



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE MAGISTER EN GESTIÓN DE
ENERGÍAS**

Título:

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS DE LA RED E INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA ALCANZAR LA EFICIENCIA DEL PORTADOR ELECTRICIDAD DEL TALLER MECÁNICO DE GRUPO MATRIX, 2013. PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA AL SISTEMA DE ENERGÍA ELECTRICA.

Autor: MORALES Villegas Hernán Vinicio.

Tutor: MARRERO Secundino. PhD.

LATACUNGA – ECUADOR

Diciembre – 2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe en consideración de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el maestrante: Morales Villegas Hernán Vinicio, con el título de tesis:

“EVALUACIÓN DE LA RED E INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA ALCANZAR LA EFICIENCIA DEL PORTADOR ELECTRICIDAD DEL TALLER MECÁNICO DE GRUPO MATRIX, 2013. PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA AL SISTEMA DE ENERGÍA ELECTRICA”.

Ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

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

Latacunga, diciembre del 2015.

Para constancia firman:

.....
MSc. Paulina Freire.
PRESIDENTE

.....
PhD. Ignacio Romero.
MIEMBRO

.....
PhD. Reineris Montero.
MIEMBRO

.....
MSc. Ernesto Abril.
OPOSITOR

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Latacunga, diciembre del 2015.

En mi calidad de Director de Tesis presentada por el Ing. Morales Villegas Hernán Vinicio, Egresado de la Maestría en Gestión de Energías, previa a la obtención del mencionado grado académico, cuyo título es:

“EVALUACIÓN DE LA RED E INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA ALCANZAR LA EFICIENCIA DEL PORTADOR ELECTRICIDAD DEL TALLER MECÁNICO DE GRUPO MATRIX, 2013. PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA AL SISTEMA DE ENERGÍA ELECTRICA”.

Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador.

Atentamente

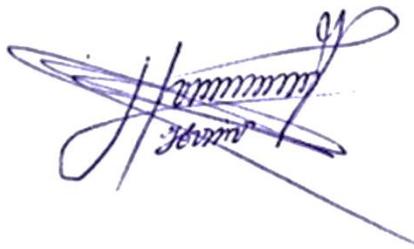
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Marrero', is centered on the page.

Tutor: PhD. Marrero Secundino.

AUTORÍA

Yo, Morales Villegas Hernán Vinicio, portador de la cédula de identidad número 0601908833, declaro que la presente Tesis de Grado; es el resultado de la entereza, actitud de respuesta y decisión para cumplir con nuevas metas.

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Hernán Vinicio', with a large, stylized flourish extending from the end of the signature.

Ing. Morales Villegas Hernán Vinicio.

C. I. 0601908833

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios todo poderoso por los favores recibidos en bien de la culminación de este trabajo, a nuestra madre santísima María Auxiliadora, otorgándome la fortaleza espiritual a donde siempre acudo.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, a través de los docentes de posgrados por su aporte con valiosos conocimientos y al acompañamiento del personal administrativo.

Agradezco también a mi tutor, PhD. Secundino Marrero, a mis Asesores, MsC. Eduardo Terrero Matos, MsC. Gabriel Hernández Ramírez, Phd. Thomas Columbié, Phd. Gustavo Bárcenas, MsC. Paulina Freire, a mis profesores.

A mis compañeros de trabajo MsC. Katya Torres, MsC. Germán Erazo, MsC. Fabián Salazar, MsC. Fredy Salazar, MsC. E Pruna, MsC. Lorena Camacho, MsC. Fausto Acuña, MsC. José Mullo, MsC. Leónidas Quiroz, MsC. Tapia, MsC. Ernesto Abril G, por su apoyo incondicional.

A mis padres y hermanos por su amor y paciencia.

Hernán

DEDICATORIA

Este trabajo para la obtención del título de Magister en Gestión de Energías, está dedicado a todas las personas que contribuyeron al feliz logro de este emprendimiento, en especial a mis padres, maestros, compañeros y colegas.

Hernán

CERTIFICACIÓN DE CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

PROGRAMA: “MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS”

“EVALUACIÓN DE LA RED E INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA ALCANZAR LA EFICIENCIA DEL PORTADOR ELECTRICIDAD DEL TALLER MECÁNICO DE GRUPO MATRIX, 2013. PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA AL SISTEMA DE ENERGÍA ELECTRICA”.

Autor: Morales Villegas Hernán Vinicio

Fecha: Diciembre del 2015.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA RED E INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA ALCANZAR LA EFICIENCIA DEL PORTADOR ELECTRICIDAD DEL TALLER MECÁNICO DE GRUPO MATRIX, 2013. PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA AL SISTEMA DE ENERGÍA ELECTRICA”.

AUTOR: MORALES Villegas Hernán Vinicio.

TUTOR: MARRERO Secundino. PhD.

