medina que apoyó en el trascurso de todo nuestro proyecto al igual que a mi compañero Vinicio Lagla que fue esencial para culminar este proyecto con éxito y como no agradecer a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI que abrió las puertas para culminar nuestra amada carrera Ingeniería Eléctrica.

**WILMER**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida, agradezco también la confianza y apoyo brindado por mis padres, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos y sé que están orgullosos de la persona que me he convertido.

A mi compañero de proyecto Wilmer Aguilar ya que gracias a su perseverancia, compañerismo y trabajo en equipo logramos culminar con éxito nuestro proyecto, y un agradecimiento especial a nuestro tutor MSc. Franklin Medina por su valiosa guía y asesoramiento para la realización de nuestro proyecto.

Finalmente, un eterno agradecimiento a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI por abrirme las puertas para formarme como profesional y brindarme la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y superarnos en nuestras vidas.

**VINICIO**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres Jorge Aguilar y María Caiza, los cuales se esforzaron para darme la oportunidad de ser una mejor persona y un gran profesional también dedico este proyecto a mis hermanos Diego, Jesseña y Marliton que dedicaron su tiempo para apoyarme en todo momento, como no olvidarme de mis sobrinos que con sus locuras me motivan a crecer cada vez más, por ultimo quiero dedicar a toda mi familia y un eterno agradecimiento a la mejor persona Joha la cual deposito muchas esperanzas dentro de toda mi formación profesional.

**WILMER**



## **DEDICATORIA**

Dedico este Proyecto de Investigación a toda mi familia, de manera muy especial a mis padres Marcelo y Angelita pues fueron el pilar fundamental para culminar mis estudios, ya que siempre estuvieron apoyándome incondicionalmente en las buenas y en las malas, gracias a sus consejos he logrado alcanzar mis sueños y metas sin desfallecer en el intento.

**VINICIO**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN</b> .....	II
<b>AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	III
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA</b> .....	IV
<b>AVAL DE IMPLEMENTACIÓN</b> .....	V
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	VI
<b>DEDICATORIA</b> .....	VIII
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	X
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	XIII
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	XIV
<b>RESUMEN</b> .....	XV
<b>ABSTRACT</b> .....	XVI
<b>AVAL DE TRADUCCIÓN</b> .....	XVII
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b> .....	1
Título del Proyecto.....	1
Fecha de inicio .....	1
Fecha de finalización .....	1
Lugar de ejecución.....	1
Facultad Académica que auspicia.....	1
Carrera que auspicia.....	1
Proyecto de investigación vinculado .....	1
Equipo de Trabajo.....	1
Coordinadores del Proyecto de Investigación.....	1
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	3
<b>3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	3
<b>4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO</b> .....	4
Beneficiarios Directos.....	4
Beneficiarios Indirectos .....	4
<b>5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	4
<b>6. OBJETIVOS</b> .....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
<b>7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS</b> .....	5

<b>8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....</b>	<b>6</b>
Sistema de telemedición .....	6
Ventajas .....	7
Desventaja.....	7
Sistema de Comunicación.....	7
Comunicación vía telefónica .....	8
Comunicación vía radio frecuencia .....	9
Comunicación vía onda portadora .....	9
Centro de supervisión y control .....	9
Medición de energía eléctrica .....	11
Mediciones específicas de energía.....	11
Contadores o medidores.....	11
Evolución de las Tecnologías de Medición .....	11
Ventaja de los Contadores Electrónicos .....	12
Historia y Definición de las Redes Eléctricas Inteligentes (Smart Grids) .....	13
Objetivos de las Redes Inteligentes (Smart Grids) .....	14
Ejes de desarrollo de las redes inteligentes.....	14
Modelo de Madurez Smart Grids (SGMM).....	15
Definición de los Contadores Inteligentes .....	16
Características de un sistema AMI .....	17
Beneficios con la implementación de sistemas AMI.....	18
Beneficios para el consumidor.....	18
Beneficios para la Empresa de Electricidad .....	18
Tipos de contadores inteligentes .....	19
Contadores tipo A .....	19
Contadores tipo B .....	19
Contadores tipo C .....	19
Componentes Adicionales del Sistema de Medición Inteligente.....	20
Beneficios de los contadores inteligentes .....	20
Amenazas de los contadores inteligentes.....	21
Características adicionales de los medidores de energía .....	21
Software de control .....	22
Tarifa con registrador de demanda horaria .....	23
Tarifa de medio voltaje con registrador de demanda horaria para industriales .....	23

Tarifa de alto voltaje con registrador de demanda horaria para industriales .....	24
Facturación.....	25
<b>9. HIPÓTESIS:</b> .....	25
<b>10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:</b> .....	25
Métodos generales .....	25
Método Deductivo .....	25
Métodos Específicos .....	25
Método Histórico .....	25
Método Documental .....	25
Técnicas .....	26
Lectura comprensiva.....	26
Exploratorio .....	26
Interpretación de la información.....	26
Sintetizar la información.....	26
<b>11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:</b> .....	26
Análisis técnico de telemedición y centro de control de los contadores inteligentes .....	26
Modelos de madurez de contadores inteligentes para la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A.....	28
Propuesta de la solución con easymetering .....	30
Propuesta de la solución con energyaxis .....	33
Comparación de las soluciones propuestas.....	34
Memoria técnica.....	35
Plataforma de medición avanzada .....	35
Redes de comunicación.....	36
Módulo AMI .....	36
Redes.....	36
Celular.....	36
RF Mesh.....	36
Geo monitoreo .....	37
Estado de Comunicación geográfica.....	37
Eventos Geográficos del Módulo AMI.....	37
Monitoreo Geográfico de la Calidad del Servicio .....	37
Servicio de la medición de la nube .....	37
Modelo de medidores soportados .....	37

Medidores A3 ALPHA de ELSTER.....	38
Medidor ALPHA PLUS de ELSTER .....	39
Análisis de datos de medición.....	39
Perfil de Carga .....	40
Diagrama Fasorial.....	40
Factor de Potencia.....	41
Perfil de Instrumentación.....	41
Análisis económico.....	41
Beneficios en el ahorro de la toma de lecturas .....	42
Costo de oportunidad para el cliente.....	43
Beneficio por pérdidas no técnicas .....	44
Inversión Inicial del Proyecto .....	44
<b>12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):.....</b>	<b>48</b>
Técnicos .....	48
Sociales .....	48
<b>13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO: .....</b>	<b>48</b>
<b>14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>48</b>
Conclusiones.....	48
Recomendaciones .....	49
<b>15. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>50</b>
<b>16. ANEXOS.....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tarea en relación a los objetivos planteados. ....	5
Tabla 2. Costo de la toma de lecturas .....	27
Tabla 3. SGMM de la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A .....	29
Tabla 4. SGMM proyectando los dominios GO Y TECH de la Empresa ELEPCO S.A.....	29
Tabla 5. Descripción de los medidores.....	30
Tabla 6. Inversión para la reutilización de los 500 medidores marca Elster .....	32
Tabla 7. Inversión para la implementación del sistema easymetering. ....	32

Tabla 8. Inversión para la implementación del sistema energyaxis. ....	33
Tabla 9. Comparación de las soluciones para la implementación del sistema de telemedición.....	34
Tabla 10. Días disponibles para almacenar datos de perfil de carga.....	39
Tabla 11. Detalle dela inversión para el sistema easymetering .....	45
Tabla 12. Calculo de flujo efectivo anual.....	46
Tabla 13. Cálculo del VAN, TIR, Relación Costo - Beneficio y Periodo de Recuperación ....	47
Tabla 14. Inversión inicial del plan piloto .....	48

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Ejemplos de sistemas de comunicación vía radio.....	8
Figura 2. Elementos de un centro de supervisión y control.....	9
Figura 3. Ejemplo de software de supervisión y control. ....	10
Figura 4. Evolución de las Tecnologías de medición.....	12
Figura 5. Conexión de un sistema AMI.....	17
Figura 6. Caracterización de los sistemas de medición inteligente .....	18
Figura 7. Ejemplo del Software de control.....	22
Figura 8. Compañía easymetering .....	30
Figura 9. Módulo de comunicación AMI – GPRS para medidores inteligentes .....	31
Figura 10. Medidor A3 Alpha .....	38
Figura 11. Medidor Alpha Plus .....	39
Figura 12. Ejemplo de datos de perfil de carga .....	40
Figura 13. Ejemplo de Diagrama Fasorial.....	40
Figura 14. Ejemplo de Factor de Potencia.....	41
Figura 15. Ejemplo de Factor de Perfil de Instrumentación.....	41

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS (CIYA)**

**TÍTULO:**

**“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMEDICIÓN PARA LOS CLIENTES QUE DISPONEN MEDIDORES CON TARIFA HORARIA EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A.”**

**Autores:**

**AGUILAR CAIZA WILMER GEOVANNY**  
**LAGLA LAGLA VINICIO JAVIER**

**RESUMEN**

El análisis de factibilidad para la implementación de un sistema de telemedición para clientes especiales en la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A fue pensado como una idea para mejorar el tiempo en el proceso de facturación mediante la toma de lecturas en forma remota, con lo que se mejorará los índices de calidad, ya que se contará con datos reales y confiables para los diferentes tipos de análisis tales como: perfil de carga, diagrama fasorial, factor de potencia, perfil de instrumentación y datos de los diferentes parámetros eléctricos. Los mismos que podrán ser visualizados mediante una IP de la distribuidora para acceso a dicha información; de esta manera los usuarios puedan mejorar el consumo de energía en base a la curva de alivio de carga, así como sus procesos dentro de los tiempos de menor demanda. Para la implementación de un sistema de telemedición se realizó una encuesta a la Empresa ELEPCO S.A, mediante el modelo de madures de redes inteligentes (SGMM) el cual refleja el estado actual de la distribuidora con respecto a los contadores inteligentes. El proyecto se basará en dos propuestas con tecnología AMI, siendo la primera propuesta factible ya que presentó los parámetros necesarios para el cumplimiento de los objetivos propuestos el cual se detalló en el presente trabajo. El sistema puede adaptarse a los medidores inteligentes existentes en la distribuidora que se encuentran instalados en los clientes especiales. Una vez realizado el análisis económico se obtuvo la inversión inicial y los diferentes parámetros económicos, de cual se establece que no es rentable, pero la empresa como tal no busca en si recuperar esta inversión, si no brindar un buen servicio hacia los clientes y la sociedad en general, a más de tener un monitoreo constante de los parámetros ya descritos anteriormente.

Palabras claves: SGMM, AMI, Telemedición, Medidores inteligentes

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**SCIENCE AND ENGINEERING APPLIED ACADEMIC UNIT**

**TOPIC:**

"FEASIBILITY ANALYSIS FOR THE IMPLEMENTATION OF A TELEMETERING SYSTEM FOR CUSTOMERS WHO HAVE METERS WITH HOURLY RATE IN THE COTOPAXI PROVINCIAL POWER COMPANY S.A."

**Authors:**

**AGUILAR CAIZA WILMER GEOVANNY  
LAGLA LAGLA VINICIO JAVIER**

**ABSTRACT**

The feasibility analysis for the implementation of a telemetering system for special guests in the Cotopaxi Provincial Power Company S.A was thought of as an idea to improve the time in the billing process by taking readings remotely, which will improve the quality indices, since there will be real and reliable data for the different types of analysis such as: charging profile, phasor measurement diagram, power factor, profile of instrumentation and data from the various electrical parameters. The same may be displayed using an IP address of the distributor for access to such information; users can improve the energy consumption on the basis of the curve of charge relief, as well as its processes within the times of lower demand. For the implementation of a system of telemetering, a survey was carried out to the company ELEPCO S.A, using the model of maturity of intelligent networks (SGMM) which reflects the current status of the distributor with respect to the smart meters. The project will be based on two proposals with AMI, being the first proposal feasible since it introduced the parameters necessary for the fulfillment of the proposed objectives which are detailed in the present work. The system can be adapted to the existing smart meters in the Distributor that are installed in the special clients. Once the economic analysis was obtained for the initial investment and the different economic parameters, of which states that it is not profitable, but the company as such does not search if you recover this investment, if you do not provide a good service to customers and society in general, to have a constant monitoring of the parameters as described above.

**Keywords:** SGMM, AMI, telemetering, Smart Meters





Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Eléctrica

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente del idioma inglés del centro cultural de idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que la traducción del resumen de Proyecto de investigación al idioma inglés presentando por los señores de la carrera de **Ingeniería Eléctrica** de la unidad académica CIYA: **Aguilar Caiza Wilmer Geovanny** con número de cedula 171855222-5 y **Lagla Lagla Vinicio Javier** con numero de cedula 050344156-0, cuyo título versa ***“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMEDICIÓN PARA LOS CLIENTES QUE DISPONEN MEDIDORES CON TARIFA HORARIA EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A.”***, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta escritura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Julio 2017

Atentamente,

Lic. Amparo de Jesús Romero Palacios

**DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS**

CC: 0501369185

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto**

Análisis de factibilidad para la implementación de un sistema de telemedición para los clientes que disponen medidores con tarifa horaria en la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A.

### **Fecha de inicio**

5 de agosto del 2016

### **Fecha de finalización**

7 de agosto de 2017

### **Lugar de ejecución**

Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi.

### **Facultad Académica que auspicia**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

### **Carrera que auspicia**

Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia

### **Proyecto de investigación vinculado**

Ninguno

### **Equipo de Trabajo**

- MSc. Franklin Medina

### **Coordinadores del Proyecto de Investigación**

- Aguilar Caiza Wilmer Geovanny
- Lagla Lagla Vinicio Javier

## **EQUIPO DE TRABAJO**

Nombre: Franklin Medina

Nacionalidad: Ecuatoriano

Fecha de nacimiento: 28/03/1964

Estado Civil: Casado

Residencia: Latacunga

Entidad Laboral: Empresa Eléctrica

E-mail: franklin.medina@elepcosa.com.ec

### **TÍTULO OBTENIDO**

- Magister en gestión de energías de la Universidad Técnica de Cotopaxi

## **COORDINADORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

### **HOJA DE VIDA POSTULANTE N°1**

**NOMBRES:** Wilmer Geovanny  
**APELLIDOS:** Aguilar Caiza  
**TELÉFONO DEL DOMICILIO:** (02) 2 389 766  
**TELÉFONO CELULAR:** 0995272049 (Movistar)  
**CORREO ELECTRÓNICO:** wilmer\_665@hotmail.com

### **HOJA DE VIDA POSTULANTE N°2**

**NOMBRES:** Vinicio Javier  
**APELLIDOS:** Lagla Lagla  
**TELÉFONO DEL DOMICILIO:** 032389144  
**TELÉFONO CELULAR:** 0998232449 (Movistar)  
**CORREO ELECTRÓNICO:** viniciolagla@gmail.com

### **Área de Conocimiento**

Electrónica, Tarifas y MEM

### **Línea de investigación**

Contadores Inteligentes

### **Sub línea de investigación de la Carrera**

Eficiencia energética

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

En la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. (ELEPCO S.A) no se dispone de un sistema de teleducción para medidores con tarifa horaria de tal forma que se viene realizando de forma manual con respecto a los clientes especiales que tiene este tipo de contadores en el área concesión de la comunidad de Cotopaxi.

Esto ha sucedido por diferentes causas tales como: recursos económicos por parte de la empresa, la falta de recursos tecnológicos lo cual repercute en el avance de tener mejores índices tanto en la facturación como en la recaudación.

La obtención de datos de forma manual ocasiona pérdida de información, esto ocasiona que la empresa se convierta en una institución no confiable hacia los clientes por la falta de lecturas reales para la facturación.

Al presentarse este problema se hace necesario un análisis de factibilidad para la implementación de un sistema de teleducción desde los sistemas de medición hacia un concentrador directo en la empresa matriz lo cual ayudará a dar un mejor servicio al cliente.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Debido a la necesidad de la ELEPCO S.A. de obtener información en tiempo real sobre los consumos de energía registrados por los medidores, se ha visto la necesidad de estudiar detalladamente los fundamentos teórico prácticos, aplicaciones y servicios de los sistemas de teleducción con su respectivo centro de control; lo cual permitirá realizar un análisis de las diferentes redes de transmisión de información y seleccionar el más adecuado para que se acople al sistema de la empresa, también se requiere conocer las principales ventajas respecto a la tecnología que se va a utilizar para poder leer los registros de datos de los medidores y realizar un análisis matemático de los consumos.

El Departamento de Comercialización de la ELEPCO S.A. dispone para el proceso de facturación, la recolección de las lecturas de sus clientes, así como para el corte y reconexión de la energía eléctrica en forma manual; que es realizada por personal de la empresa o contratado, siendo estas las actividades que podrían automatizarse y la optimización estos procesos, evitando inconvenientes que pueden presentarse en la facturación a los clientes, debido a la falta de lecturas, errores involuntarios, lecturas acumuladas, etc.; son algunas de las situaciones que conllevan a que existan refacturaciones y consumos promedios en las planillas, lo cual genera inconvenientes para los clientes.

Con el sistema de telemedición se obtendrá índices de mejor calidad en cuanto a la facturación por lo que disminuirá el tiempo, para ejercer una recaudación más eficiente en menor tiempo, también facilitará a tener datos reales y confiables ocasionando menos errores en el sistema de la confiabilidad hacia el usuario por los valores a pagar en la planilla mensual, de igual manera se tendría un mejor control de las pérdidas, determinación de cuadros estadísticos para las demandas máximas de acuerdo a sus horas de trabajo, facilita al cliente industrial a programar su producción y a disminuir el valor de su planilla, entre otros factores.

El sistema permitirá ejercer un control de manera directa hacia los sistemas de medición de cada uno de los clientes de tal manera que no se encuentren manipulados, verificación de los parámetros eléctricos para mejorar la calidad de la energía eléctrica, obtención de diagramas fasoriales entre otros parámetros lo cual se podrá tener en tiempo real, esto conlleva a tener datos confiables; además permitirá bajar la información que sirva para la facturación mensual así como reducir el tiempo de la misma y los errores que esto conlleva.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Los beneficiarios del análisis del sistema de telemedición son:

##### **Beneficiarios Directos**

De una manera directa es la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A, el cual se verá beneficiado al tener un mejor sistema para la toma de los datos lo que implica un menor tiempo en la proceso de la facturación.

##### **Beneficiarios Indirectos**

Serán los clientes con medidor de tarifa horaria ya que podrán visualizar sus consumos y tener un histórico para poder programar su producción y disminuir el valor de su planilla.

#### **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La falta de un sistema de telemedición para los clientes que disponen medidores con tarifa horaria de la ELEPCO S.A, ocasiona el elevado tiempo de recopilar la información en forma manual como: la inexistencia de datos instantáneos para realizar análisis de los diferentes alimentadores, registro de eventos por suspensiones de energía no programada, lecturas, errores involuntarios, lecturas acumuladas lo cual provoca que la recaudación no sea inmediata, teniendo en cuenta que los datos recaudados van a tener un margen de error por la digitación,

visualización y manipulación de la información lo que genera que no sea muy confiable al momento de la facturación, generándose inconvenientes para los clientes.

## 6. OBJETIVOS

### Objetivo General

Realizar un estudio que permita evaluar la factibilidad de implementar un sistema de telemedición en los medidores que disponen tarifa horaria para la reducción del tiempo en la facturación y recaudación de consumo de la energía eléctrica en la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A.

### Objetivos Específicos

- Identificar el costo actual que se genera utilizando los métodos existentes que le empresa eléctrica provincial de Cotopaxi S.A. requiere para la adquisición de datos y el procesamiento de esta información para mejorar el registro de los consumos de la energía.
- Analizar los parámetros que permitan fundamentar la implementación, comunicación y transmisión de datos y seleccionar un medio efectivo que cumplan con las características que se necesita para el correcto funcionamiento del sistema de telemedición.
- Evaluar el análisis beneficio-costos de las opciones a presentarse en este proyecto que permita la reducción del tiempo en la facturación y recaudación de la energía eléctrica de los clientes que disponen de sistemas de medición con perfil de carga.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tarea en relación a los objetivos planteados.

<b>Objetivo</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)</b>
Identificar el costo actual que se genera utilizando los métodos existentes que le Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi	Recopilar la información de los costos que la empresa Eléctrica	Conocer los costos que se	Obtener la información en la

requiere para la adquisición de datos y el procesamiento de esta información para mejorar el registro de los consumos de la energía.	provincial de Cotopaxi requiere para la adquisición y el procesamiento para las lecturas de los consumos de la energía.	requieren para este proceso.	Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi.
Analizar los parámetros que permitan fundamentar la implementación, comunicación y trasmisión de datos y seleccionar un medio efectivo que cumplan con las características que se necesita para el correcto funcionamiento del sistema de tele medicación.	Investigar el modelo de madures de los contadores inteligentes y los diferentes tipos de sistemas de telemedición.	Encontrar el sistema de telemedición que cumpla con las características necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.	Investigar en fuentes bibliográficas tanto en internet como en libros. Analizar los diseños existentes.
Evaluar el análisis beneficio-costo de las opciones a presentarse en este proyecto que permita la reducción del tiempo en la facturación y recaudación de la energía eléctrica de los clientes que disponen de la tarifa horaria.	Realización de una evaluación de rentabilidad del sistema de telemedición.	Se obtendrá el sistema más rentable para la empresa distribuidora.	Tiempo en la empresa eléctrica en la facturación y recaudación.

Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### Sistema de telemedición

“La telemedición consiste en una relación efectuada con ayuda de elementos intermedios que permiten que la medida sea interpretada a cierta distancia del detector primario NOTA: la característica distintiva de la telemedida es la naturaleza de los sistemas de trasmisión, que incluyen la conversión de la cantidad medida en una magnitud representativa de otra clase, que

pueden transmitirse convenientemente para la medición a distancia.” (Donal G & Wayne Beacy, 2008)

Los sistemas de telemedición basan su funcionamiento en la recolección y transmisión automática de datos de consumo de energía eléctrica de forma remota utilizando como vía para la transición de datos un medio de comunicación apropiado.

### **Ventajas**

- Lecturas reales y hechas en tiempo real.
- Cambios de contrato y comprobaciones varias a distancia y de forma inmediata.
- En el caso de los contadores eléctricos, puedes instalarlos dónde quieras, incluso en sitios sin accesos externos.
- Permite aprovechar al máximo la Tarifa con Discriminación horaria, dejándonos comprobar en todo momento en qué período nos encontramos.
- Permitirá una gestión más eficiente de las redes eléctricas, lo cual reducirá las incidencias en el suministro.

### **Desventaja**

- El costo de los medidores de telemedición es más caro comparados con los medidores tradicionales.

### **Sistema de Comunicación**

“Son equipos electrónicos que reciben los datos de la terminal remota y los transmiten al centro de supervisión. La evolución tecnológica de los sistemas de comunicaciones en los últimos años ha sido constante y continúa evolucionando rápidamente.” (Olivera Ruiz & Fernandez Lorca, 2003)

Dependiendo de la distribución geográfica y de las distancias se puede elegir entre diversas modalidades de comunicación:

- Redes de cable dedicadas (buses de campo, redes de área local).
- Redes de cable públicas (RTB, RDSI, ADSL,).
- Fibra óptica.
- Radio (VHF, UHF).
- Telefonía móvil (GSM, GPRS, UMTS).
- Radio-Microondas.



- Satélite (geoestacionarios: INMARSAT, HISPASAT, de baja órbita: ORBCOMM).

La elección de un tipo u otro de sistema de comunicaciones va a depender de la existencia o no de servicios públicos de comunicaciones en el área geográfica de medida, del coste del tráfico de datos, de la tarifa mensual o canon anual, del costo de los equipos, de la necesidad o no de solicitar frecuencias propias, de la velocidad de transferencia de los datos y del consumo de los equipos (Figura1).

Figura 1. Ejemplos de sistemas de comunicación vía radio.



Fuente: (Olivera Ruiz & Fernandez Lorca, 2003)

Existen principalmente tres métodos de comunicación usados dentro de los sistemas de telemedición:

- Líneas telefónicas.
- Radio frecuencia.
- Onda portadora.

### **Comunicación vía telefónica**

Proporciona una infraestructura de comunicación ideal para los sistemas de telemedición debido a la simplicidad de instalación, la calidad de datos, alta inmunidad de ruido y fiabilidad. La desventaja de este método es que se encontraría la indisponibilidad de leer los datos debido a la desconexión de la línea telefónica, cambio de número de teléfono de cliente, costo de factura mensual de las compañías de teléfono.

### Comunicación vía radio frecuencia

La radio frecuencia es inalámbrica, por lo que es fácil de instalar. Las desventajas de este método son las interferencias de ambiente circundante y los altos costos generados por la compra de la licencia para el uso de la banda de frecuencia a utilizar, igualmente al usar tecnologías vía celular los costos que implicaría la prestación de este servicio.

### Comunicación vía onda portadora

Las comunicaciones por onda portadora se refiere al concepto de transmitir información utilizando la línea principal de alimentación de energía como un canal de comunicaciones. La ventaja de usar la onda portadora como medio de comunicación se basa en que las redes o líneas de alimentación son de propiedad de las compañías distribuidoras de energía y que la infraestructura ya existe.

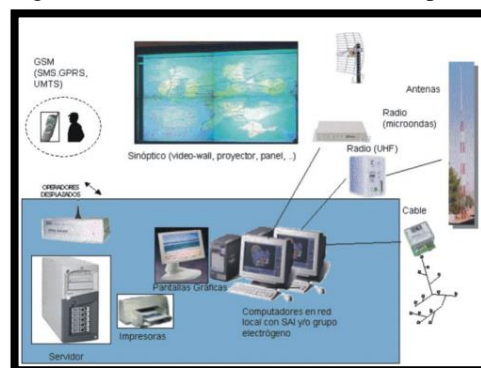
Por consiguiente, el sistema de telemedición que utiliza la onda portadora puede reducir la inversión que podría generarse por la construcción en las líneas de comunicación.

Sin embargo el inconveniente de la utilización de este método se debe a que las líneas de alimentación generan un ambiente de comunicaciones difícil. Los niveles del ruido excesivos, pero con el avance de las tecnologías, estos inconvenientes se han ido reduciendo.

### Centro de supervisión y control

Es el lugar donde se recibe, centraliza y almacena la información en tiempo real, de forma periódica y automática o a solicitud del operador. Los principales elementos que se componen son los equipos informáticos conectados en red local (servidor, pantallas gráficas e impresoras), los sistemas centrales de comunicaciones y opcionalmente, sistemas de visualización sinóptica (proyectores, video-Wall) (Figura2).

Figura 2. Elementos de un centro de supervisión y control.



Fuente: (Olivera Ruiz & Fernández Lorca, 2003)

En cuanto al software de supervisión, podemos distinguir entre dos opciones: **Software Supervisión Control y Adquisición de Datos (SCADA)** y **Sistemas de Información Geográficas (SIG)**. Los paquetes de software SCADA, aunque generalmente están pensando para aplicaciones de control industrial, se utilizan también en redes de teledioda por su factibilidad de configuración. Disponen de interfaces de comunicaciones normalizados, registro de alarmas, visualización sinóptica, registro y presentación gráfica de datos históricos, entre otras funciones. Sin embargo, cuando se necesita visualizar los datos de zonas geográficamente distribuidas es necesario el procesamiento ágil de mapas. Sin además es también importante el acceso a bases de datos, en estos casos se utilizarán aplicaciones de teledioda basadas en sistemas de información geográfica.

En ambos casos, es importante destacar los beneficios que se obtienen al realizar en supervisión en tiempo real (Figura 3). En primer lugar, el operador dispone del máximo soporte, liberándolo de la tensión que supone una vigilancia constante y de las tareas rutinarias (elaboración de informes periódicos, lecturas y comparación de registros, etc...).

Además, se garantiza la uniformidad en la decisión e independencia respecto a apreciaciones subjetivas. Los sistemas de supervisión reducen el costo del aprendizaje del personal y los interfaces gráficos facilitan la comprensión rápida del proceso y la localización de dispositivos.

Figura 3. Ejemplo de software de supervisión y control.



Fuente: (ElectroHuila S.A, 2010)

### **Medición de energía eléctrica**

La medición de energía eléctrica se efectuará con la ayuda de contadores, los mismos que determinan la cantidad de energía eléctrica utilizada por el abonado. También se utiliza para conocer la cantidad de energía utilizada por el abonado, se utiliza para conocer la cantidad de energía a través de las redes de distribución que no son traducidas precisamente en trabajo útil o electromecánico por falta de compensación de cargas reactivas.

#### **Mediciones específicas de energía**

La complejidad de los métodos de facturación impuestos por las empresas distribuidoras ha creado la necesidad de establecer la cuantificación de la energía en función del tiempo, es un registro basado en la creación de tarifas horarias, debido a que el costo de producción de la energía varía en el tiempo, creándose contadores de energía horarios.

Adicionalmente la medición de la demanda eléctrica es necesaria, su estimación obedece a la actual facturación eléctrica vigente en el país, y se basa en la determinación del máximo pico de demanda existente en un tiempo determinado, otro de los parámetros que usualmente se requiere cuantificar es la cantidad de energía consumida en los centros de transformación, de esta manera dicha energía es cuantificada y facturada al dueño del equipo, dichos medidores se los conoce como medidores de energía con compensación de pérdidas en el transformador.

#### **Contadores o medidores**

El contador eléctrico es un equipo utilizado para medir el consumo de energía eléctrica y se clasifica según sus características: funcionales como monofásico o trifásico, Energéticas como contadores de potencia activa y potencia reactiva, Tecnológicas pudiendo ser contadores electromecánicos o electrónicos y operativas como tipos registrador o programables. Los registradores pueden ser electromecánicos que miden solamente kWh o kVAh acumulados y no poseen discriminación tarifaria y los electrónicos que miden energía acumulada y registrada la energía total mensual o por intervalos de tiempo predefinidos y contemplan comunicación bidireccional permitiendo la medición en tiempo real.

#### **Evolución de las Tecnologías de Medición**

Los contadores de energía son aparatos integrados en nuestros hogares que indican el consumo total de energía utilizando durante un tiempo determinado (kWh), en la actualidad en la mayoría de ciudades del Ecuador se sigue utilizando los contadores electromecánicos, si es bien cierto estos contadores ha funcionado correctamente, siguen siendo dispositivos mecánicos que

utilizan tecnologías de hace cien años atrás, por lo que es necesario un cambio de estos equipos para hacer frente a las necesidades tecnológicas del futuro (Figura 4).

Figura 4. Evolución de las Tecnologías de medición.



Fuente: (Observatorio Industrial del Sector de la Electrónica, 2010)

### Ventaja de los Contadores Electrónicos

Los contadores electrónicos benefician en cuatro formas significativas:

- El servicio al cliente se mejora con el uso de sistemas de lectura remota de medidores y con una eficiente administración de datos. Los apagones se pueden detectar, identificar y corregir más rápidamente para los clientes cuyos medidores están comunicados a través de una red.
- Se minimiza el uso durante picos a pesar del crecimiento poblacional por medio de métodos de facturación con tarificación múltiples y se mantiene la limpieza en la distribución al monitorizar la polución de la calidad energética que algunos clientes aportan al sistema.
- Los consumidores se pueden beneficiar de facturación más baja con el uso de medidores controlados con tarjeta inteligentes (Smart Cards) que reducen los costos operacionales del servicio, lectura de medidores y procesamiento de datos.

- Los medidores electromecánicos no son capaces de medir con precisión la energía frente a populares esquemas normativos de fase a carga fija en los sistemas de distribución. La medición electrónica es más robusta y precisa bajo tales condiciones.

### **Historia y Definición de las Redes Eléctricas Inteligentes (Smart Grids)**

“Las Redes Eléctricas Inteligentes aparecen con la intención de optimizar el control del consumo energético y mejorar los sistemas de monitorización de la red, en 1980 aparecen los primeros medidores automáticos que se utilizaban para monitorear el consumo de millones de clientes, este hecho sirvió de base para que en 1990 se cree una infraestructura avanzada que era capaz de determinar la cantidad de energía que se utilizaba en diferentes momentos del día.” (Gómez, 2011)

La definición de la Red Eléctrica Inteligente se basa en múltiples criterios todavía no unificados; sin embargo de manera general se puede definir a las Smart Grids como una amplia gama de soluciones que optimizan el uso eficiente de la energía eléctrica, es decir que Smart Grids es la evolución de la red eléctrica.

Dentro de las definiciones más comunes de las Redes Inteligentes se tiene:

- Smart Grid es una red que integra de manera inteligente las acciones de los actores que se encuentran conectados a ella: generadores, consumidores y aquellos que son ambas cosas a la vez, con el fin de conseguir un suministro eléctrico eficiente, seguro y sostenible.
- La Red Inteligente constituye un sistema que integra innovadoras vías de transporte y distribución de electricidad con tecnología digital permitiendo una comunicación en tiempo real entre consumidor, distribuidor, transportista y generador mediante dispositivos que hacen más eficiente y sostenible el consumo energético, facilitando a cada uno de estos agentes, la forma de operar en un libre mercado de intercambio de electricidad.
- Smart Grid hace referencia a la modernización del Sistema Eléctrico de manera que este pueda monitorear, proteger y optimizar automáticamente las operaciones de todos sus elementos interconectados, desde los generadores centralizados y distribuidos a través de la red de alto voltaje y el sistema de distribución, hasta los usuarios industriales y los sistemas de automatización de edificios, las instalaciones de

almacenamiento de energía y los usuarios finales con sus termostatos, vehículos eléctricos, electrodomésticos y otros aparatos.

El concepto de Red Inteligente no es resumible en dispositivos específicos, cosas o actos concretos; refleja una visión integral del sistema, un conjunto de acciones que apoyadas por una actualización de la infraestructura, permiten conseguir objetivos determinados en función de las políticas energéticas de cada país.

### **Objetivos de las Redes Inteligentes (Smart Grids)**

Las Smart Grids permiten mejorar el control, monitoreo, comunicación e información de los diferentes actores utilizando equipos innovadores con el propósito de favorecer la integración de tecnologías presentes y futuras y poder optimizar la red, con lo cual se pretende conseguir los siguientes objetivos:

- Automatizar la red eléctrica permitiendo realizar un mantenimiento eficiente de toda la infraestructura, incluyendo la gestión remota.
- Entregar energía eléctrica con mejor nivel de seguridad y confiabilidad.
- Conseguir que el flujo de energía y comunicaciones sean bidireccionales.
- Robustecer la red, mejorando su operación, los índices de calidad y disminuyendo las pérdidas y la necesidad de inversión futura.
- Gestionar adecuadamente la demanda eléctrica logrando que los consumidores administren de manera eficiente su consumo.

La conversión de la red actual en una Smart Grid ofrece un amplio espectro de oportunidades y desafíos para lograr tener mejores y más inteligentes formas de uso de la electricidad y por ende nuevos y mejores estilos de vida que se sustentan en los ejes de desarrollo de las Redes Inteligentes.

### **Ejes de desarrollo de las redes inteligentes**

Las Redes Inteligentes involucran múltiples factores, por ello es conveniente definir las Smart Grids en ejes específicos que surgen como respuesta a las propias necesidades y objetivos del Sistema Eléctrico, las más importantes e inmediatas son las siguientes:

- Generación distribuida.
- Almacenamiento de energía.

- Coches eléctricos.
- Contadores inteligentes.
- Gestión de la demanda.

### **Modelo de Madurez Smart Grids (SGMM)**

“El Modelo de Madurez Smart Grid (SGMM) de la Universidad de Carnegie Mellon es una metodología usada para identificar el nivel de modernización de una empresa del sector eléctrico y a la vez entender su situación inicial, considera las capacidades disponibles y establece estrategias para implementar redes inteligentes. El SGMM consta de 6 niveles y 8 dominios que describe las características y capacidades de la empresa, en el cual existen puntos precisos para considerar este modelo de madurez para los contadores inteligentes ya que forma parte del Smart Grid o Redes Inteligentes.” (SEI, 2017)

Los dominios son agrupaciones lógicas dentro de campos de especialidad relacionadas con el concepto de contadores inteligentes y estos son:

- Estrategia, administración y regulación (SMR), enfoca la visión, estratégica y gestión hacia los contadores inteligentes.
- Estructura Organizacional (OS), muestra la cultura, estructura, comunicaciones, recursos humanos y gestión del conocimiento.
- Operación de la Red Eléctrica (GO), resalta la operación confiable, segura de una manera eficiente, integrando automatización, flexibilidad y control.
- Administración de Fuerza Laboral y Activos (WAM), destaca la gestión óptima de los activos, el entrenamiento y monitoreo del personal.
- Infraestructura Tecnológica (TECH), evalúa la infraestructura, arquitectura y herramientas de Tecnologías de la Información (TI), sus estándares e integración mediante planeación estratégicas, evaluación e integración.
- Clientes (CUTS), detalla la participación y experimenta del consumidor, fijación de precios, control de carga, selección de energías renovadas, control de la información del consumo y la diversificación de precios.
- Cadena de Valor Empresarial (VCI), revisa la administración óptima de las organizaciones para mejorar sus procesos.
- Sociedad y Medio Ambiente (SE), contempla el impacto ambiental de la infraestructura eléctrica en la calidad de vida de la sociedad.



La madurez de cada dominio se define mediante niveles que detallan el proceso de una empresa (automatización, eficiencia, confiabilidad, ahorro de energía y costos, integración de fuentes renovables, interacción con el usuario, acceso a nuevas oportunidades de negocio). Los niveles permiten organizar las capacidades y características que la empresa debe poner en práctica para alcanzar un grado de desarrollo y estos son:

- **0. Básico**, muestra que no se ha iniciado la implementación en un dominio.
- **1. Inicial**, indica que se dan los primeros pasos para desarrollar un dominio.
- **2. Establecimiento**, detalla que la empresa implementa funcionalidades en un dominio para lograr y mantener la modernización de la red.
- **3. Integración**, la implementación de Contadores Inteligentes está siendo integrada en toda la empresa.
- **4. Optimización**, la ejecución de Contadores Inteligentes se orienta para permitir incrementar el rendimiento de la empresa.
- **5. Liderazgo**, la organización abre nuevos caminos y avanza hacia las últimas tendencias en un dominio.

Los dominios y niveles se integran en una matriz con la siguiente estructura (Anexo 1).

Para evaluar el nivel de madurez de los Contadores Inteligentes de una empresa es necesario utilizar la guía SGMM, la guía compone de 12 secciones: las secciones 1 y 2 receiptan datos de contactos de la empresa y de la persona que llena la encuesta, la sección 3 recoge los principales datos sobre la organización, la sección 4 recoge datos de rendimiento de la red relacionado el impacto de la creciente madurez de los Contadores Inteligentes, las secciones 5 a 12 plantean preguntas de opción múltiple organizados de acuerdo a los dominios SGMM.

### **Definición de los Contadores Inteligentes**

Las primeras iniciativas de medición inteligente y automática son los sistemas AMR (Lectura Automática del Medidor), tecnología que permite la toma de lecturas de forma remota en tiempo real constituyendo la primera generación de contadores inteligentes, los mismos que al evolucionar plantearon operaciones remotas y mayor capacidad en la recolección de parámetros y datos del consumo.

La tecnología AMI (Infraestructura de Medición Avanzada) supera la solución AMR y es el resultado de su evolución, planteando una infraestructura de comunicación bidireccional que

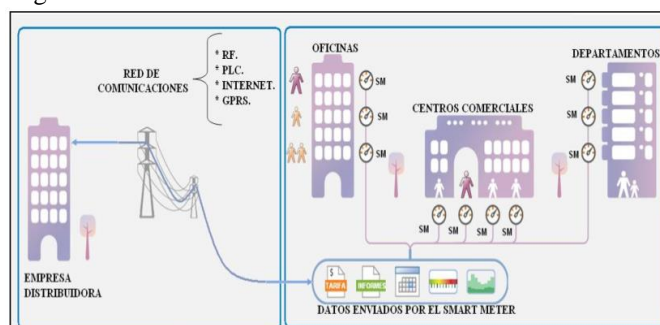
posibilita la interacción entre el usuario y la empresa a la vez que amplía el rango de datos y parámetros recolectados del cliente facilitando las tareas de la empresa.

Los sistemas AMR se limitan a la medición remota, mientras que los sistemas AMI son más avanzados, realizando tareas adicionales que les permiten ser considerados sistemas realmente inteligentes caracterizados por su exactitud y por dar la posibilidad de realizar de redes inteligentes.