RESUMEN

En el presente trabajo, se realiza un análisis de los circuitos de la instalación eléctrica, en el taller mecánico de la empresa Grupo Matrix (TM-GM), en la parroquia Conocoto, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha. Para que la energía sea aprovechada por las herramientas eléctricas manuales; se caracteriza su comportamiento energético, por un proceso productivo con varias operaciones, donde se apreciarán las incidencias más significativas de las pérdidas de energía. Sus colaboradores realizan operaciones de mantenimiento, reparación, elaboración de estructuras metálicas y ensamble de maquinaria liviana para la construcción. Dentro de los principales objetivos podemos encontrar, una evaluación de la red de distribución de energía eléctrica en el taller mecánico, identificando las probables pérdidas; como también dar una alternativa de distribución y un plan de gestión eficiente de electricidad, en las instalaciones de esta empresa. Adicionalmente, la metodología empleada en esta investigación, es del tipo analítico, dentro de la modalidad de investigación de campo, tomando contacto con los actores de la situación problemática. Otro paso, importante constituyen las mediciones, para determinar los parámetros de corriente y tensión; que a través de un plan se mejorará y evitará que la empresa sea penalizada. Tal es el caso del factor de potencia, que se aspira llegue a los niveles de 0,98 el nivel de ahorro entre el 13 % y el 15 %; la producción a 21 módulos livianos por semana laboral, la atención al cliente se proyecte a 150 visitas diarias. Mejorando la imagen empresarial del TM-GM a tono con las más grandes e importantes del cantón y provincia. La revisión bibliográfica, pone en evidencia el alcance del trabajo realizado, en cuanto a la reducción de consumo de energía eléctrica y demás características de uso energético; utilizadas como opciones en talleres mecánicos semejantes. Proponiendo una alternativa de uso, reducción de pérdidas y fomento del ahorro; con datos técnicos y económicos, de utilidad para la propuesta de uso adecuado de la energía.

Descriptor: Energía eléctrica, pérdidas, distribución eficiente de energía, factor de potencia.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

GRADUATE MANAGEMENT

MASTER IN ENERGY MANAGEMENT

TITLE: "EVALUATION NETWORK AND WIRING TO REACH THE EFFICIENCY OF ELECTRICITY CARRIER MECHANIC WORKSHOP GROUP MATRIX, 2013. PROPOSAL OF A PLAN TO IMPROVE THE ELECTRIC POWER SYSTEM".

AUTHOR: MORALES Villegas Hernán Vinicio.

TUTOR: MARRERO Secundino. PhD.

ABSTRACT

In this paper, an analysis circuit of the electrical installation is done in the machine shop of Grupo Matrix (TM- GM), in the parish Conocoto, canton Rumiñahui, Pichincha province. To be well used by manual power tools; their energy behavior is characterized, in a production process with several operations, where the most significant incidents of energy losses become apparent. His aides perform maintenance, repair, manufacture of metal structures and assembly of light construction machinery. Among the main objectives we can find an assessment of the distribution of electricity, for these tools, identifying probable losses; also give an alternative of distribution and plan efficient power management, at the premises of the company. Additionally, the methodology used in this research is the analytical type, in the form of field research, making contact with the actors of the problem situation. Another step, measurements are important to determine the parameters of current and voltage; that through a plan will be improved and will avoid the company being penalized. Such is the case the power factor, which aspires reaches level of 0.92 the savings between 13% and 15%; light output to 21 modules per workweek, the customer is projected to 150 visits per day. Improve corporate image of the TM- GM in tune with the largest and most important canton and province. The literature review reveals the extent of the work done in terms of reducing energy consumption and other characteristics of energy use; used as options on such garages. Proposing an alternative use, reduce losses and encouraging savings; technical and economic data useful for proposing appropriate use of energy.

Keywords: Electric power, losses, efficient distribution of energy, power factor.



Tutor: Marrero Secundino. PhD.



Lcdo. Marcelo Pacheco.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

.....	I
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	II
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	III
AUTORÍA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
CERTIFICACIÓN DE CRÉDITOS QUE AVALAN LA TESIS.....	VII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XX
INTRODUCCIÓN.....	1
EL PROBLEMA.....	4
1.1. Introducción.....	4
1.2. Antecedentes de la Investigación.....	5
1.3. Formulación del Problema.....	6
1.4. Objeto de estudio.....	6
1.5. Campo de acción.....	6
1.6. Justificación de la Investigación.....	6
1.7. Objetivos.....	7
1.7.1. Objetivo General.....	7
1.7.2. Objetivos Específicos.....	7
1.8. Enfoque de la investigación.....	7
1.9. Hipótesis.....	8
1.10. Tareas.....	8
1.11. Conclusiones.....	9
CAPITULO II.....	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Introducción.....	10