La base fundamental de las redes inteligentes está en la infraestructura avanzada de medida AMI que está compuesto por contadores inteligentes o “Smart Meter” y un canal de comunicación bidireccional por medio de internet o redes similares entre estos contadores y la Empresa proveedora del servicio.

Los contadores inteligentes proporcionan información detallada y en tiempo real acerca de los consumos de los usuarios. Esta información permite a los proveedores, entre otras cosas, optimizar la generación de energía en función de la demanda, mientras que a los usuarios les permitiría reducir costos en sus facturas mediante un mejor conocimiento de sus consumos (Figura 5).

Figura 5. Conexión de un sistema AMI.



Fuente: (Coronel, 2011)

### Características de un sistema AMI

Un sistema de medición inteligente tiene una gran variedad de características, entre las más destacadas tenemos:

- Mejora de la calidad de energía.
- Completamente bidireccional.
- Detección y ubicación de fallas en alimentadores.
- Acceso de datos en tiempo real.
- Gestión y administración remota.

### **Beneficios con la implementación de sistemas AMI**

Un sistema de medición inteligente tiene beneficios tanto como para el usuario como para la Empresa proveedora de servicio.

#### **Beneficios para el consumidor**

Un sistema AMI brinda información en tiempo real acerca de su consumo y uso de la energía, así como los medios para controlarlos y administrarlos de manera eficiente, reduciendo costos, mediante la activación de los controles de sus electrodomésticos inteligentes (refrigeradores, lavadoras, secadoras, aire acondicionado, iluminación, etc.) de manera automática o manual. Obtención de beneficios comunes, como:

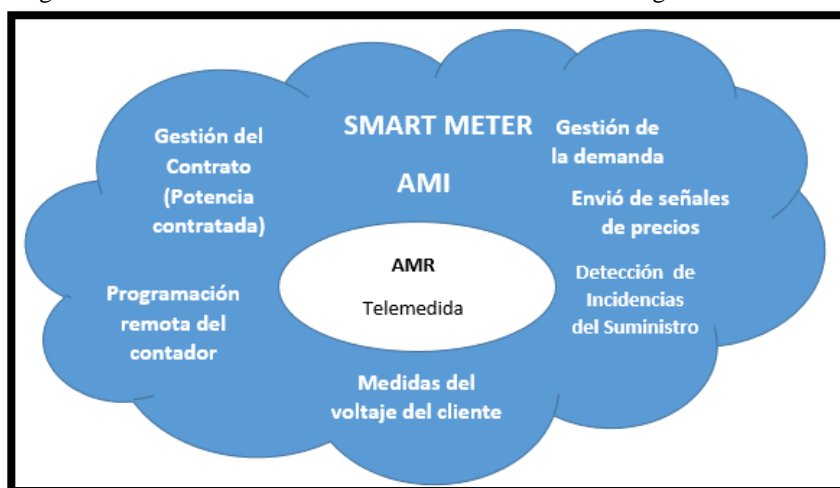
- Eficiencia.
- Confiabilidad.
- Seguridad de la red y del servicio eléctrico.

#### **Beneficios para la Empresa de Electricidad**

El sistema AMI brinda mayor información e influencia sobre los patrones de consumo y uso de la energía de sus clientes para una mejor predicción de la demanda permitiendo de la tarifación en tiempo real. Mejorando así la eficiencia, confiabilidad, seguridad de la red y del servicio eléctrico. Ahorros financieros por generación suspendida. Anticipación a fallas en la red eléctrica.

La gráfica muestra las características de los sistemas de medición inteligente, detallada que los sistemas AMI contienen sistemas AMR (Figura 6).

Figura 6. Caracterización de los sistemas de medición inteligente



Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

## **Tipos de contadores inteligentes**

La inteligencia de los contadores depende de la distribución de sus componentes principales: metrología, registros y sistemas de comunicaciones.

### **Contadores tipo A**

Los contadores tipo A tienen los registros y la metrología incluidos en el medidor, mientras que el sistema de comunicación está en un módulo aparte; son los de mayor inteligencia y se caracterizan por tener:

- Sistemas de comunicaciones independientes e intercambiables que transporta pero no crean datos de registro.
- La metrología y registros son compatibles con los medidores tradicionales.
- Los datos de los registros son directamente trazables de regreso al medidor.
- El medidor cuenta con datos históricos que ayudan a resolver reclamos.

### **Contadores tipo B**

Los contadores tipo B tiene los registros y el sistema de comunicación incluidos en un módulo independientes del medidor y sus principales características son:

- Utilizan un medidor básico que únicamente da salidas del pulsos de kWh (el medidor en si no es muy “inteligente”).
- La lógica y funcionalidad del registro están integradas en el módulo de comunicaciones.
- Crean dependencia en la confiabilidad de la conexión entre el módulo de comunicación y el medidor; pueden generar error aún si la metrología es 100% precisa.
- La información de facturación no puede ser trazable con la metrología.

### **Contadores tipo C**

Los contadores tipo C realizan los registros en la red de comunicación y se caracterizan de la siguiente manera:

- Los registros de facturación se realizan en algún punto de la red de comunicación.
- No existe la trazabilidad con la metrología.
- La confiabilidad de las comunicaciones tiene un impacto importante en la precisión de los datos de facturación con referencia de tiempo.

En el instante de escoger el tipo de contador inteligente a utilizar se debe tomar en cuenta la trazabilidad de los datos de facturación, la capacidad de hacer pruebas (con y sin comunicación), la factibilidad de soportar estándares de seguridad (encriptación) en los datos y adaptable a futuras tecnologías de comunicación.

### **Componentes Adicionales del Sistema de Medición Inteligente**

El contador inteligente transmite la información del cliente a un concentrador o recolector de información que puede ubicarse en las subestaciones o transformadores de distribución, es un equipo de gran capacidad de almacenamiento a fin de poder recopilar la información de varios contadores y luego transmitirla a la empresa eléctrica. Los concentradores además se encargan de detectar automáticamente los medidores instalados, monitorear su funcionamiento, comprimir los datos antes de la transmisión y soportan programas de gestión de la demanda.

La red de comunicaciones permite el intercambio de información entre el concentrador y la empresa, las tecnologías más utilizadas con este propósito son: redes inalámbricas, microondas, fibra óptica, PLC; los medios de comunicación más utilizados se detallan a continuación:

- PLC comunicación de línea eléctrica (Power line Communications) es la utilización de la línea eléctrica para la transmisión de datos logrando que se convierta en una línea digital de alta velocidad y aplicaciones de banda ancha.
- Redes Inalámbricas que utilizan ondas electromagnéticas para transmitir datos, no necesitan conexiones físicas generando un ahorro en infraestructura; su principal desventaja es su bajo nivel de seguridad.

### **Beneficios de los contadores inteligentes**

Inicialmente la implementación de contadores inteligentes y la consecuente eliminación de la lectura manual, se creó para reducir los costos de mano de obra en la lectura de los datos de consumo; sin embargo actualmente estos sistemas permiten a las compañías producir mayores beneficios y servicios, tales como:

- Información completa remota y automática de alta confiabilidad.
- Medición y operación remota y automática de alta confiabilidad.
- Monitoreo sobre la calidad de la energía y detección inmediata de fallos en el sistema o interrupciones en el servicio.

- Ver y analizar el consumo horario en cada hogar, de forma automática formando perfiles de consumo.
- Disminuir los costos de operación y de servicio relacionados con la lectura de medidores y operaciones de campo.
- Facturación más precisa y mejor información para el cliente disminuyendo las quejas de los mismos.
- Prepago de electricidad y establecimiento de modos de facturación y cobros eficientes en forma remota.
- Tarifación en tiempo real para promover la Eficiencia Energética controlando el consumo en horas pico y horas valle.

### **Amenazas de los contadores inteligentes**

En la instalación de un sistema de medición inteligente se debe tomar en cuenta que existen amenazas que podrían dificultar su consolidación o aceptación por parte del usuario, entre las cuales se tiene:

- El costo de los contadores inteligentes es mayor que el de los actuales, por tal razón este costo debería estar a cargo de la empresa eléctrica y no del usuario.
- Insatisfacción social ya que esta tecnología permite determinar: el equipamiento que existe en el hogar y su modo de uso; el número de personas que viven en una casa, sus costumbres, horarios y sitios de preferencia; por esta razón deben existir políticas claras sobre el manejo y confidencialidad de la información.
- El consumo de energía de los contadores se incrementan ya que un medidor convencional necesita 1W, mientras que un inteligente de 3 a 8W.

### **Características adicionales de los medidores de energía**

- Debe ser bidireccional con precisión de 0.2% o mejor para las mediciones de energía activa (kWh).
- Debe aceptar entradas máximas de corrientes del secundario del transformador de corrientes directamente relacionado con el del factor térmico elegido multiplicado por la corriente del secundario, y voltaje máximo del secundario del transformador de potencial elegido.
- Debe ser programable desde un puerto local con el apoyo de una computadora, los parámetros programables deben ser almacenados en memoria no volátil.

- Debe operar sin detrimento de su precisión en temperatura ambiente de entre 20 y 70 grados Celsius con humedad relativa entre 0 y 95%.
- Debe estar equipado con un reloj interno el cual será sincronizado como esclavo únicamente por el computador servidor en el CDN, por medio de la utilización de una contraseña, la cual fijara CDN.
- Debe permitir desplegar en una pantalla local, como mínimo, la siguiente información: demanda, potencia activa instantánea, factor de potencia, frecuencia, hora y energía activa entrada y salida.
- Debe almacenar en memoria las variables de energía activa y reactiva, entrada y salida, voltajes y corrientes por fase, demanda integrada en 15 minutos. Esta información debe almacenarse en periodos de quince (15) minutos, por lo menos por cuarenta y cinco (45) días y utilizar el principio de almacenamiento circular, bajo el concepto **FIFO** (lo primero que entra es lo primero que sale).

### Software de control

Cada distribuidora eléctrica, tiene su sistema de facturación y pautas de numeración de clientes.

El Sistema permite la adaptación del software de estado de medidores, corte y reposición, para facilidad de operación de los empleados de la distribuidora.

El cual nos permitirá la automatización y programación de las tareas de corte reconexión y toma de lectura, en intervalos predeterminados por razones contables (Figura 7).

Figura 7. Ejemplo del Software de control.

The screenshot shows the MONICO software interface. At the top, it says 'Sistema de supervisión, lectura y corte a distancia.' Below this, there are fields for 'ID del Equipo: 000001' and 'Leer estado Relevadores'. The main part of the interface is a table with columns for 'CONTADORES', 'ESTADO DEL SUMINISTRO', and 'ORDEN AL SUMINISTRO'. The 'ESTADO DEL SUMINISTRO' column has sub-columns 'CON' and 'SIN', and the 'ORDEN AL SUMINISTRO' column has sub-columns 'CONECTAR' and 'CORTAR'. The table is organized into four groups: GRUPO A, GRUPO B, GRUPO C, and GRUPO D. Each group has a 'LEER' button and a row of meter IDs. The 'CON' and 'SIN' columns have checkboxes, and the 'CONECTAR' and 'CORTAR' columns have buttons. On the left side, there are buttons for 'Ver CONTADORES', 'SUMINISTRO', 'Limpiar', and 'Tareas Programadas'. At the bottom, there are fields for 'TX: A000001B01B' and 'RX: B000001D123023223023223224B', and a 'Salir' button.

CONTADORES	ESTADO DEL SUMINISTRO		ORDEN AL SUMINISTRO	
	CON	SIN	CONECTAR	CORTAR
<b>GRUPO A</b>				
46044.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>
LEER 46044.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>
46044.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>
<b>GRUPO B</b>				
23023.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>
LEER 23023.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>
23023.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>
<b>GRUPO C</b>				
61504.8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>
LEER 61504.8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>
61504.8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>
<b>GRUPO D</b>				
00000.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>
LEER 00000.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>
00000.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="CONECTAR"/>	<input type="button" value="CORTAR"/>

Fuente: (SRL, 2012)

### **Tarifa con registrador de demanda horaria**

Según (ARCONEL, 2016) En nuestro país en las horas pico del sistema eléctrico ecuatoriano tanto la demanda eléctrica y el consumo de energía eléctrica se incrementan sustancialmente respecto a las demás horas del día. Esto implica que en las horas pico estén en operación centrales térmicas ineficientes, caras y que contaminan el ambiente. Esto constituye gastos de recursos económicos para el país, que se requieren en pocas horas de la noche.

La tarifa de referencia es obtenida según procesos propios de costos de energía y de potencia, es una tarifa base sobre la que se van incluyendo aspectos económicos y financieros, aspecto de medición y facturación, y aspectos poco más difíciles de regir mediante leyes económicas como aspectos sociales y políticos. El resultado de estas inclusiones es una tarifa objetivo la cual se pretende aplicar.

De acuerdo al pliego tarifario, se aplica a los consumidores con demanda, cuya potencia contratada o demanda facturable sea superior a 10 kW, que dispongan de un registrador de demanda horaria que permita identificar los consumos de potencia y energía en los periodos horarios de punta, media y base, con el objeto de incentivar el uso de energía en las horas de menor demanda (22h00 hasta las 07h00) ya que para cada tipo de horarios ya mencionados anteriormente tendrán sus respectivos cotos por energía los mismos que están establecidos en el pliego tarifario vigente establecido por el ARCONEL.

### **Tarifa de medio voltaje con registrador de demanda horaria para industriales**

Esta tarifa se aplica a los consumidores industriales que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar los consumos de potencia y energía en los períodos horarios de punta, media y base, con el objeto de incentivar el uso de energía en las horas de menor demanda (22h00 hasta las 08h00).

El consumidor deberá pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, multiplicado por un factor de corrección (FCI).
- c) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 08h00 hasta las 18h00.



d) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 18h00 hasta las 22h00.

e) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 22h00 hasta las 08h00, incluyendo la energía de sábados, domingos y feriados en el período de 22h00 a 18h00.

f) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de sábados, domingos y feriados en el período de 18h00 hasta las 22h00.

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la empresa eléctrica (18h00 – 22h00) y la demanda máxima mensual del consumidor, el cargo por demanda aplicado a estos consumidores debe ser ajustado mediante un factor de corrección (FCI).

#### **Tarifa de alto voltaje con registrador de demanda horaria para industriales**

La tarifa de alto voltaje para industriales se aplicará a los consumidores industriales servidos por la empresa en los niveles de voltaje superiores a 40 kV y que deben disponer de un registrador de demanda horaria.

a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo de energía.

b) Un cargo por demanda en USD/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, multiplicado por un factor de corrección (FCI).

c) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 08h00 hasta las 18h00.

d) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 18h00 hasta las 22h00.

e) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 22h00 hasta las 08h00, incluyendo la energía de sábados, domingos y feriados en el período de 22h00 a 18h00.

f) Un cargo por energía expresado en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de sábados, domingos y feriados en el período de 18h00 hasta las 22h00.

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la empresa eléctrica (18h00 – 22h00) y la demanda máxima mensual del consumidor, el cargo por demanda aplicado a estos consumidores debe ser ajustado mediante un factor de corrección (FCI).

### **Facturación**

De acuerdo al Artículo 23 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, la emisión de facturas a los consumidores se efectuará con una periodicidad mensual, y no podrá ser inferior a 28 días ni exceder los 33 días calendarios, de modo que no exceda de doce facturaciones en el año. Así como los cronogramas de las fechas de toma de lectura deberán enmarcarse, dentro del concepto “mes de consumo”.

### **9. HIPÓTESIS:**

Con un sistema de telemedición para los clientes que disponen medidores con tarifa horaria permitirá la reducción del tiempo en la recaudación y facturación del consumo de la energía eléctrica, así como la transmisión de las lecturas de los medidores electrónicos inteligentes en tiempo real, supervisión y control de la energía eléctrica, y el mejoramiento del servicio.

### **10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:**

#### **Métodos generales**

##### **Método Deductivo**

En la realización del presente estudio se utilizará este método, ya que se analizará cada uno de los diferentes sistemas y contadores inteligentes.

#### **Métodos Específicos**

##### **Método Histórico**

La utilización de este método es importante dentro de nuestra investigación ya que se quiere investigar las distintas etapas de los contadores inteligentes en su sucesión cronológica también se conocerá el estado actual de la empresa eléctrica con respecto al sistema de telemedición. Para conocer la evolución y desarrollo del objeto de investigación.

##### **Método Documental**

La investigación documental es la presentación de un escrito formal que sigue una metodología reconocida. Consiste primordialmente en la presentación selectiva de lo que expertos ya han

dicho o escrito sobre un tema determinado ya que toda investigación se basa en principios ya hechos.

Este método ayudará a la fundamentación teórica del estudio realizado desde las definiciones y características que conlleva implementar un sistema de telemedición para la empresa eléctrica ELEPCO S.A.

## **Técnicas**

### **Lectura comprensiva**

La lectura comprensiva estará presente en todo nuestro proyecto investigativo ya que necesitaremos analizar la información de diferentes autores y sacar una idea común para dirigir nuestro proyecto a una solución viable.

### **Exploratorio**

Se utilizará esta técnica para visitar el área de trabajo y de esta manera obtener información para realizar el correcto análisis y no tener inconvenientes en el momento de escoger un mejor sistema adecuado para dar solución a nuestro proyecto.

### **Interpretación de la información**

Esta técnica se utilizará para analizar e interpretar la información que vamos a utilizar en nuestra investigación, ya que a partir de una base teórica bien fundamentada para no tener inconvenientes con el análisis de nuestra investigación.

### **Sintetizar la información**

Utilizaremos esta técnica ya que la información será obtenida de varios libros y fuentes de internet por lo que hay la necesidad de efectuar una síntesis para el mejor desempeño de la información como base teórica y resaltar los aspectos más sobresalientes para asegurar una fundamentación teórica verídica y útil.

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:**

### **Análisis técnico de telemedición y centro de control de los contadores inteligentes**

Actualmente la ELEPCO.S.A. no dispone de un sistema de telemedición para los clientes que utilizan los contadores de medición con tarifa horaria, de igual manera la operadora no presta el servicio óptimo que permita obtener una calidad en la información por lo cual la empresa eléctrica decidió ya no utilizarlo.

La Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi dispone para su facturación de estos clientes, la lectura de los datos de forma manual esto quiere decir que es realizado por personal de la empresa o contratado.

El costo que se tiene por cada lectura de los datos de los medidores especiales es 0,40 centavos de dólar ver Anexo 2, cabe indicar que no todos los clientes tienen la misma cantidad de registros, esto depende del tipo de tarifa, con lo cual se puede tener un error en la recolección de los consumos de estos clientes como también la digitación correspondiente, por lo cual el tiempo de facturación va a ser más prolongado por ende la recaudación va hacer más lento. En la Tabla 2 se especifica el costo que se requiere para la toma de lecturas.

Tabla 2. Costo de la toma de lecturas

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	LECTURAS 2015	LECTURAS 2016	LECTURAS 2017	TOTAL DE LECTURAS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL ADJUDICADO
Registro de lecturas urbanas, rurales y rurales marginales	942.907	1.616.412	673.505	3.232.824	0,1960321	633.737,28
Registro de lecturas de clientes especiales	28.700	49.200	20.500	98.400	0,4011150	39.469,71
					<b>TOTAL</b>	<b>673.206,99</b>

Fuente: (ELEPCO S.A., 2015)

Para la ejecución del Centro de Control para la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi se debe tomar en cuenta las siguientes características:

- Fácilmte Escalable:

Consiste en incrementar el número de contadores a los clientes con tarifa horaria sin mayores costos, también en un futuro permitirá hacer lecturas automáticas de medidores residenciales, comerciales y rurales tantos monofásicos como trifásicos, utilizando el sistema AMI (infraestructura de medición avanzada).

- Flexible a los cambios tecnológicos:

Permite cambiar o agregar módulos en el sistema por otros de mejor tecnología. De esta manera no quedar cautivos tecnológicamente.

El centro de control deberá realizar las siguientes tareas:

- Recopilar los datos de lecturas históricas y en tiempo real de los contadores inteligentes.

- Realizar el monitoreo permanente del consumo, obtiene los parámetros de calidad de energía del servicio, y realiza la lectura de todos los parámetros almacenados en los medidores.
- Realizar el almacenamiento y procesamiento de las lecturas de los medidores, en el servidor de aplicaciones y base de datos.
- Permitir el acceso en tiempo real a las lecturas de los medidores.
- Permitir obtener las lecturas históricas almacenadas en el servidor de aplicaciones y base de datos.

### **Modelos de madurez de contadores inteligentes para la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A**

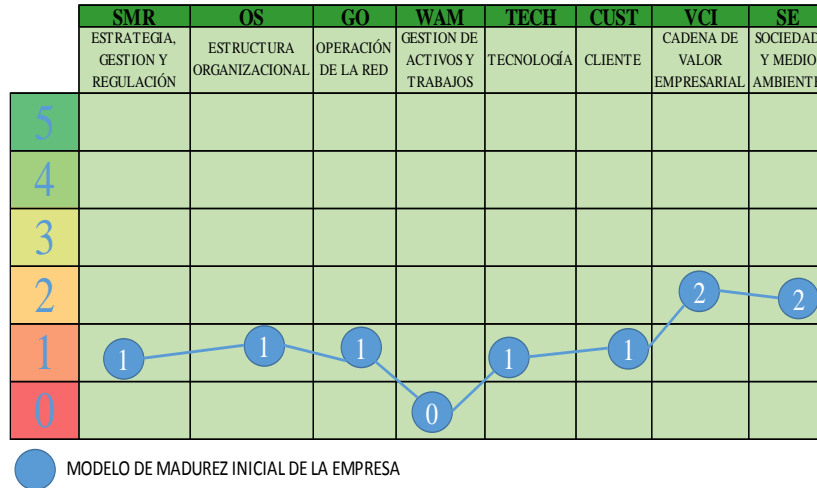
El SGMM es la herramienta que se va a utilizar para evaluar el método de madurez en los Contadores Inteligentes de la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A (ELEPCO S.A); de acuerdo a la encuesta original, supera las 200 preguntas en lo cual se compiló en un corto fragmento (Anexo 3), el mismo que se hizo llegar al Jefe de Grandes Clientes para que al llenar permita conocer el estado en el que se encuentra la empresa con respecto a los contadores de energía.

Como Respuesta a la encuesta de la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. a través del Jefe de Grandes Clientes se pudo conocer las prioridades de la empresa, tales como:

1. Mejorar la calidad de servicio eléctrico.
2. Implementar programas de eficiencia energética.
3. Reducir el robo y pérdidas de energía.
4. Mejorar la seguridad del suministro.

Estas prioridades podrían facilitar el fortalecimiento a través de la implementación de los contadores inteligentes; en la empresa existe altos conocimientos acerca de los concepto, tecnologías, aplicaciones y ventajas de los contadores inteligentes, sin embargo no se ha probado una estrategia inicial de los mismos por parte de la ELEPCO S.A. Del cuestionario aplicando se detalla en la Tabla 3 la matriz que resume el SGMM de la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A.

Tabla 3. SGMM de la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A



Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

En la Tabla 3 la matriz del modelo de madurez se aprecia que la empresa se encuentra en un nivel inicial en la mayoría de los dominios: SMR, OS, GO, TECH, CUST; con un conocimiento inicial de los dominios: GO, TECH con el cual se puede partir para tomar acciones y llegar a un nuevo nivel dentro de los contadores inteligentes; los dominios: VCI, SE implementa funcionalidades para mejorar sus procesos y contempla el impacto ambiental en la calidad de vida de la sociedad.

Tabla 4. SGMM proyectando los dominios GO Y TECH de la Empresa ELEPCO S.A.



Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

En la Tabla 4 el modelo de madurez si se realiza una proyección de los dominios: GO, TECH, se tiene una acción en mejorar la calidad de la red y tecnología, teniendo como resultado un reacción en cadena hacia los diferentes dominios: SMR, OS, WAM, CUST, lo que produce un mejoramiento porque se tendrá una estrategia de implementación para los contadores inteligentes, la cual se adaptará a la infraestructura de las nuevas tecnologías, y su respectiva capacitación al personal, de esta forma dar un mejor servicio a los clientes de la empresa. Por lo contrario los dominios: VCI, SE, se mantendrán en el mismo nivel, debido a que la empresa si tiene planes de implementar nuevas tecnologías y se preocupa por el medio ambiente con respecto a la sociedad.

### Propuesta de la solución con easymetering

Figura 8. Compañía easymetering



Fuente: (easymetering, 2015)

Con esta propuesta se podrá reutilizar 500 medidores de 800 instalados ya que son contadores inteligentes que permiten implementar un sistema de comunicación de acuerdo a la tecnología de la compañía easymetering, cabe indicar que no todos los medidores tienen la capacidad para acoplar una tarjeta de comunicación que permita el acoplamiento de manera remota, de no ser compatibles con este sistema, easymetering viene trabajando con medidores de potencia fabricados por General Electric, Elster Electricity y ABB. Easymetering presenta soluciones para los siguientes tipos de medidores de acuerdo a las marcas descritas anteriormente:

Tabla 5. Descripción de los medidores

Tipo de medidor	Descripción
KV2c,	Ofrece mediciones de grado de ingreso y control avanzado de calidad de potencia para la medición polifásica.
KV2c +	Funciona con el sistema AMI/AMR es ideal para ambientes extremadamente duros, incluye una fuente de alimentación mas robusta y es adecuado para aplicaciones de 600V.
SGM3000	Pertenece a una familia de avanzados dispositivos de medición que estan diseñados esclusivamente para ofrecer capacidades de Smart Grid para las necesidades actuales, así como lo que depara el futuro.

Alpha A3	Son usados en el área Industrial, tiene la capacidad de medir perfiles de carga, hacer discriminación horaria, medir corrientes, factor de potencia, $\cos_{\phi}$ , capacidad de hacer corte y reconexión de manera remota.
Alpha A1800	Es un contador de energía muy preciso, resistente y habilitado para sistemas de medición, dirigidos a las aplicaciones de medición avanzada en comercio, industria y para subestaciones.
Alpha A1	Medidor electrónico para medición de energía activa, reactiva, máxima demanda. Hasta 4 tarifas, con opción de comunicación de tarjeta ethernet ,memoria de 28 kB rango de operación de 96-528V línea a línea.
Alpha Plus	Es un medidor avanzado, se puede utilizar en sistemas monofásicos o trifásicos, posee un amplio rango de operación, es multitarifa, realiza la validación del servicio y pueden monitorear la calidad de Energía, además provee lecturas del perfil de carga mediante comunicaciones remotas.

Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

El factor determinante es la reutilización de los 500 medidores, lo que implica un ahorro de \$220.961 USD, como se muestra en la Tabla 6; luego de la adquisición de los nuevos medidores inteligentes se debe agregar un módulo de comunicación AMI GPRS, lo cual conlleva a contratar los servicios de una Empresa de telefonía celular para usar los módulos GPRS, siendo esto una gran desventaja ya que no se utilizaría la infraestructura de la red de la Empresa Eléctrica, esta actualización tiene un costo \$390 USD por equipo, los módulos son diseñados y distribuidos por la compañía easymetering de la ciudad de Guayaquil, figura 9

Figura 9. Módulo de comunicación AMI – GPRS para medidores inteligentes



Fuente: (easymetering, 2015)



Tabla 6. Inversión para la reutilización de los 500 medidores marca Elster

MEDIDOR	CANTIDAD	TIPO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Medidor A 1RL+	210	Trifásico CLASE 200	\$ 250,00	\$ 52.500
Medidor A 1RLQ+	80	Trifásico CLASE 20	\$ 372,73	\$ 29.818
Medidor A 1RL Q+	60	Trifásico CLASE 20	\$ 447,00	\$ 26.820
Medidor A3	150	Trifásico CLASE 200	\$ 745,49	\$ 111.823
<b>TOTAL</b>	<b>500</b>			<b>\$ 220.961</b>

Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

Adicionalmente la Empresa requiere comprar una licencia de uso de perpetuidad del sistema easymetering para gestionar los gastos medidos, este software tiene un costo de \$30.000 USD; los módulos e implementación del sistema de telegestión deben ser realizados por personal de la compañía easymetering el cual tiene un costo \$2.400 USD, por último la Distribuidora necesita invertir en gastos varios (conectores, switch, etc.) con un costo de \$3.000 USD todos estos gastos se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7. Inversión para la implementación del sistema easymetering.

CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	PRECIO T.
1	Licencia de uso a perpetuidad del sistema easymetering.	\$ 30.000	\$ 30.000
80	Medidor A 1RL+, Trifásico CLASE 20	\$ 250,00	\$ 20.000
120	Medidor A 1RLQ+, Trifásico CLASE 20	\$ 372,73	\$ 44.727
100	Medidor A3, trifásico clase 200, 3 hilos.	\$ 745,49	\$ 74.549
1	Servidor	\$ 3.000	\$ 3.000
800	Modulo AMI de easymetering	\$ 390	\$ 312.000
1	instalación del sistema	\$ 2.400	\$ 2.400
1	gastos varios (conectores, switch, etc.)	\$ 3.000	\$ 3.000
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 489.676</b>
	<b>MEDIDORES PARA TELEMEDICIÓN</b>	<b>800</b>	
	<b>MEDIDORES A COMPRAR</b>	<b>300</b>	

Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

En la Tabla 7 se puede apreciar que reutilizando los 500 medidores y los 300 que no contaban con la tecnología para acoplarse al sistema dan un total de 800 medidores inteligentes implicando trabajar con la solución de easymetering para medición AMI por un costo de \$ 489.676 USD.

### Propuesta de la solución con energyaxis

Con ésta propuesta se trabajará con los equipos de energyaxis, siendo otra de las soluciones que brinda la marca ELSTER. Al igual que la solución de easymetering funciona con un sistema AMI.

Energyaxis ofrece soluciones de Redes Inteligentes y Sistema AMI con amplias funciones que permiten a las empresas distribuidoras operar con su pleno potencial. Desde el software del sistema de gestión hasta la más amplia selección de redes de distribución y dispositivos en las instalaciones, las soluciones de energyaxis han sido probadas en campo y ofrecen la funcionalidad, confiabilidad y seguridad indispensables para satisfacer las necesidades de cualquier empresa distribuidora.

El software de energyaxis se llama Energy Manager, el cual tiene un costo de \$60.000 USD, es un poderoso sistema de comunicaciones por radiofrecuencia, acompañado por los nuevos e innovadores medidores electrónicos gREX, aparte del equipo de medición hay que realizar una inversión en equipos de comunicación, como son gatekeepers, repetidores, y sus respectivos kits de montaje, etc. para la implementación del sistema energyaxis el cual se detalla en la Tabla 8.

Tabla 8. Inversión para la implementación del sistema energyaxis.

CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	PRECIO T.
150	Medidor A3, clase 100, 4 hilos.	\$ 681,82	\$ 102.273
500	Medidor A3, clase 200, Trifásico.	\$ 745,49	\$ 372.742,85
6	Equipo Gatekeeper, colector para instalación en poste	\$ 2.700,00	\$ 16.200,00
6	Equipo Gatekeeper, Mounting Kit.	\$ 135,00	\$ 810,00
36	EA_ Repeater	\$ 300,00	\$ 10.800,00
36	EA_ Repeater Mounting Kit	\$ 50,00	\$ 1.800,00
1	instalación del sistema	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
1	Licencia del sistema EnergyAxis	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
1	gastos varios (Router, switch, etc.)	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 569.626</b>
	<b>MEDIDORES PARA TELEMEDICIÓN</b>	<b>800</b>	
	<b>MEDIDORES A COMPRAR</b>	<b>650</b>	

Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

En la tabla 8 se observa que la inversión para esta solución tiene un costo de \$569.626 USD siendo más caro que la solución de easymetering, ya que solo se reutilizará 150 medidores A3 que dispone la Empresa ELEPCO S.A. por lo cual se deberá adquirir los 650 medidores de la marca Elster Aplha A3; este equipo de medición es usado para el área industrial, no se utilizó el contador gREX porque estos son usados para los usuarios residenciales y pequeños comercios.

### Comparación de las soluciones propuestas

Tabla 9. Comparación de las soluciones para la implementación del sistema de telemedición

PARÁMETRO DE ANÁLISIS	ELSTER EasyMetering	ELSTER EnergyAxis
Medio de transmisión de datos	GPRS	Inalámbrico Banda Libre de 900 MHz
Telemetría	✓	✓
Ahorro en el gasto de medidores inteligentes	✓	X
Requiere colector de datos	✓	✓
Pueden formar una red mallada (de comunicación)	✓	✓
Experiencia del oferente	✓	✓
Confiablez de la red de comunicación	Depende de la Empresa que ofrece el servicio de transmisión de datos	Es responsabilidad de la empresa
Número de Clientes Especiales	800	800
Numero de Medidores Inteligentes a adquirir	300	650
<b>INVERSIÓN</b>	<b>\$ 489.676</b>	<b>\$ 569.626</b>

Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

Analizando la Tabla 9 se concluye que la mejor opción es implementar la plataforma de Easymetering debido a que se puede reutilizar 500 medidores existentes de la Empresa ELEPCO S.A. teniendo un menor costo de inversión en comparación con el sistema energyaxis, ya que se requiere adquirir más medidores y realizar un estudio para la ubicación de los equipos como: repetidores y Gatekeeper, para tener una buena comunicación, de esta manera no se pierda la información para la transmisión de datos.

Con el sistema de easymetering la implementación de los equipos no tiene problema ya que se instalará un módulo AMI a los medidores, de esta manera los datos son subidos a la nube que maneja la misma compañía teniendo una información más segura y confiable.

### **Memoria técnica**

Una vez que se decidió tomar la solución de easymetering, se realizará una breve descripción del sistema que se va a utilizar.

- Plataforma de medición avanzada.
- Redes de comunicación.
- Geo monitoreo.
- Servicio de la medición de la nube.
- Modelo de medidores soportados.
- Análisis de datos de medición.

#### **Plataforma de medición avanzada**

La Plataforma easymetering está formado por un gran grupo de servicios diseñados para hacer muy fácil el proceso de implantar una infraestructura de medición avanzada (AMI). La plataforma ayudará a los usuarios para ir desde la instalación hasta la operación típica de los dispositivos de medición.

Algunas funciones, como el registro automático de los dispositivos de medición en la base de datos, inventario automático, creación automática de informes, etc. Son gestionados por diferentes servicios de comunicación y aplicaciones provistos por la plataforma.

Una lista parcial de los servicios se enumera a continuación:

- Servicio de Activación de Dispositivos de Medición.
- Servicio de Colección de Datos de Medición.
- Servicio de Monitoreo de Comunicación.
- Interfaces de Servicios Web.
- Aplicaciones Web.

- Soporte de bases de datos.

## **Redes de comunicación**

### **Módulo AMI**

Se trata de una tarjeta electrónica (hardware) diseñada y producida por easymetering, la cual va instalada en el interior del medidor de potencia. La tarjeta contiene un sofisticado microprocesador que funciona con firmware, lo que permite la medición avanzada con transmisión de datos de forma inalámbrica además de las funciones remotas de descarga de firmware.

Todos los módulos AMI easymetering contienen una fuente de alimentación inteligente con respaldo de energía, control de niveles de voltaje de la batería, batería de carga y el monitoreo de la temperatura para una operación segura. Otras características importantes como intensidad de la señal, BERT, versión de firmware y hardware, también se transmiten por dicha plataforma.

## **Redes**

### **Celular**

GSM / GPRS / EDGE es el estándar global más utilizado en todo el mundo con las mayores coberturas y permite que se acceda a precios bajos para el consumo en aplicaciones de medición.

Easymetering proporciona una excelente opción para las empresas de servicios públicos con consumidores dispersos geográficamente y / o que tienen grandes datos de medición (por ejemplo, perfiles de carga y de instrumentación).

### **RF Mesh**

La creciente demanda de contadores inteligentes casi ha convertido a las redes Mesh RF un estándar. Inalámbricas, auto-formación, auto-reparación son características interesantes de esta tecnología.

Es ampliamente utilizado para AMI residencial e implantaciones Smart Energy.

Easymetering ofrece esta opción para gabinetes con un conjunto de medidores de potencia, edificios, centros comerciales, parques, etc.

Easymetering utiliza esta alternativa donde la cobertura de la red celular no está disponible, o la fuerza de la señal es baja.

## **Geo monitoreo**

Easymetering utiliza una interfaz de Google Maps para proporcionar la capacidad de gestión geográfica y monitoreo de los dispositivos de medición. Los dispositivos se agrupan por los siguientes conceptos:

### **Estado de Comunicación geográfica.**

Esta opción permite la supervisión del estado del enlace de comunicación de cada medidor eléctrico o dispositivo de medición en la red.

### **Eventos Geográficos del Módulo AMI.**

Diferentes eventos en línea emitidos por los módulos de AMI, tales como: detección de cortes de energía, sincronización fallida de contraseñas, etc.; estos eventos pueden ser vistos por el usuario en el mapa en tiempo real

### **Monitoreo Geográfico de la Calidad del Servicio**

Cuando el medidor de energía detecta un fallo en el servicio de energía eléctrica, envía información fundamental de medición a través de la red en tiempo real.

### **Servicio de la medición de la nube**

Las empresas de servicios eléctrico pequeñas y medianas o empresas de sub-medición tienen la oportunidad de experimentar la tecnología y servicios avanzados de medición sin necesidad de adquirir plataformas de medición caras y sofisticadas y medidores eléctricos nuevos.

La plataforma easymetering se encuentra alojado en el Data Center del Parque de Investigación de la Florida Atlantic University.

### **Modelo de medidores soportados**

Diseño de protocolos de comunicaciones de datos, desarrollo de hardware, firmware y la aplicación informática son las habilidades de easymetering. Estas habilidades nos permiten integrar nuevos dispositivos de medición rápidamente a la plataforma.

Easymetering tiene extensa experiencia trabajando con medidores de potencia multifases electrónicos instalados por las empresas de servicios públicos para los consumidores industriales y comerciales.

Easymetering ha venido trabajando con medidores de potencia fabricados por General Electric, Elster Electricity y ABB. Los dispositivos de medición soportados por la solución easymetering son:

- KV2c,
- KV2c +
- SGM3000
- Alpha A3
- Alpha A1800
- Alpha A1
- Alpha Plus

### **Medidores A3 ALPHA de ELSTER**

Estos equipos de medición son usados en el área Industrial, tiene la capacidad de medir perfiles de carga, hacer discriminación horaria, medir corrientes, factor de potencia,  $\cos\phi$ , capacidad de hacer corte y reconexión de manera remota.

Esta familia consta de tres tipos de medidores, los cuales son:

- A3 ALPHA.
- A3 ALPHA con EA\_NIC.
- A3 ALPHA Meter collector.

Estos equipos A3 ALPHA con EA\_NIC y A3 ALPHA Meter Collector tiene las mismas características que un A3 ALPHA, con la diferencia que el primero tiene una interfaz de RJ45, y el segundo tiene la posibilidad de coleccionar los datos de 1024 medidores gREX. Teniendo un comportamiento similar a la de un gatekeeper, más características de este medidor se pueden consultar en el Anexo 5.

Figura 10. Medidor A3 Alpha



Fuente: (Teceos, 2017)

### Medidor ALPHA PLUS de ELSTER

El medidor ALPHA plus es un medidor avanzado, se puede utilizar en sistemas monofásicos o trifásicos, posee un amplio rango de operación, es multitarifa, realiza la validación del servicio y pueden monitorear la calidad de Energía, además provee lecturas del perfil de carga mediante comunicaciones remotas.

La tarjeta principal posee una memoria de 28kB disponible para almacenar. La Tabla 10 muestra un ejemplo de la cantidad de datos del perfil de carga y el registro de eventos con intervalos de 15 minutos pueden almacenar, el número de canales sirve para almacenar lecturas de diferentes magnitudes como: Voltaje, Potencia Activa, Potencia Reactiva, etc. más características de este medidor se puede consultar en el Anexo 4.

Tabla 10. Días disponibles para almacenar datos de perfil de carga

Número de canales	Días de almacenamiento
1	141
4	36

Fuente: (Elster, 2016)

Nota: El número de días puede ser menor dependiendo del número de registros de eventos ingresados.

Figura 11. Medidor Alpha Plus



Fuente: (Elster, 2016)

### Análisis de datos de medición

El sistema permite mostrar la información que el medidor esté en capacidad de brindar. Mostrar gráficamente los datos procesados de manera que se pueda analizar rápida y eficientemente, entre los cuales se tiene.



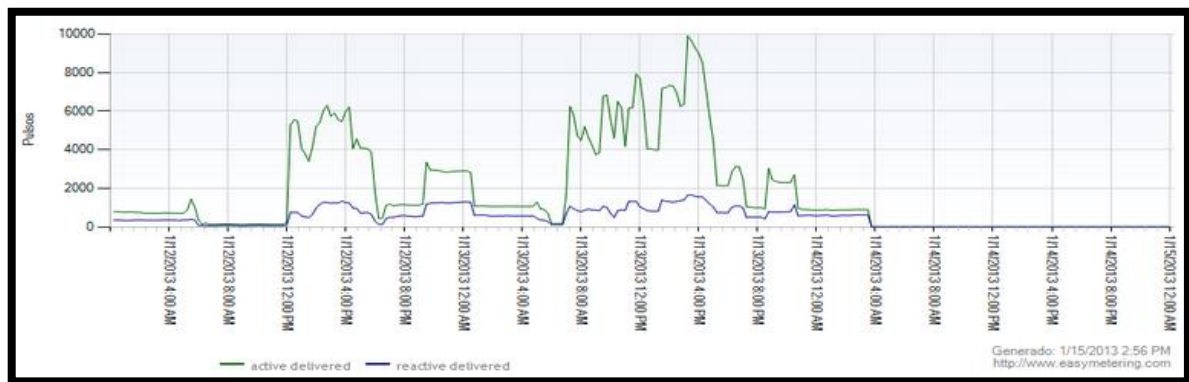
## Perfil de Carga

Se puede graficar la variación en el tiempo de los canales que el medidor puede mostrar.

Según el modelo y configuración del medidor se puede tener:

- ✚ Energía activa entregada,
- ✚ Energía reactiva entregada,
- ✚ Energía activa recibida,
- ✚ Energía reactiva recibida,
- ✚ Q1, Q2, Q3, Q4 VAR.
- ✚ etc.

Figura 12. Ejemplo de datos de perfil de carga

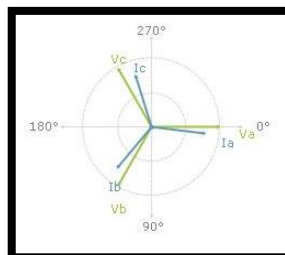


Fuente: (easymetering, 2015)

## Diagrama Fasorial

El diagrama fasorial muestra el ángulo de desfase que hay entre la corriente y el voltaje lo que permite saber si la corriente adelanta o atrasa al voltaje. Representa gráficamente las corrientes y voltajes leídos periódicamente en cada lectura.

Figura 13. Ejemplo de Diagrama Fasorial

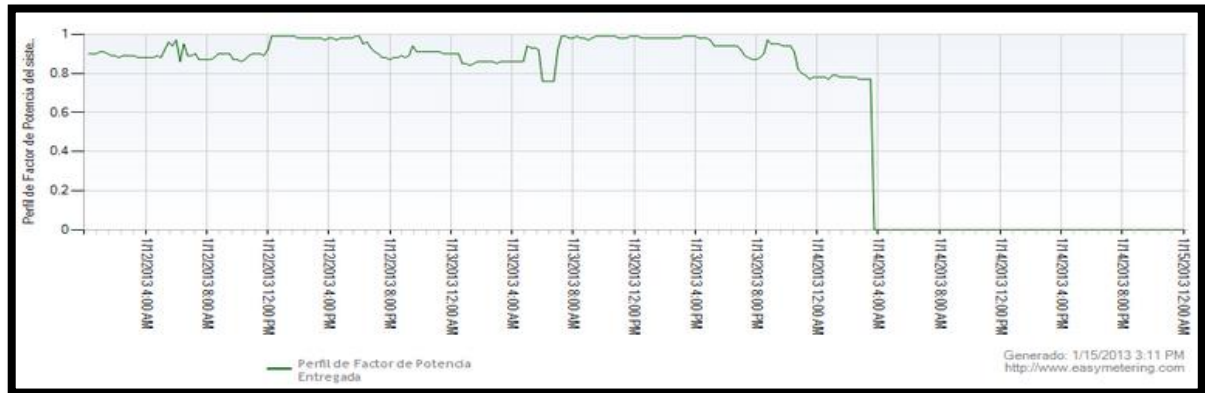


Fuente: (easymetering, 2015)

## Factor de Potencia

Se aprecia la relación entre los canales de energía activa entregada y energía reactiva entregada.

Figura 14. Ejemplo de Factor de Potencia

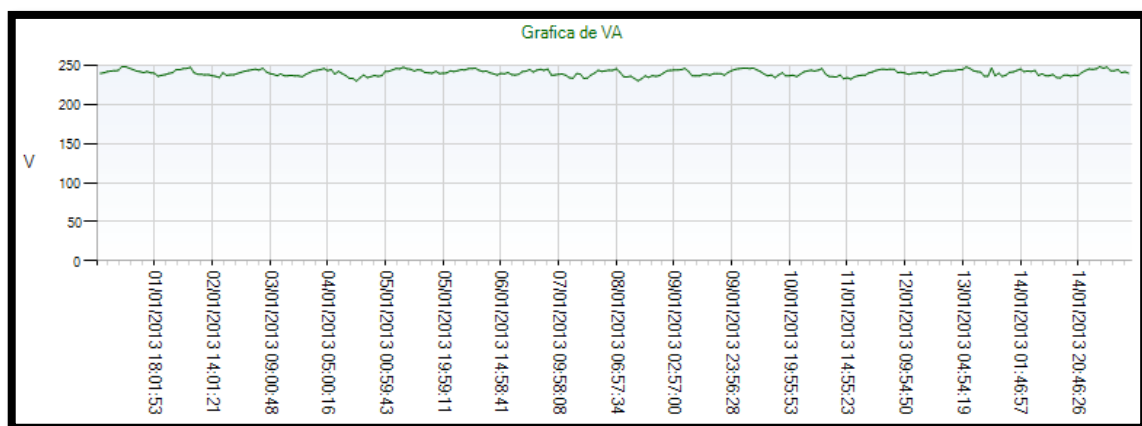


Fuente: (easymetering, 2015)

## Perfil de Instrumentación.

Ya sea que el medidor esté equipado con la capacidad de almacenar y transmitir el perfil de instrumentación o no. El sistema puede procesar esta información y presentarla graficada por voltajes y corrientes de las diferentes fases detectadas. En la figura 15 se muestra un ejemplo del voltaje de la fase A.

Figura 15. Ejemplo de Perfil de Instrumentación



Fuente: (easymetering, 2015)

## Análisis económico

Para analizar la rentabilidad del proyecto hay que considerar que se tomará un plan piloto en el cual se utilizará el sistema easymetering con los 500 medidores ya disponibles de la Empresa ELEPCO S.A., para esto se realizará una valoración económica del sistema AMI dentro de cada

uno de los procesos que la Empresa ejecuta actualmente, así como las oportunidades que representan para el cliente.

Los aspectos que permiten la justificación del proyecto son:

- Beneficio en el ahorro de la toma de lecturas.
- Costo de oportunidad para el cliente.
- Beneficio por pérdidas no técnicas.

### **Beneficios en el ahorro de la toma de lecturas**

Actualmente la Empresa ELEPCO S.A. en personal invierte mensualmente \$1.800 USD, para toma de lecturas de clientes especiales, que es realizada por una empresa privada.

Una vez que se tiene cuanto es la inversión mensual, se procederá a calcular el costo de lecturas, cabe indicar que no todos los clientes tienen la misma cantidad de registros, esto depende del tipo de tarifa, por lo tanto se tiene:

$$\text{Costo mensual por cada lectura} = \frac{\$1.800}{4.500}$$

$$\text{Costo mensual por cada lectura} = \$0,40$$

Se puede observar que tomar la lectura de un solo medidor es de \$0,40 USD.

Una vez calculado el costo de la lectura se procederá a calcular el beneficio mensual que implica el ahorro en la toma de lecturas del plan piloto con los 500 medidores inteligentes.

 Plan piloto para los 500 medidores inteligentes

$$\text{Beneficio mensual} = 2812,5 * 0,40$$

$$\text{Beneficio mensual} = \$1.125$$

Por lo tanto e beneficio anual en ahorro de lecturas es de:

$$\text{Beneficio anual} = 1.125 * 12$$

$$\text{Beneficio anual} = \$13.500 \text{ USD}$$

En conclusión para el plan piloto se espera tener un flujo efectivo anual por el beneficio en el ahorro en las lecturas de \$13.500 USD.

### **Costo de oportunidad para el cliente**

El costo de oportunidad para el cliente es el precio que se ahorra por no acercarse a las oficinas de la Empresa para hacer reclamos, por ejemplo errores en la facturación.

Para tener este costo, se considera las horas que pierde un usuario, y el costo de hora considerado está en función del valor del Salario Básico Unificado para el año 2017 es \$375 USD, por otro parte la Empresa tiene un promedio aproximado del 0,625% en reclamos de los clientes especiales.

Un usuario pierde 3 horas de su día de trabajo para hacer sus trámites, por lo tanto tenemos:

$$\text{Costo de un día de trabajo} = \frac{\$375}{30}$$

$$\text{Costo de un día de trabajo} = \$12.50$$

$$\text{Costo de un día de trabajo} = \frac{\$12.50}{8}$$

$$\text{Costo de un día de trabajo} = 1,5625$$

Costo de oportunidad para el plan piloto

$$\text{Costo} - \text{horas perdidas en hacer el reclamo} = \$1,56 * 3 \text{ horas} * (500 * 0,625\%)$$

$$\text{Costo} - \text{horas perdidas en hacer el reclamo} = \$14,63$$

Gastos en pasajes \$3

$$\text{Reclamos mensuales} = 500 * 0,625\%$$

$$\text{Reclamos mensuales} = 3,125 \approx 3$$

$$\text{Gastos en transporte del cliente especial} = 3 * \$3$$

$$\text{Gastos en transporte del cliente especial} = \$9$$

$$\text{Costo mensual total del cliente especial} = \$9 + \$14,63$$

$$\text{Costo mensual total del cliente especial} = \$23,63$$

$$\text{Costo anual total del cliente especial} = \$23,63 * 12$$

$$\text{Costo anual total del cliente especial} = \$283,56$$

En consecuencia se espera un flujo de efectivo de \$283,56 USD debido al costo de oportunidad que el sistema AMI genere para los clientes especiales de la Empresa ELEPCO S.A.

### **Beneficio por pérdidas no técnicas**

Considerando que se podría dar un 1% en pérdidas no técnicas del total de medidores de los clientes especiales que han sido manipulados por el cliente, esto implica que por concepto de energía consumida no facturada, la Empresa pudiese perder mensualmente 150 kWh por cada medidor.

$$\text{kWh perdidos al mes} = 500 * 1\% * 150\text{kWh}$$

$$\text{kWh perdidos al mes} = 750 \text{ kWh}$$

$$\text{kWh perdidos anualmente} = 750 \text{ kWh} * 12 \text{ meses}$$

$$\text{kWh perdidos anualmente} = 9000 \text{ kWh}$$

La Empresa ELEPCO S.A. tiene un costo promedio en el sector industrial de acuerdo al cargo tarifario de 0,092 considerando los costos de energía en los diferentes horarios establecidos por la ARCONEL de acuerdo al pliego tarifario, pero para el análisis se ha considerado el costo en la hora valle que es de 07H00 a 18H00 de lunes a viernes y que es de 0,093 centavos de dólar, esto implica que:

$$\text{USD perdidos anualmente} = 9000 \text{ kWh} * \$0,093$$

$$\text{USD perdidos anualmente} = \$837$$

En consecuencia, se espera un flujo de efectivo de \$837 USD debido a las pérdidas no técnicas.

### **Inversión Inicial del Proyecto**

Para el análisis económico se tomó en cuenta el plan piloto de 500 medidores que dispone la empresa, con una inversión inicial de \$ 219.000 USD, los cuales son destinados para la compra e instalación de equipos del sistema de la compañía easymetering que se detalla en la Tabla 11.

Tabla 11. Detalle de la inversión para el sistema easymetering

CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	PRECIO T.
1	Licencia de uso a perpetuidad del sistema easymetering.	\$ 18.750	\$ <b>18.750</b>
1	Servidor	\$ 1.875	\$ <b>1.875</b>
500	Modulo AMI de easymetering	\$ 390	\$ <b>195.000</b>
1	instalación del sistema	\$ 1.500	\$ <b>1.500</b>
1	gastos varios (conectores, switch, etc.)	\$ 1.875	\$ <b>1.875</b>
<b>TOTAL DE LA INVERSIÓN</b>			\$ <b>219.000</b>

Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

En la Tabla 11 se ha estimado todos los costos que involucran la implementación del sistema de medición easymetering, se procederá a calcular los valores VAN y el TIR, para determinar la factibilidad del proyecto, con una tasa de interés  $i=12\%$ , el cálculo económico se muestra en las tablas 12 y 13.

Tabla 12. Calculo de flujo efectivo anual

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO								
	Año de Operación	Ingresos del proyecto				Egresos del proyecto		FLUJO NETO DE EFECTIVO
		Ahorro de la toma de lecturas	Costo de oportunidad para el cliente	Pérdidas no técnicas	Total de Ingresos	Inversión inicial	Total de Egresos	
0	2017					219.000	219.000	-219.000
1	2018	13.500	283,56	837	14.621		0	14.621
2	2019	13.773	289,29	839	14.901		0	14.901
3	2020	14.051	295,13	840	15.186		0	15.186
4	2021	14.335	301,09	842	15.478		0	15.478
5	2022	14.624	307,18	844	15.775		0	15.775
6	2023	14.920	313,38	845	16.078		0	16.078
7	2024	15.221	319,71	847	16.388		0	16.388
8	2025	15.529	326,17	849	16.704		0	16.704
9	2026	15.842	332,76	850	17.025		0	17.025
10	2027	16.162	339,48	852	17.354		0	17.354
11	2028	16.489	346,34	854	17.689		0	17.689
12	2029	16.822	353,33	856	18.031		0	18.031
13	2030	17.162	360,47	857	18.379		0	18.379
14	2031	17.508	367,75	859	18.735		0	18.735
15	2032	17.862	375,18	861	19.098		0	19.098
16	2033	18.223	382,76	862	19.468		0	19.468
17	2034	18.591	390,49	864	19.846		0	19.846
18	2035	18.966	398,38	866	20.231		0	20.231
19	2036	19.349	406,43	868	20.624		0	20.624
20	2037	19.740	414,64	869	21.024		0	21.024
21	2038	20.139	423,01	871	21.433		0	21.433
22	2039	20.546	431,56	873	21.850		0	21.850
23	2040	20.961	440,27	875	22.276		0	22.276
24	2041	21.384	449,17	876	22.710		0	22.710
25	2042	21.816	458,24	878	23.153		0	23.153
26	2043	22.257	467,50	880	23.604		0	23.604
27	2044	22.707	476,94	882	24.065		0	24.065
28	2045	23.165	486,57	883	24.535		0	24.535
29	2046	23.633	496,40	885	25.015		0	25.015
30	2047	24.111	506,43	887	25.504		0	25.504

Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

Tabla 13. Cálculo del VAN, TIR, Relación Costo - Beneficio y Periodo de Recuperación

Cálculo del VAN, TIR, Relación Costo - Beneficio y Periodo de Recuperación					
Año de Operación	Total de Ingresos	Total de Egresos	Flujo neto efectivo	Saldo	VAN DE LOS INGRESOS
0	0	219.000	-219.000	-219.000	\$ 136.554,23
1	14.621	0	14.621	-204.379	<b>VAN DE LOS EGRESOS</b>
2	14.901	0	14.901	-189.479	\$ 219.000,00
3	15.186	0	15.186	-174.292	<b>RELACIÓN B/C</b>
4	15.478	0	15.478	-158.815	0,62
5	15.775	0	15.775	-143.039	<b>VAN</b>
6	16.078	0	16.078	-126.961	-\$ 82.445,77
					no se acepta
7	16.388	0	16.388	-110.573	<b>TIR</b>
8	16.704	0	16.704	-93.869	7,09%
					no se acepta
9	17.025	0	17.025	-76.844	<b>PERIODO DE RECUPERACION</b>
10	17.354	0	17.354	-59.490	
11	17.689	0	17.689	-41.801	23,90 Años
12	18.031	0	18.031	-23.770	
13	18.379	0	18.379	-5.391	
14	18.735	0	18.735	13.344	
15	19.098	0	19.098	32.442	
16	19.468	0	19.468	51.910	
17	19.846	0	19.846	71.755	
18	20.231	0	20.231	91.986	
19	20.624	0	20.624	112.610	
20	21.024	0	21.024	133.634	
21	21.433	0	21.433	155.067	
22	21.850	0	21.850	176.918	
23	22.276	0	22.276	199.193	
24	22.710	0	22.710	221.903	
25	23.153	0	23.153	245.056	
26	23.604	0	23.604	268.660	
27	24.065	0	24.065	292.725	
28	24.535	0	24.535	317.261	
29	25.015	0	25.015	342.275	
30	25.504	0	25.504	367.779	
<b>Total</b>	<b>586.779</b>	<b>219.000</b>	<b>367.779</b>		

Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.



## 12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):

Los impactos del presente proyecto se verán reflejados de la siguiente manera:

### Técnicos

Con respecto a las pérdidas técnica y no técnicas que tiene la empresa ELEPCO S.A con el sistema AMI se podrá tener un monitoreo en tiempo real de los clientes especiales con esto disminuirá las pérdidas ya mencionadas, también tener un registro de los consumos para su respectiva facturación.

### Sociales

En cuanto al aspecto social el sistema AMI mejorará el servicio de la toma de lecturas y facturación de la Distribuidora para los clientes especiales, ya que podrá acceder esta información para que puedan mejorar el consumo de energía en base a la curva de alivio de carga, así como sus procesos dentro de los tiempos de menor demanda.

## 13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO:

El presupuesto del proyecto está fijado en la lista de equipos y materiales que se utilizará en la propuesta planteada.

Tabla 14. Inversión inicial del plan piloto

CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	PRECIO T.
1	Licencia de uso a perpetuidad del sistema easymetering.	\$ 18.750	\$ <b>18.750</b>
1	Servidor	\$ 1.875	\$ <b>1.875</b>
500	Modulo AMI de easymetering	\$ 390	\$ <b>195.000</b>
1	instalación del sistema	\$ 1.500	\$ <b>1.500</b>
1	gastos varios (conectores, switch, etc.)	\$ 1.875	\$ <b>1.875</b>
<b>TOTAL DE LA INVERSIÓN</b>			\$ <b>219.000</b>

Elaborado por: Coordinadores del Proyecto.

Con lo que tendrá una inversión inicial de \$219.000 USD.

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- La ELEPCO S.A. para la toma de lecturas de los clientes especiales se realiza manualmente la cual tiene un costo de 0,40 centavos de dólar por cada registro, cabe

indicar que un medidor inteligente puede tener varias lecturas dependiendo de la tarifa, los costos anuales que la empresa tiene por los 500 medidores del plan piloto es de \$13.500 USD, esto es realizado por una empresa contratada por la distribuidora.

- Con el análisis del modelo de madurez de Smart Grid (SGMM) realizado a la Empresa Eléctrica se conoció que se encuentra en un estado inicial con respecto al sistema de telemedición, teniendo a su disposición medidores inteligentes, los cuales, son compatibles para la implementación de este sistema, la propuesta que cumplió con los parámetros trazados, fue el sistema easymetering el cual nos brinda diferentes tipos de análisis como: perfil de carga, diagrama fasorial, factor de potencia, perfil de instrumentación y datos de los diferentes parámetros eléctricos.
- Con el plan piloto del sistema AMI se espera que la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. tenga importantes mejoras en el área de control de pérdidas técnicas y no técnicas, debido a que los medidores inteligentes estarán constantemente enviando datos sobre las lecturas de los diferentes parámetros eléctricos de los clientes especiales, alarmas sobre eventos y el estado de la red.
- En el análisis económico se tuvo como resultado que el proyecto tendrá una inversión alta y la recuperación será para un tiempo prolongado el cual establece que no es rentable, pero el beneficio que se tendrá representará la inversión ya que se mejorará el servicio como: toma de lecturas y facturación a los clientes especiales y de esta manera la Empresa podrá acoplarse a nuevos avances tecnológicos dando un paso a las redes inteligentes.

### **Recomendaciones**

- La Empresa ELEPCO S.A debería adquirir medidores inteligentes ya que ofrecen una solución efectiva a los problemas por la falta de datos como: lecturas y registros de eventos, por lo que no se tendrá errores involuntarios y lecturas acumuladas, con la implementación de un sistema de telemedición; los problemas ya mencionados se daría una pronta solución en su totalidad y la recolección de estos datos sería vía remota la cual serán más confiables y en tiempo real.
- Con la encuesta realizada del modelo de madurez de Smart Grid, la Empresa ELEPCO S.A debería seguir trabajando en los dominios más vulnerables que tienen con respecto a los medidores inteligentes ya que mejorando estos dominios podrían subir un nivel

como se observó en la proyección de la matriz del SGMM, de esta manera lograr avances en la modernización de la red.

- A la Empresa ELEPCO S.A le convendría usar el sistema AMI de la compañía easymetering ya que el oferente viene trabajando con diferentes Empresas Eléctricas teniendo una gran respuesta y confiabilidad del sistema instalado por la distribuidora, permitiendo tener información detallada de las demandas lo cual permite planificar el diseño de nuevas redes de distribución.
- Se debería iniciar un plan de actualización de los contadores con perfil de carga de esta manera dar un paso a las redes inteligentes por lo cual la inversión será grande pero el beneficio social y administrativo que se tendrá será enorme, por lo que los datos obtenidos son más confiables, cabe indicar que la empresa no busca obtener ganancias por lo contrario lo que quiere es mejorar su infraestructura para que se acoplen nuevas tecnologías de Smart Grid.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Araujo Reyes, A. P. (2008). Diseño de un Sistema de Telemedición de la Energía Eléctrica de la Red Subterránea para Eléctrica Ambato Regional Centro Norte SA.
- ARCONEL. (2016). Agencia de Regulación y Control de Electricidad. Obtenido de Pliego Tarifario para las Empresas Eléctricas: <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/02/Pliego-y-Cargos-Tarifarios-2016-01-02-2016.pdf>
- CentroSur. (2016). Compras Publicas. Obtenido de Contrato 0017390: <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=-5BgnS4sWpREbyMN1RK9-QoCo2vLcmQxgcHp9kN27Fw>,
- Chérrez Avila, E. M., & Plaza Alvarado, E. A. (2007). Sistema de telemedición de energía eléctrica a ser aplicado en la Centrosur.
- contadores, E. c. (17 de noviembre de 2015). El cuarto de contadores. Obtenido de Telemedida y Telegestion: <http://elcuartodecontadores.blogspot.com/2014/08/que-es-que-telemedida-vs-telegestion.html>
- Coronel, M. (Julio de 2011). Estudio para la Implementación del Sistema de Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. Cuenca, Ecuador.
- Donal G, F. H., & Wayne Beae, J. M. (2008). Manual practico de electricidad de ingenieros.
- Duque Domínguez, N., & Saraguro Ramírez, R. (s.f.). ECUACIER. Sistema de Telemedición para clientes especiales de la E.E.Q.S.A.

- easymetering. (2015). easymetering. Obtenido de product:  
<http://www.easymetering.com/product/easymetering-3g-ami-card-for-elster-a3/>
- ElectroHuila S.A. (2010). Centro de Control. Obtenido de  
<http://www.electrohuila.com.co/ProductosyServicios/CentrodeControl.aspx>
- ELEPCO S.A. (2015). Compras Publicas. Obtenido de Contrato 063:  
<https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=cpPBXO0RkyKW4RPQckJAGMJ6QT--SHST-WWumZt0puo>,
- Elster. (2016). Medidor Alpha plus. Obtenido de  
<http://www.promelsa.com.pe/pdf/1010860.pdf>
- Elster Solution. (2016). energyaxis. Obtenido de  
[https://www.elstersolutions.com/assets/products/products\\_elster\\_files/ar\\_ri\\_energyaxis.pdf](https://www.elstersolutions.com/assets/products/products_elster_files/ar_ri_energyaxis.pdf)
- Gómez, T. (Junio de 2011). Redes Eléctricas Inteligentes Introducción. España: Universidad Pontificia Comillas Madrid.
- Herrera García, M. V. (2017). Seminario a la introducción de Smart Grids. Quito, Pichincha , Ecuador: R&S.
- L, B., & G, D. (2011). Diseño de un sistema de telemedición y telecontrol mediante el uso de los estándares inalámbricos GPRS y Bluetooth.
- López, G. (01 de Agosto de 2011). Infraestructura Avanzada AMI en las redes inteligentes. Obtenido de <https://www.slideshare.net/FiiDEM/infraestructura-de-medicin-avanzada-ami-en-las-redes-inteligentes>
- Observatorio Industrial del Sector de la Electrónica. (Mayo de 2010). Smart Grids y la Evolución de la Red Eléctrica. España.
- Olivera Ruiz, G., & Fernandez Lorca, J. (2003). IGME. Obtenido de Configuración de redes de telemedida: [http://www.igme.es/igme/publica/libros2\\_TH/lib106/pdf/lib106/in\\_4c.pdf](http://www.igme.es/igme/publica/libros2_TH/lib106/pdf/lib106/in_4c.pdf)
- PLC. (2008). Sistema de BPLe la Energía Eléctrica . Obtenido de Sistema de BPLe la Energía Eléctrica :  
<http://desa.tel.uva.es/descargar.htm;jsessionid=79A7855ACE610E7BF78E2860EDA82CD8?id=594>.
- SEI. (2017). Smartgrid. Obtenido de Tools & Methods:  
<http://www.sei.cmu.edu/smartgrid/tools/>
- SRL. (2012). Monico. Obtenido de Sistema de telemedición y corte a distancia:  
<http://www.monico.com.ar/Perdidas%20no%20tecnicas/12-%20Sistema%20de%20telemedicion,%20corte%20y%20reconexion%20a%20distancia.pdf>
- Teceos. (4 de Abril de 2017). Teceos. Obtenido de Ficha tecnica: <https://tec-eos.com/wp-content/uploads/2017/04/FICHA-TECNICA-A3-ALPHA-ETHERNET.pdf>

# ANEXO

	Estrategia, Administración y Regulación (SMR) visión, estrategias y gestión en colaboración con los interesados	Estructura Organizacional (OS) cultura, estructura, comunicaciones, recursos humanos y gestión del conocimiento	Operación en la Red Eléctrica (GO) confiabilidad, eficiencia, seguridad, integrando automatización, flexibilidad y control	Administración de fuerza laboral y activos (WAM) gestión de activos, entrenamiento y monitoreo del personal, fuerza de trabajo móvil.
<b>5</b> <b>LIDERANDO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Estrategia SG, aprovechamiento de la red inteligente para introducir nuevos servicios y ofertar productos.</li> <li>2 Actividades de negocio SG que proporcionan los recursos financieros suficientes para la continua inversión, mantenimiento y expansión.</li> <li>3 Nuevas oportunidades de modelo de negocio como resultado de las capacidades SG y sus aplicaciones.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Estructura organizacional que permite la colaboración entre todos los interesados en optimizar la operación y funcionamiento de la red.</li> <li>2 La organización es capaz de adaptarse rápidamente y apoyar a nuevas empresas, productos y servicios que surgen como resultado de la SG.</li> <li>3 Se da lugar a las ideas y su desarrollo, reconociendo a quien ayude a mejorar los avances y competencias de la fuerza laboral y mejorar la tecnología.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Las capacidades de auto-sanación están presentes.</li> <li>2 El análisis de todo el sistema e infraestructura se basa en decisiones automáticas de la red.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 El uso de activos se optimiza con procesos definidos y ejecutados a través de la cadena de suministro.</li> <li>2 Los activos se administran maximizando su utilización y logrando un retiro oportuno basado en los datos y sistemas SG.</li> </ol>
<b>4</b> <b>OPTIMIZANDO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Visión de Red Eléctrica Inteligente y estrategias para conducir la organización y su dirección.</li> <li>2 SG es una competencia básica en toda la organización.</li> <li>3 La estrategia SG es compartida y revisada en colaboración con los interesados externos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 La gestión de sistemas y la estructura organizativa permiten tomar ventaja de la mayor visibilidad y control proporcionada por SG.</li> <li>2 Hay observabilidad de extremo a extremo que puede ser aprovechada por interesados internos y externos.</li> <li>3 La toma de decisiones se produce en el punto más cercano a la necesidad, por la estructura organizativa eficiente y el aumento y disponibilidad de información debido a la SG.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Los datos operativos de las SG se utilizan para optimizar los procesos en toda la organización.</li> <li>2 La gestión de la red se basa en datos en tiempo real.</li> <li>3 Los pronósticos operativos se basan en datos recogidos a través de la SG.</li> <li>4 La información de la operación de la red está disponible.</li> <li>5 La toma de decisiones es automática dentro de los esquemas de protección que se basan en un gran zona de monitoreo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Una visión completa de los activos en función del estado, conectividad y proximidad está disponible.</li> <li>2 Los modelos de activos se basan en el rendimiento real y el monitoreo de datos.</li> <li>3 El rendimiento y la utilización de los activos se ha optimizado en toda la flota y por clases de activos.</li> <li>4 La vida útil de los principales componentes de la red se gestiona mediante condiciones base, mantenimiento predictivo y se basa en datos actuales y reales.</li> </ol>
<b>3</b> <b>INTEGRANDO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 La visión, estrategia y modelo de negocio SG son incorporados en la visión y estrategia empresarial.</li> <li>2 Se establece un modelo de gestión de SG.</li> <li>3 Los líderes de SG tienen autoridad explícita a través de funciones y líneas de negocio que garantizan la efectiva aplicación de estrategias SG.</li> <li>4 Se requiere autorizaciones para las inversiones en SG que ya han sido aseguradas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 La visión y estrategia SG conducen el cambio organizacional.</li> <li>2 Las mediciones de SG se incorporan al sistema de Medición de la empresa.</li> <li>3 El rendimiento y compensación empresarial están vinculados al éxito de las SG.</li> <li>4 El liderazgo consiste en la comunicación y las acciones en relación con SG.</li> <li>5 La estructura de apoyo de las actividades SG se agrupan en forma ordenada.</li> <li>6 La educación y formación están alineadas para explotar las capacidades de las SG.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 La información de la SG está disponible a través de sistemas y funciones organizacionales.</li> <li>2 El análisis de control se ha aplicado y se utiliza para mejorar la toma de decisiones.</li> <li>3 La planificación de las operaciones se basa en los hechos a partir de datos puestos a disposición por las capacidades de las SG.</li> <li>4 Los medidores inteligentes son importantes sensores de la gestión de la red.</li> <li>5 Los datos de la red se utilizan por las funciones de seguridad de la organización.</li> <li>6 La toma de decisiones es automatizada dentro de los esquemas de protección.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 El rendimiento, análisis de tendencias y datos de auditoría están disponibles para la organización.</li> <li>2 Las capacidades de monitoreo remoto de los activos se integran con la gestión de activos.</li> <li>3 El monitoreo remoto de activos y la fuerza de trabajo móvil se integran para automatizar la creación de órdenes de trabajo en marcha.</li> <li>4 Se tiene visión integrada de los SIG y el control de activos.</li> <li>5 El inventario de activos es controlado usando automatización.</li> <li>6 El modelado de las inversiones en componentes principales se pone en marcha.</li> </ol>
<b>2</b> <b>HABILITANDO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Una estrategia inicial de SG y un plan de negocios son aprobados por la dirección.</li> <li>2 Una visión común de SG es aceptada por toda la organización.</li> <li>3 La inversión operativa está explícitamente alineada con la estrategia de SG.</li> <li>4 Se establece presupuestos para financiar la implementación de la visión y estrategias de SG.</li> <li>5 Existe colaboración de organismos reguladores y otras partes interesadas en la implementación de SG.</li> <li>6 Se da soporte y financiamiento para la realización de proyectos de prueba para evaluar la viabilidad de SG.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Una nueva visión de SG comienza a impulsar el cambio y afecta a prioridades de la empresa.</li> <li>2 La mayoría de las operaciones se alinean alrededor de los procesos de toda la red.</li> <li>3 La implementación de SG y los equipos de trabajo incluyen participación multidisciplinaria.</li> <li>4 La educación y capacitación para desarrollar las SG se ha identificado y está disponible.</li> <li>5 La vinculación del rendimiento y la compensación a cumplir por las SG están en marcha.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Las subestaciones de distribución están automatizadas y vinculadas a algún sistema de automatización remoto.</li> <li>2 Los sistemas de restauración de interrupciones son avanzados y reducen la magnitud de interrupciones no planificadas.</li> <li>3 A más de SCADA, se pone en marcha el monitoreo remoto de activos para apoyar la toma de decisiones.</li> <li>4 La inversión y expansión de la red de comunicaciones que apoya operaciones de la red está en marcha.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Un enfoque para realizar el seguimiento, inventario y mantener los historiales de eventos de los activos se encuentra en desarrollo.</li> <li>2 Una visión integrada de los SIG para el monitoreo de activos sobre la base de ubicación, estado y la interconectividad (nodal) ha sido desarrollado.</li> <li>3 Una estrategia para la organización de toda la fuerza de trabajo móvil está en desarrollo.</li> </ol>
<b>1</b> <b>INICIANDO</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 La visión de la SG se ha desarrollado con el objetivo de mejorar el funcionamiento.</li> <li>2 Implementaciones experimentales o proyectos de prueba de SG son factibles.</li> <li>3 Se mantiene conversaciones con los reguladores acerca de la visión de SG en la organización.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 La organización expresa la necesidad de que sus trabajadores tengan conocimiento sobre SG.</li> <li>2 La dirección tiene un compromiso para cambiar la organización apoyando el desarrollo de SG.</li> <li>3 Existen esfuerzos para informar a los trabajadores sobre el inicio de las actividades SG.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Los casos de negocio para nuevos equipos y sistemas relacionados con SG son aprobados.</li> <li>2 Sensores, interruptores y sistemas de comunicación nuevos son evaluados para el monitoreo y control.</li> <li>3 Se pone en marcha proyectos para probar componentes de la red, su seguimiento y control.</li> <li>4 Los cortes de suministro y gestión de sistemas de distribución para automatizar subestaciones están siendo explorados y evaluados.</li> <li>5 La seguridad física y virtual es considerada.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Mejoras en el trabajo y gestión de activos se han considerado en los casos de negocios aprobados.</li> <li>2 Los usos potenciales de monitoreo remoto de activos están siendo evaluados.</li> <li>3 La administración de activos, sistemas y personal están siendo evaluados para su alineación potencial a la visión de SG.</li> </ol>
<b>0</b> <b>BÁSICO</b>				

	Infraestructura Tecnológica (TECH) Infraestructura, arquitectura y herramientas de TI, estándares e integración.	Ciudadanos (CUST) Fijación de precios, participación y experiencia del consumidor, servicios avanzados.	Cadena de Valor Empresarial (VCI) Demanda y gestión de la oferta, aprovechamiento de las oportunidades de mercado.	Sociedad y Medio Ambiente (SE) Responsabilidad, sostenibilidad, eficiencia de la I+D+i, Infraestructura crítica.
<b>5</b> LIDERANDO	<ol style="list-style-type: none"> <li>Los procesos informáticos son autónomos y se implementa el aprendizaje de la tecnología usada.</li> <li>La infraestructura de información de la empresa puede identificar, mitigar y recuperarse de incidentes cibernéticos en forma automática.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Los clientes pueden gestionar el nivel de utilización de la red en toda su extensión.</li> <li>Existe detección automática de fallas e interrupciones en el dispositivo, es decir detección de fallas a nivel local.</li> <li>Los dispositivos de generación utilizados por el cliente (GD) son de tipo plug &amp; play.</li> <li>Existe seguridad y privacidad de los datos del usuario.</li> <li>La organización lidera la industria de la información, aportando en el desarrollo de normas y estándares.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>La optimización de los activos está automatizada a través de la cadena de valor.</li> <li>Los recursos son adecuadamente despachados y controlados para que la organización pueda tomar ventaja del mercado.</li> <li>El control automático y sistemas de optimización de recursos se consideran para apoyar la optimización de la red regional y/o nacional.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Los objetivos de la empresa se alinean con los objetivos locales, regionales y nacionales.</li> <li>Los clientes controlan el uso de energía reduciendo el impacto ambiental a través de la optimización y automatización de la red.</li> <li>La organización lidera el desarrollo y la promoción de mejores prácticas y tecnologías para proteger la infraestructura crítica y aumentar la elasticidad.</li> </ol>
<b>4</b> OPTIMIZANDO	<ol style="list-style-type: none"> <li>El flujo de datos es desde la generación al cliente.</li> <li>Los procesos de negocio están optimizados por el aprovechamiento de la arquitectura de TI.</li> <li>Los sistemas tienen suficiente capacidad para el monitoreo y control de eventos en tiempo real.</li> <li>Modelos predictivos y simulación casi en tiempo real se usan para optimizar los procesos de apoyo.</li> <li>Se mejora el rendimiento a través de sistemas sofisticados que usan los datos de las SG.</li> <li>Las estrategias de seguridad siempre están en evolución basada en las operaciones y experiencia.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Se ayuda a los clientes para analizar y comparar el uso de programas flexibles vs la fijación de precios.</li> <li>La detección y reporte de interrupciones es por nivel.</li> <li>Ciudadanos acceden a datos de consumo en tiempo real.</li> <li>Los clientes residenciales participan en la respuesta a la demanda y los servicios públicos se gestionan por programas de control remoto de carga.</li> <li>Existe respuesta automática a señales de precio para dispositivos instalados donde el cliente.</li> <li>Se habilitan programas de facturación en el hogar.</li> <li>Se integra la experiencia del cliente común.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Los recursos energéticos (V, VAR, GD y RD) son despachable y comercializables.</li> <li>Se optimiza los modelos de cartera que abarcan la disposición de recursos y los mercados en tiempo real de ejecución.</li> <li>Están disponibles los sistemas de comunicación de dos vías con redes de área doméstica (HAN).</li> <li>Existe visibilidad y potencial control de clientes de gran consumo mediante aparatos para equilibrar la demanda y la oferta disponible.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>La organización colabora con grupos de interés externos para abordar problemas ambientales y sociales.</li> <li>Se mantienen políticas públicas socio-ambientales.</li> <li>Existen programas para reducir la demanda máxima.</li> <li>El usuario final gestiona activamente el uso de energía y los dispositivos a través de la red.</li> <li>La organización cumple sus metas aumentando la flexibilidad y garantizando la infraestructura crítica que contribuye a objetivos regionales y nacionales y reales.</li> </ol>
<b>3</b> INTEGRANDO	<ol style="list-style-type: none"> <li>Los procesos de negocio afectados por SG están alineados con la arquitectura de TI de la empresa.</li> <li>Sistemas de TI se adhieren a la empresa para SG.</li> <li>Tecnología específica SG se implementa para mejorar el rendimiento.</li> <li>El uso de inteligencia avanzada y la capacidad de análisis se activa con el uso de tecnología SG.</li> <li>La empresa tiene un uso avanzado de sensores.</li> <li>Se utiliza una detallada estrategia de comunicación de datos y tácticas de gestión.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>La empresa adapta sus programas a los clientes.</li> <li>Se implementa el uso de medidores bidireccionales.</li> <li>Existe capacidad remota de conexión y desconexión.</li> <li>La respuesta a la demanda y el control de carga remoto están disponible para clientes residenciales.</li> <li>Existe detección automática de interrupciones en SE.</li> <li>Los clientes residenciales pueden usar los datos de su demanda diariamente.</li> <li>Se comparten experiencias a través de dos o más canales de atención al usuario.</li> <li>Se educa al cliente sobre el uso de los servicios SG.</li> <li>Los productos y servicios de los clientes incorporan normas de control de seguridad y privacidad.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Existe un plan integrado de recursos que incluye incorporar nueva infraestructura y tecnologías.</li> <li>Se habilitan soluciones de gestión de la energía e información para el cliente.</li> <li>Recursos adicionales están disponibles y se despliegan para sustituir productos que apoyan la confiabilidad y otros objetivos.</li> <li>La gestión, seguridad y monitoreo de procesos se implementan para proteger las interacciones con una amplia oferta de socios de la cadena de valor, seguridad de la organización.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Se mide el rendimiento de los programas sociales y ambientales y se demuestra su eficacia.</li> <li>La información segmentada y personalizada, incluye los costos y beneficios ambientales y sociales que están disponibles para los clientes.</li> <li>Existen programas dirigidos a los clientes para fomentar el uso de energía fuera de las horas pico.</li> <li>La organización informa periódicamente sobre los impactos sociales y ambientales de sus programas y el uso de tecnologías SG.</li> </ol>
<b>2</b> HABILITANDO	<ol style="list-style-type: none"> <li>Las inversiones estratégicas en TI se alinean a la arquitectura de TI existente y su línea de negocio.</li> <li>Se dan cambios en la arquitectura de TI de la empresa para permitir el desarrollo de SG.</li> <li>Se selecciona estándares dentro de la arquitectura en TI de la empresa para apoyar la estrategia SG.</li> <li>Una evaluación de la tecnología y el proceso de selección se aplica para todas las actividades SG.</li> <li>Hay estrategias de comunicación de datos para SG.</li> <li>Se pone en marcha proyectos piloto basados en la conectividad de la infraestructura de la red.</li> <li>La seguridad se integra en todas las iniciativas SG desde que inicia su desarrollo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Se realizan proyectos piloto de AMI / AMR.</li> <li>La organización tiene claros conocimientos del comportamiento de los clientes residenciales.</li> <li>La organización analiza la factibilidad de instalar equipamiento en toda la red.</li> <li>Se prueba la conexión y desconexión remota para clientes residenciales.</li> <li>Se evalúa el impacto en el cliente de nuevos servicios y procesos de gestión.</li> <li>Se especifica requisitos de seguridad y privacidad para proteger a los clientes en proyectos piloto SG.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Se proporciona soporte para los sistemas de gestión de energía para los clientes residenciales.</li> <li>La cadena de valor se ha redefinido en función de las capacidades SG.</li> <li>Existen proyectos piloto para apoyar una amplia cartera de recursos.</li> <li>Las interacciones seguras se han puesto a prueba con una amplia cartera de socios de la cadena de valor.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Las estrategias y planes de trabajo SG se enfocan en la sociedad y los temas ambientales.</li> <li>Se establecen programas de eficiencia energética para los clientes.</li> <li>La organización considera un triple punto de vista para la toma de decisiones.</li> <li>Proyectos de prueba se ponen en marcha para demostrar los beneficios ambientales de SG.</li> <li>La información detallada y frecuente está disponible para los clientes.</li> </ol>
<b>1</b> INICIANDO	<ol style="list-style-type: none"> <li>La empresa tiene arquitectura de TI existente o está en fase de desarrollo.</li> <li>La arquitectura de TI existente o proyectada se evalúa para verificar el soporte de aplicaciones SG.</li> <li>Un proceso de cambio de control se utiliza para las aplicaciones e infraestructura de TI.</li> <li>Se identifica la posibilidad de utilizar la tecnología para mejorar el rendimiento.</li> <li>Se evalúan y seleccionan tecnologías en alineación con la visión y las estrategias SG.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Se investiga el uso de tecnologías SG para mejorar la experiencia y participación de los clientes y sus beneficios.</li> <li>Se analiza posibles consecuencias para mejorar la seguridad y privacidad de SG.</li> <li>Una visión de SG se comunica a los clientes.</li> <li>Se consulta beneficios e impacto en los clientes con ayuda de entidades y organizaciones públicas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Se identifican programas para facilitar la gestión de carga.</li> <li>Se identifican las capacidades necesarias para el apoyo y desarrollo de fuentes de GD.</li> <li>Se identifican las capacidades necesarias para apoyar las opciones de almacenamiento de energía.</li> <li>Se identifican los requisitos de seguridad para permitir la interacción con una amplia cartera de socios de la cadena de valor.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>La estrategia de SG aborda el papel de la empresa en problemas sociales y ambientales.</li> <li>Los beneficios ambientales de la visión de SG y su estrategia se promueve públicamente.</li> <li>Están disponibles registros del cumplimiento y desempeño ambiental para la inspección pública.</li> <li>La visión de SG o una estrategia específica de la organización juega un papel en la protección de infraestructuras críticas del país.</li> </ol>
<b>0</b> BÁSICO				

<b>ANEXO 2</b>	<b>CONTRATO PARA LA TOMA DE LECTURAS DE LA ELEPCO S.A “Clientes especiales”</b>	
		<b>HOJA: 1 DE:2</b>



**CONTRATO No. 063/2015 (p)**

**CONTRATO DE SERVICIOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS PARA TOMA DE LECTURAS DE MEDIDORES DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE ELEPCO S.A. INCLUIDO CLIENTES ESPECIALES, ENTRE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. Y ELECTRICPOWER S.A.**

**COMPARECIENTES.-** Por una parte, la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., a quien en adelante se denominará ELEPCO S.A., la Contratante o simplemente la Empresa, legalmente representada por su Presidente Ejecutivo, el Dr. Edgar Jiménez Sarzosa; y, por otra, ELECTRICPOWER S.A., a quien en adelante se le denominará la Contratista o simplemente ELECTRICPOWER, legalmente representada por la Srta. Isabel Esperanza Marín Prieto; quienes libre y voluntariamente por los derechos que representan, celebran el presente contrato de conformidad con las siguientes cláusulas:

**PRIMERA: ANTECEDENTES.-** La Dirección Comercial encargado, mediante memorando No. ELEPCOSA-DC (E)-2015-11551-M, de fecha 30 de junio del 2015, informa a Presidencia Ejecutiva que con memorando No. ELEPCOSA-DC (E)-2015-3371-M se solicitó el inicio de un proceso SIE-ELEPCO-018-2015, para el registro de lecturas, el cual mediante Resolución DD-005-2015, de fecha 30 de junio del 2015, se declaró desierto debido a que el oferente no cumplió con los términos de referencia solicitados por Elepco S.A.; siendo el registro de lecturas una actividad de mucha importancia para la facturación veraz y oportuna y de esta manera brindar un mejor servicio a nuestros clientes, se prepara el memorando ELEPCOSA-JC (E)-JGC-2015-11550-M, en el que se presentan los términos de referencia para la contratación de servicios técnicos especializados para la toma de lecturas de medidores de consumo de energía eléctrica, en el área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. ELEPCO S.A., incluido clientes especiales. En tal sentido solicita a Presidencia Ejecutiva, disponer que se otorgue la certificación presupuestaria, certificación de fondos y el PAC correspondiente.

Presidencia Ejecutiva, en hoja de trámite No. 3604, solicita a la Dirección de Planificación y Financiera, emitir el PAC y la disponibilidad presupuestaria, así como también a la Jefatura de Adquisiciones, continuar con el trámite de orden.

La Dirección de Planificación y la Jefatura de Estudios Económicos en Informe PAC-0171-2015, de 01 de julio del 2015, señalan que la presente contratación se encuentra considerada en el Plan Anual de Contrataciones 2015.

La Dirección Financiera y la Jefatura de Presupuesto, emiten la certificación presupuestaria Nro. 147-CP, de 02 de julio del 2015, por el cual justifican el compromiso presupuestario para la presente contratación.



<b>ANEXO 2</b>	<b>CONTRATO PARA LA TOMA DE LECTURAS DE LA ELEPCO S.A “Clientes especiales”</b>	
		<b>HOJA: 2 DE:2</b>



energía para el buen vivir



- b) Certificado de habilitación del Registro Único de Proveedores;
- c) Los pliegos correspondientes al proceso SIE-ELEPCO-030-2015;
- d) Oferta técnica y económica presentada por la contratista;
- e) Resolución de Adjudicación No. AD-020-2015; y,
- f) Cualquier documentación ampliatoria y/o modificatoria que pudiera incluirse debidamente suscrita por las partes.



**TERCERA: INTERPRETACIÓN Y DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.-** Los términos del contrato deben interpretarse en un sentido literal, en el contexto del mismo, y cuyo objeto revela claramente la intención de los contratantes. En todo caso su interpretación sigue las siguientes normas: 1) Cuando los términos se hallan definidos en las leyes ecuatorianas, se estará a tal definición. 2) Si no están definidos en las leyes ecuatorianas se estará a lo dispuesto en el contrato en su sentido literal y obvio, de conformidad con el objeto contractual y la intención de los contratantes. 3) En su falta o insuficiencia se aplicarán las normas contenidas en el Título XIII del Libro IV del Código Civil, de la Interpretación de los contratos. 4) De existir contradicciones entre el contrato y los documentos del mismo, prevalecerán las normas del contrato. De existir contradicciones entre los documentos del contrato, será la ELEPCO S.A. la que determine la prevalecía de un texto, de conformidad con el objeto contractual.

**CUARTA: OBJETO DEL CONTRATO.-** ELECTRICPOWER proveerá los servicios técnicos especializados para la toma de lecturas de medidores de consumo de energía eléctrica, en el área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. ELEPCO S.A., incluido clientes especiales; sobre la base de las especificaciones técnicas establecidas en los pliegos, de la oferta adjudicada, mismas que forman parte del presente contrato y del detalle siguiente:

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	LECTURAS 2015	LECTURAS 2016	LECTURAS 2017	TOTAL LECTURAS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL ADJUDICADO
Registro de lecturas urbanas, rurales y rurales marginales	942.907	1.616.412	673.505	3.232.824	0,1960321	633.737,28
Registro de lecturas de clientes especiales	28.700	49.200	20.500	98.400	0,4011150	39.469,71
					TOTAL	673.206,99

**QUINTA: PRECIO DEL CONTRATO.-** El precio del presente contrato es de SEISCIENTOS SETENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS SEIS 99/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (\$ 673.206,99), sin incluir IVA.

ANEXO 3	<b>MODELO DE MADUREZ</b> <b>“Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A”</b>	HOJA: 1 DE:2

 		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> <b>INGENIERÍA ELÉCTRICA</b>
MODELO DE MADUREZ		
<b>DATOS DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA</b>		
1	NOMBRE DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA	Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A
2	NÚMERO DE MEDIDORES INSTALADOS (clientes especiales )	800
3	NÚMERO DE MEDIDORES INTELIGENTES INSTALADOS (clientes especiales)	500
<b>DATOS DE LA PERSONA RESPONSABLE DE LLENAR EL CUESTIONARIO</b>		
1	NOMBRES COMPLETOS	Franklin Gonzalo Medina Salazar
2	CARGO QUE DESEMPEÑA	Jefe de Grandes Clientes
3	TELEFONO DE CONTACTO	32813251
4	DIRECCIÓN DE E-MAIL	<a href="mailto:franklin.medina@elepcosa.com.ec">franklin.medina@elepcosa.com.ec</a>
<b>INSTRUCTIVO GENERAL DEL CUESTIONARIO</b>		
<b>PARA EL SIGUIENTE CUESTIONARIO DE CLICK EN LA CASILLA PLOMA Y SELECCIONE UNA OPCIÓN DEL MENÚ DESPLEGABLE QUE APARECERA A SU LADO DERECHO</b>		
G1. SELECCIONE Y CLASIFIQUE EN ORDEN DE PRIORIDAD LOS 4 ASPECTOS DE MAYOR IMPORTANCIA PARA SU EMPRESA		
1	MEJORAR LA CALIDAD DE SERVICIO ELÉCTRICO	
2	IMPLEMENTAR PROGRAMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	
3	REDUCIR EL ROBO Y PÈRDIDAS DE ENERGÍA	
4	MEJORAR LA SEGURIDAD DEL SUMISNTRO	
<b>ESTRATEGIAS, ADMINISTRACIÓN Y REGULACIÓN (SMR)</b>		
SMR1. ¿LA EMPRESA TIENE CONOCIMIENTOS SOBRE LOS CONCEPTOS, TECNOLOGÍAS, APLICACIONES Y VENTAJAS DE LOS CONTADORES INTELIGENTES?		
<b>ALTOS CONOCIMIENTOS</b>		
SMR1.1 ¿POR QUÉ MEDIO DESEARÍA CONOCER O AUMENTAR SUS CONOCIMIENTOS ACERCA DE LOS CONTADORES INTELIGENTES?		
<b>CURSOS ONLINE</b>		
SMR1.2 ¿LA GERENCIA TIENE INTERÉS EN INCURSIONAR EN TEMAS DE CONTADORES INTELIGENTES DENTRO DE LA EMPRESA?		
<b>ALTO</b>		
SMR2. ¿SE HA ESTABLECIDO UN MODELO DE CREACIÓN PARA LA GESTION DE CONTADORES INTELIGENTES, PROCESOS Y HERRAMIENTAS DE TOMA DE DECISIONES?		
<b>SI, INTEGRANDO EN UN MODELO YA EXISTENTE</b>		
S2.1 ¿SE PROPORCIONA APOYO Y FINANCIAMIENTO PARA LLEVAR A CABO PROYECTOS DE PRUEBA PARA LOS CONTADORES INTELIGENTES?		
<b>FINANCIAMIENTO LIMITADO</b>		
SMR3. ¿SE HA PROBADO UNA ESTRATEGIA INICIAL DE LOS CONTADORES INTELIGENTES POR PARTE DE A EMPRESA?		
<b>NO</b>		

ANEXO 3	<b>MODELO DE MADUREZ</b> <b>“Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A”</b>	HOJA: 2 DE:2

<b>ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL (OS)</b>
OS1. ¿LA EMPRESA HA COMUNICADO LA NECESIDAD DE INCLUIR COMPETENCIAS DE CONTADORES INTELIGENTES EN SU FUERZA DE TRABAJO?
<b>PARCIALMENTE (LA COMUNICACIÓN HA OCURRIDO EN ALGUNAS PARTES DE LA EMPRESA)</b>
OS2. ¿ LA EMPRESA Y SU ESTRUCTURA SE ADAPTA FÁCILMENTE PARA APOYAR NUEVOS EMPRENDIMIENTOS, PRODUCTOS Y SERVICIOS A MEDIDA QUE SURJAN LOS CONTADORES INTELIGENTES?
<b>LIMITADO</b>
<b>OPERACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA (GO)</b>
GO1. ¿LA EMPRESA TIENE ALGUN PROYECTO PARA NUEVOS EQUIPOS Y SISTEMAS RELACIONADOS CON LOS CONTADORES INTELIGENTES?
<b>EN DESARROLLO</b>
GO1.1. ¿ SE ESTÁ EVALUANDO NUEVOS SENSORES, INTERRUPTORES Y TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIONES PARA LA MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE LA RED?
<b>HASTA CIERTO PUNTO, PARA CONTADORES INTELIGENTES</b>
GO1.2. ¿LA EMPRESA CONSIDERA LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD (FÍSICO Y CIBERNÉTICO) EN TODAS LAS INICIATIVAS DE LOS CONTADORES INTELIGENTES?
<b>LA MAYORÍA (50% - 90%)</b>
<b>ADMINISTRACIÓN DE FUERZA LABORAL Y ACTIVOS (WAM)</b>
WAM1. ¿SE HA EVALUADO EL POTENCIAL DE LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA A LA VISIÓN DE LOS CONTADORES INTELIGENTES?
<b>NO</b>
<b>INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA (TECH)</b>
TECH1. ¿LA EMPRESA HA IDENTIFICADO QUE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN (TI) PUEDEN MEJORAR SU RENDIMIENTO (REDUCIR RIESGOS, DISMINUIR COSTOS,ETC)?
<b>PARCIALMENTE</b>
TECH1.1. ¿LA EMPRESA TIENE UNA ARQUITECTURA DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN (TI)?
<b>SI</b>
<b>CLIENTES (CUST)</b>
CUST1. ¿LA EMPRESA ESTÁ REALIZANDO UNA INVESTIGACIÓN SOBRE CÓMO UTILIZAR LAS TECNOLOGÍAS DE LOS CONTADORES INTELIGENTES PARA MEJORAR LA EXPERIENCIA, LOS BENEFICIOS Y LA PARTICIPACIÓN DE SUS CLIENTES?
<b>INDIRECTAMENTE ( PROPORCIONANDO INFORMACIÓN DE LOS CONTADORES</b>
CUST1.1 ¿LA EMPRESA ESTÁ COMUNICANDO Y EXPLICANDO SU VISIÓN DE LA RED FUTURA A SUS CLIENTES (POR EJEMPLO, EXPLICANDO LOS BENEFICIOS DE LOS CONTADORES INTELIGENTES Y DESCRIBIENDO POSIBLES ESCENARIOS EN CASOS DE USO)?
<b>COMUNICACIONES INFORMALES Y NO ESTRUCTURADAS</b>
<b>CADENA DE VALOR EMPRESARIAL (VCI)</b>
VCI1. ¿LA EMPRESA TIENE PLANES DE INCORPORAR NUEVAS TECNOLOGÍAS, HABILITANDO FUNCIONES PARA EL CLIENTE?
<b>SI</b>
<b>SOCIEDAD Y MEDIO AMBIENTE (SE)</b>
SE1. ¿SU ESTRATEGIA O VISIÓN DE CONTADORES INTELIGENTES ABORDA EN ASUNTOS SOCIALES Y AMBIENTALES?
<b>SI</b>
SE2. ¿HA ESTABLECIDO PROGRAMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LOS CLIENTES?
<b>SI</b>
<b>GRACIAS POR SU COLABORACIÓN</b>
<b>COMENTARIOS Y SUGERENCIAS</b>

ANEXO 4	<b>CONTRATO DE PRECIO DE MEDIDORES CENTRO SUR C.A “ Contratista Silvatech S.A”</b>	HOJA: 1 DE:2



CONTRATO N° DICO 0017390 2016

Comparecen a la celebración del presente contrato, por una parte la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., representada por el Ingeniero Francisco Carrasco Astudillo, en calidad de Presidente Ejecutivo, a quien en adelante se le denominará CONTRATANTE; y, por otra la empresa SILVATECH S.A, representada por el Ingeniero Pablo Rueda Mosquera en calidad de Gerente General, a quien en adelante se le denominará CONTRATISTA. Las partes se obligan en virtud del presente contrato, al tenor de las siguientes cláusulas:

**Cláusula Primera.- ANTECEDENTES**

1.1 De conformidad con los artículos 22 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública –LOSNCP-, y 25 y 26 de su Reglamento General -RGLOSNCP-, el Plan Anual de Contrataciones de la CONTRATANTE, contempla la ADQUISICIÓN DE MEDIDORES ESPECIALES que en adelante se podrá llamar Equipos Especiales.

1.2. Previo los informes y los estudios respectivos, el Delegado de la Máxima Autoridad de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.; resolvió aprobar el pliego de SUBASTA INVERSA ELECTRÓNICA N° SIE-EECS-DC-077-2016 para la contratación de Equipos Especiales.

1.3 Se cuenta con la existencia y suficiente disponibilidad de fondos en la partida presupuestaria N° 121.001.002.008.001.402, conforme consta en la certificación conferida por la Jefe del Departamento Financiero, mediante memorando DAF-2016-1350 de 12 de mayo de 2016.

1.4 Se realizó la respectiva convocatoria el 29 de junio de 2016, a través del Portal Institucional.

1.5 Luego del proceso correspondiente, el ingeniero Luis Rojas Iglesias en su calidad de Delegado de la Máxima Autoridad de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.; de la CONTRATANTE, adjudicó la contratación de adquisición de equipos de medición, al oferente SILVATECH S.A. La resolución de adjudicación se halla registrada en el Portal Institucional del SERCOP.

**Cláusula Segunda.- DOCUMENTOS DEL CONTRATO**

2.1 Forman parte integrante del contrato los siguientes documentos:

- a) El pliego (Condiciones Particulares del Pliego CPP y Condiciones Generales del Pliego CGP) incluyendo las especificaciones técnicas y términos de referencia del objeto de la contratación.
- b) Las Condiciones Generales de la prestación de servicios (CGC) publicados y vigentes a la fecha de la convocatoria en la página institucional del SERCOP.
- c) La oferta presentada por el CONTRATISTA, con todos sus documentos que la conforman.

ANEXO 4	<b>CONTRATO DE PRECIO DE MEDIDORES CENTRO SUR C.A “ Contratista Silvatech S.A”</b>	HOJA: 2 DE:2

- d) El acta de negociación de fecha 21 de Julio de 2016.
- e) Las garantías presentadas por el CONTRATISTA.
- f) La resolución de adjudicación.
- g) Las certificaciones del Departamento Financiero, que acrediten la existencia de la partida presupuestaria y disponibilidad de recursos, para el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato.
- h) Los documentos que acreditan la calidad de los comparecientes y su capacidad para celebrar el contrato deberán protocolizarse conjuntamente con las condiciones particulares del contrato. No es necesario protocolizar las condiciones generales del contrato, ni la información relevante del procedimiento que ha sido publicada en el Portal Institucional.

#### Cláusula Tercera.- OBJETO DEL CONTRATO

3.01 El CONTRATISTA se obliga con la CONTRATANTE a suministrar el bien objeto del contrato, esto son MEDIDORES ESPECIALES a entera satisfacción de la CONTRATANTE, según las características y especificaciones técnicas constantes en la oferta, que se agrega y forma parte integrante de este contrato.

#### Cláusula Cuarta.- PRECIO DEL CONTRATO

4.1 El valor del presente contrato, que la CONTRATANTE pagará al CONTRATISTA, es el de USD 134.000,00 (*Ciento treinta y cuatro mil con xx/100*) dólares de los Estados Unidos de América, más IVA, de conformidad con la oferta presentada por el CONTRATISTA, valor que se desglosa a continuación:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	\$/UNIDAD	SUB TOTAL
1	Medidor electrónico 3 fases, 4 hilos, clase 20, forma 10a con registro de energía activa, reactiva, demanda, perfil de carga y calidad de energía, sin compensación de pérdidas.	U	10	\$447.0000	\$4,474.00
2	Medidor electrónico 3 fases, 4 hilos, clase 20, forma 10a con registro de energía activa, reactiva, demanda, perfil de carga y calidad de energía, con compensación de pérdidas.	U	105	\$745.4857	\$78,276.00
3	Medidor electrónico 3 fases, 4 hilos, clase 200, forma 16s con registro de energía activa, reactiva, demanda, perfil de carga y calidad de energía.	U	110	\$372.7273	\$41,000.00
4	Base socket para contador de estado sólido forma 16s	U	110	\$93.1818	\$10,250.00
5	Interfaz por cada marca de medidor; es decir, con un sólo software y un sólo interfaz, deberán manejarse todos los tipos de medidores, correspondientes a cada marca.	U	4	\$0	\$0
6	Software para lectura y programación de medidores, uno por marca, abierto o con licencias incluidas.	U	1	\$0	\$0
				Total	134.000,00

## Medidor A3 Alpha® - Especificaciones



### El Medidor A3 Alpha

El medidor A3 Alpha de Elster, construido en base al diseño de medidores Alpha existentes. Como sus predecesores, el medidor A3 Alpha usa las técnicas de medición digitales patentadas por Elster, las cuales ofrecen alta precisión, repetibilidad y bajos costos de operación. Bajo el soporte de estándares de arquitectura abierta, el medidor A3 Alpha es el primer medidor de Elster con soporte total para los estándares de comunicaciones ANSI C12.18, C12.19 y C12.21. Otras características incluyen medición de cuatro cuadrantes, compensación de pérdidas en transformadores y líneas, así como el registro por intervalos de valores de instrumentación.

### Grabación de Datos por Intervalo y Auto lecturas

La tarjeta electrónica principal en el medidor A3 Alpha, tiene mas de 40 kB de memoria no volátil para guardar perfiles, datos y auto-lecturas. Se incluyen opciones de grabación para datos de instrumentación y hasta 15 auto-lecturas. Adicionalmente se podrá agregar la tarjeta con memoria extendida opcional para incrementar la memoria en 1 MB.

Cuando el perfil de instrumentación opcional es habilitado, el medidor A3 Alpha registra en dos conjuntos independientes de datos. Cada conjunto tiene una longitud de intervalo de datos independiente y hasta 16 canales de grabación (total 32). Con el perfil de instrumentación, cada medidor se convierte en una herramienta poderosa para monitorear datos y diagnosticar problemas sin la necesidad de instalar el costoso equipo temporal de monitoreo. Se cuenta con mas de 50 variables para asignar a canales del perfil y el algoritmo de cada canal puede ser seleccionado en forma independiente. A continuación las opciones de algoritmo disponible:

- Valor mínimo por intervalo
- Valor máximo por intervalo
- Valor promedio por intervalo
- Valor instantáneo al fin de intervalo

### Instrumentación

Cada medidor A3 Alpha, incluye la versión de demanda básica, puede mostrar en pantalla mas de 50 cantidades de instrumentación. Con su capacidad de alta funcionalidad, el medidor A3 Alpha puede tener las funciones equivalentes de los siguientes dispositivos:

- Voltmetro / Wattmetro / Ampermetro
- Medidor de VAs y VAR
- Indicador de Distorsión
- Medidor de Angulo de Fase
- Indicador de Rotación de Fases (Secuenciometro)

### Medición para Facturación

El medidor A3 Alpha es un medidor de facturación de alta precisión (Clase 0.2). Los usuarios de medidores Alpha encontrarán al medidor A3 Alpha básico muy familiar. El medidor A3 Alpha ofrece funcionalidad de facturación en cuatro cuadrantes, Auto-lecturas programables, tarifas horarias para 4 periodos horarios, 4 cambios de horario por día, 4 días tipo, 4 estaciones, horario de verano (DST), compensación de pérdidas en transformadores y líneas y un perfil de carga mejorado sin requerir de tarjetas opcionales

Medidor Tipo	No. de Cantidades medidas
A3D	1 (Watt-hores solamente)
A3T	1 (Watt-hores solamente)
A3D, A3K, A3R	2 (Configurable por el usuario)
A3QA, A3KA, A3RA	6 (Configurable por el usuario)

Cada cantidad medida es guardada en memoria no volátil e incluye energía, demanda y datos de tarifas horarias (TOU). Nota: La tarifa Horaria (TOU) no está disponible para el A3D



### Monitoreo de Calidad de Potencia

El monitoreo de calidad de potencia (PQM) ofrece la posibilidad de tener las condiciones del servicio las 24 horas del día. El sistema PQM busca las excepciones definidas por el usuario basándose en umbrales de voltaje, corriente y distorsión armónica total. Cada una de las 12 pruebas PQM pueden ser configuradas para activar un relevador de salida, indicación de advertencia en pantalla, registro incluyendo fecha y hora o aún mas, efectuando una llamada telefónica para reportar la condición.

### Protocolos de comunicación ANSI

Así como la industria avanza hacia los protocolos ANSI de comunicación, mas opciones y sistemas estarán disponibles, permitiendo a los usuarios del medidor A3 Alpha beneficiarse del ambiente competitivo para la obtención de datos y análisis. El medidor A3 Alpha ofrece soporte total para las estructuras de datos y protocolos de comunicación ANSI C12.18, C12.19 y C12.21 preparándolo a Usted para el futuro.

### Comunicaciones Versátiles

Los datos se pueden obtener usando el puerto óptico de comunicaciones, adicionalmente se tienen disponibles tarjetas opcionales para el medidor A3 Alpha :

- Modem telefónico 2400 bps  
\*(Capacidad de reportar interrupciones)
- RS-232 o RS-485
- Ethernet
- Interface serial externa
- Salida analógica de 20 mA
- Controlador interno LAN (ILC1)
- Nodo interno LAN (ILN1)
- Módulo ERT® de Itron 50E33

Las interfaces de comunicación pueden ser combinadas con las opciones de alarma en el medidor A3 Alpha, para permitir notificación inmediata de eventos críticos.

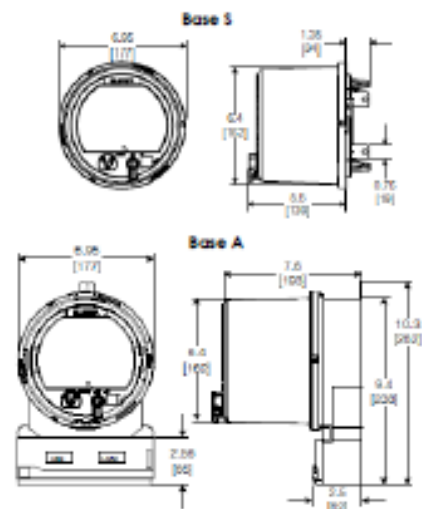
La tarjeta opcional de relevadores en los medidores Alpha existentes, es compatible con el medidor A3 Alpha, las funciones de estos relevadores son totalmente programables por el usuario.

### Opción de alimentación para fuente de poder en cualquier fase.

Con la opción de alimentación para fuente de poder en cualquier fase, el medidor es alimentado de todas las fases del servicio eléctrico. Si una o mas fases de servicio son desconectadas el medidor será automáticamente alimentado de las fases restantes ya sea entre fases o fase a neutro

### Datos Técnicos y especificaciones del medidor A3 Alpha

Máximos Absolutos	
<b>Voltaje</b>	520 VCA continua (Opción Cualquier fase, F-F o F-N) ANSI C12.90.1 Oscilatorio 2.5 KV, 2500 impulsos Transitorios Rápidos 5 KV, 2500 impulsos
<b>Soporte transitorios de Voltaje</b>	ANSI C12.41 5 KV a 1.250 µs, 10 impulsos IEC 61000-4-4 4 KV, 2.5 µs descargas repetidas por 1 min. ANSI C12.1 aislamiento 2.5 KV, 60 Hz por 1 min.
Rangos de Operación	
<b>Voltaje</b>	Rango Nominal de Placa 120V a 480V Rango de Operación 96V a 520V
<b>Corriente</b>	0 a Corriente de Clase 30 (200) A. o 50 (200) A. o 2.5 (20) A.
<b>Frecuencia</b>	Nominal 50 Hz o 60 Hz ± 5%
<b>Rango de Temperatura</b>	-40°C a +65°C bajo la cubierta del medidor
<b>Rango de Humedad</b>	0% a 100% no condensada
Características de Operación	
<b>Consumo fuente de alimentación</b>	Menor a 4 Watts
<b>Carga por fase de corriente</b>	0.1 milOhms típico a 25°C
<b>Carga por fase de voltaje</b>	0.008 W @ 120 V, 0.03 W @ 240V y 0.04 W @ 480 V
<b>Precisión</b>	Cumple con ANSI C12.20 para precisión clase 0.2%
Características de desempeño	
<b>Formas</b>	15, 25, 35, 45, 265, 26A, 125, 13A, 365, 36A, 90, 105, 10A, 165, 15A
<b>Corriente de Arranque</b>	Forma 15 y Forma 35 10mA para Clase 20 100mA para Clase 200 160mA para Clase 320 Forma 25 y Forma 35 5mA para Clase 20 50mA para Clase 200 80mA para Clase 320
<b>Derivamiento 0.000 Amp.</b>	No mas de un pulso medido por cantidad, de acuerdo a ANSI C12.1
<b>Base primaria de tiempo</b>	Frecuencia de la línea (50 Hz o 60 Hz), o con oscilador de cristal de acuerdo a normas ANSI con límite de 0.02% usando el cristal de 32,768 KHz. La operación inicial esperada igual o mejor a +4-55 segundos por mes a temperatura interior.
<b>Base secundaria de tiempo</b>	6 horas a 25°C, Supercapacitor nominal de 0.1 Faradios, 5.5 V
<b>Capacidad de operación en interrupción</b>	Batería de LiSOCl <sub>2</sub> , 1,000mAh, 3.6 V, vida de 20 años, 5 años cont. a 25°C
<b>Batería (opcional)</b>	Puerto Óptico 300 a 20,000 tps
<b>Velocidad de Comunicación</b>	Puerto remoto 1200 a 19,200 bps
<b>Estándares ANSI</b>	ANSI C12.1, C12.10, C12.18, C12.19, C12.20 y C12.21
Pesos de Embarque (todos los valores son aproximados)	
<b>Base S</b>	Unitario 5.06 lbs (2.30 Kg) Caja de 4 13.46 lbs (6.11 Kg)
<b>Base A</b>	Unitario 7.38 lbs (3.35 Kg) Caja de 4 28.12 lbs (12.82 Kg)
<b>Otros</b>	Cubierta de Policarbonato



Dimensiones en pulgadas (milímetros). Solo para Referencia.

Elster  
Raleigh, NC, USA

T + 1 800 338 5251 (US toll free)  
T + 1 905 634-4895 (Canada)

support@us.elster.com

## Medidor ALPHA Plus®

Como un medidor trifásico multifunción con medición de energía activa y reactiva, validación de servicio, PQM, perfil de carga y comunicaciones: ALPHA Plus significa **medición avanzada**



El medidor ALPHA Plus es un medidor avanzada, construido en base a la tecnología de medición ALPHA®. El medidor puede utilizarse en sistemas monofásicos o trifásicos, posee un amplio rango de operación, es multitarifa, realiza la validación del servicio y puede monitorear la Calidad de Energía, además provee lecturas del perfil de carga mediante comunicaciones remotas.

### Funciones y características avanzadas

La tarjeta principal posee una memoria de 28kB disponible para almacenar datos del perfil de carga y el registro de eventos. Con intervalos de 15 minutos puede almacenar:

Canales	Días máx. de almacenamiento
1 Canal	141 días*
4 Canales	36 días*

\*El tiempo de almacenamiento depende de la configuración de canales y de la configuración de eventos.

El perfil de carga es almacenado en una memoria no volátil. El medidor ALPHA Plus graba: el día y la hora de fallas de energía, cambios a modo test, cambios de hora y resets de la demanda. Cuando el Monitoreo de Calidad de Energía está habilitado, el medidor incluye también el día y la hora de los eventos PQM (incluyendo caídas de voltaje).

www.elster.com

### Monitoreo de Calidad de Energía (PQM)

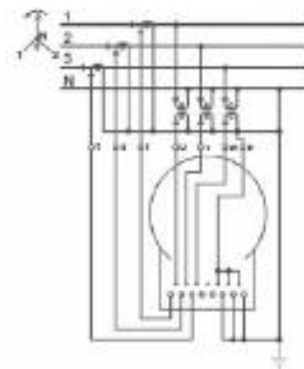
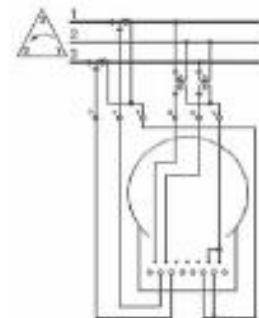
Cuando esta característica está habilitada, el medidor ALPHA Plus busca excepciones a los umbrales definidos por el usuario tales como voltaje, corriente, factor de potencia y distorsión armónica total. El medidor realiza varias pruebas que miden y almacenan datos de calidad de energía las 24 horas del día.

### Pruebas de servicio

Las pruebas de servicio se ejecutan para verificar la validez del servicio eléctrico así como la correcta conexión del medidor. El medidor ALPHA Plus verifica el tipo de servicio, rotación o inversión de fase y la validez de los voltajes de fase. El medidor también determina si las corrientes de fase están dentro de los umbrales definidos por el usuario.

### Medición para facturación

Los medidores AIRL+ miden, almacenan y muestran una lista completa de valores de energía y demanda tales como kWh, kVAR, kWh, kVARh. El medidor AIRL+ ofrece valores vectoriales de kVA como alternativa de cantidad medida.





### Tecnología que impulsa el desarrollo

ELSTER es el líder en telemedición: el medidor ALPHA Plus permite la lectura y programación de manera remota, pudiendo ser integrados en sistemas de medición.

#### Instrumentación

Los valores de instrumentación proveen de un análisis casi instantáneo del servicio eléctrico. Todas las opciones pueden ser programadas para mostrarse en la pantalla en el modo normal o alterna.

- Valores por cada fase:
  - Voltaje y corriente.
  - Ángulos de voltaje y corriente de fase (comparados con la fase A).
  - Ángulo de la corriente de fase en relación al voltaje de fase.
  - Factor de potencia y el ángulo del factor de potencia.
  - KW, KVAR y KVA.
- Frecuencia del sistema.
- KW, KVAR, KVA, factor de potencia y ángulo del factor de potencia del sistema.

#### Comunicaciones

Los datos pueden ser obtenidos usando el puerto óptico (estándar). Adicionalmente al puerto óptico, hay disponibles otras interfaces de comunicación para realizar lecturas remotas como:

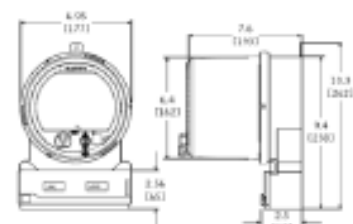
- Módem telefónico interno de 2400 baudios con sistema de llamada por apagones.
- Interfaz serial RS-232.
- Interfaz serial RS-485.
- Salidas KYZ.

#### Especificaciones Técnicas

Precisión	Con carga: $\pm 0.2 + 0.001$ clase/1% $\pm$ los 0.01 %	
Corriente máxima	Continua hasta 100% de la corriente nominal del medidor	
	Temporal 11 seg. a 200% de la corriente máxima del medidor	
Rango de Corriente	0 hasta 4 amperios de clase del medidor	
	Forma IS y IS	Otras formas
Corriente de Armazque	10mA para clase 20 100mA para clase 200 100mA para clase 320	5mA para clase 20 50mA para clase 200 80mA para clase 320
Rangos de Voltaje	Nominal 120V o 480V	Operación 96V o 528V
Frecuencia	50Hz o 60Hz $\pm$ 5%	
Rango de temperatura	-40 °C a +60°C (dentro de la tapa del medidor)	
Rango de humedad	0% a 100% (sin condensación)	
	Fuente de alimentación	Circuito voltimétrico      Circuito amperimétrico
Consumo	Menor a 3W	0.006W @ 120V 0.03 W @ 240V 0.04 W @ 480V
		Típico 0.1mA a 25°C
	Test realizado	Resultado
	ANSI C37.90   Osciloscopio	2.5 KW, 2500 Impulsos
	Transmisor rápido	5 KW, 2500 Impulsos
Variación frente a la onda de voltaje	ANSI C62.41	6 KW o 1.2/150 $\mu$ s, 10 Impulsos
	IEC 61000-4-4	4 KW, 2.5 KHz, Impulsos repetitivos durante 1 minuto
	ANSI C12.1 dieléctrico	2.5 KW, 60 Hz durante un minuto
Deslizamiento 0.0008 (sin corriente)	No mayor de un pulso medido por cantidad, de acuerdo a los requerimientos de la norma ANSI C12.1	
Precisión del reloj interno	Cumple con los límites ANSI de 0.05% usando el cristal de 32.768 KHz. El comportamiento inicial esperado es igual o menor que $\pm 55$ segundos por mes a temperatura o la sombra.	
Capacidad de operación durante apagones	Supercapacitor con valor nominal de 0.8 F, 5.5V	Batería de litio (500mAh) vida útil sin uso de 20 años, en trabajo continuo a 25°C 5 años
	6 horas a 25°C	Valor nominal: 800mAh
	Unidad	Caja con 4 medidores
Peso de despacho (balanza aproximada)	Base S 5.06 libras (2.30 kg)	13.46 libras (6.11 kg)
	Base A 7.30 libras (3.35 kg)	26.07 libras (11.82 kg)
Comunicaciones		
Puerto Óptico	300 a 20,000 bps	
Comunicaciones remotas	1,200 a 19,200 bps	
País de Fabricación	Estados Unidos	

#### Sobre el Grupo ELSTER

Líder mundial en infraestructura de medición avanzada, medición integrada y aplicación de soluciones para las industrias de gas, electricidad y agua. Los sistemas y soluciones de ELSTER son producto de más de 170 años de experiencia en medición de recursos y energía. Elster provee soluciones y tecnología avanzada para ayudar a las empresas a adquirir y utilizar los sistemas de medición de una manera más fácil, eficiente y confiable para mejorar el servicio al cliente, aumentar la eficiencia operacional e incrementar ingresos. Las soluciones AMI de ELSTER permiten a las empresas distribuir adecuadamente los recursos de gas, electricidad y agua mejorando significativamente la relación costo-eficiencia.



Las dimensiones son referencias y están expresadas en pulgadas (milímetros). No usarlos para construcción



#### ELSTER Medidores S.A.

Av. La Marina 842  
La Perla - Callao 4  
Perú

T +51 (0) 457 5533  
F +51 (0) 457 5686

www.elster.com

© 2008 por Elster. Todos los derechos reservados.

La información contenida puede cambiar sin previo aviso. Las especificaciones técnicas de los productos citados son