2.2	Antecedentes y marco de referencia.	10
2.3	Fundamentación Teórica.	14
2.3.1	Evaluación de redes e instalaciones de energía eléctrica.	15
2.3.1.1	Analizador de redes.	15
2.3.2	El factor de potencia.	18
2.3.3	La frecuencia.	18
2.3.4	Las potencias.	18
2.3.5	Los conductores eléctricos.	18
2.3.6	Plan de gestión eficiente de energía.	18
2.3.6.1	Eficiencia energética.	19
2.3.6.2	Diagnóstico Energético.	22
2.3.6.3	Las ISO 50001 en la gestión energética.	23
2.3.6.4	Norma de calidad de la energía IEEE-519.	25
2.4	Marco legal vigente.	25
2.5	Conclusiones.	28
CAPITULO III		29
METODOLOGÍA		29
3.1.	Introducción.	29
3.2.	Diseño de la investigación.	29
3.2.1.	Modalidad de la investigación.	30
3.2.2.	Tipo de Investigación.	30
3.3.	Mapa de ubicación de la empresa.	31
3.3.1.	Delimitación de la zona de estudio.	32
3.4.	Ubicación actual de la energía eléctrica en la empresa TM-GM.	32
3.4.1.	Unidad de Estudio.	33
3.4.2.	Elemento de análisis.	35

3.4.3. Métodos y técnicas empleadas.....	35
3.4.3.1 Observación.....	35
3.4.3.2 Cálculo.....	36
3.4.3.3 Análisis.....	36
3.4.3.2 Simulación.....	36
3.4.4. Procesamiento y análisis.....	36
3.5. Operacionalización de variables.....	37
3.6. Instrumentos de la Investigación.....	38
3.7. Comportamiento del consumo del 2011.....	38
3.8. Carga instalada.....	39
3.8.1. Desglose de la carga por grupo y equipos.....	39
3.9. Consumo de energía de la iluminación de la empresa TM-GM.....	41
3.10. Consumo de energía de las computadoras de la empresa TM-GM.....	42
3.11. Consumo de energía de las herramientas manuales eléctricas de la empresa TM-GM.....	42
3.12. Consumo de energía de otros equipos eléctricos en el TM-GM.....	43
3.13. Calidad de las Instalaciones Electricas.....	43
3.14. Pérdidas de energía.....	47
3.15. Mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos.....	48
3.16. Aplicación del analizador de redes eléctricas.....	48
3.16.1. Características del analizador de red eléctrica.....	48
3.16.2. Datos de corriente.....	49
3.16.3. Datos de factor de potencia $\cos \phi$	50
3.16.4. Datos de potencia activa, reactiva y aparente.....	50
3.16.5. Datos de energía activa, aparente, reactiva y total.....	52
3.16.6. Datos de <i>Flickers</i>	53

3.16.7. Datos del <i>THD</i> distorsión armónica.	54
3.16.8. Datos de tensión.	54
3.17. Software informático.	55
3.17.1. Diagrama unifilar de distribución de energía eléctrica en estado actual del TM-GM.	55
3.17.2. Aplicación de <i>software</i> de diseño de redes.	57
3.17.3. Simulación de estado actual.	57
3.18. Plan operativo de gestión eficiente de energía.	60
3.19. Conclusiones.	60
CAPÍTULO IV	61
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	61
4.1 Introducción.	61
4.2 Análisis de las condiciones del Taller TM-GM.	61
4.2.1 Descripción laboral y uso de la energía eléctrica en el TM-GM.	61
4.2.2 Análisis del consumo de energía.	63
4.2.2.1 Análisis del consumo de energía de las cargas en el TM-GM.	63
4.2.2.2 Interpretación del análisis de consumo de energía de las cargas en el TM-GM.	64
4.2.3 Análisis del consumo de energía de la iluminación de la empresa TM-GM.	64
4.2.4 Interpretación del consumo de energía de la iluminación de la empresa TM-GM.	65
4.2.5 Análisis del consumo de energía de las computadoras de la empresa TM-GM.	65
4.2.6 Interpretación del consumo de energía de las computadoras de la empresa TM-GM.	65
4.2.7 Análisis del consumo de energía de las herramientas manuales eléctricas de la empresa TM-GM.	65
4.2.8 Interpretación del consumo de energía de las herramientas manuales eléctricas de la empresa TM-GM.	65

4.2.9	Análisis del consumo de energía de otros equipos eléctricos de la empresa TM-GM.....	66
4.2.10	Interpretación del consumo de energía de otros equipos eléctricos de la empresa TM-GM.	66
4.2.11	Análisis de la calidad de las Instalaciones Electricas.	66
4.2.12	Interpretación de la calidad de las Instalaciones Electricas.	66
4.2.13	Análisis de las pérdidas de energía.....	66
4.2.14	Interpretación de las pérdidas de energía.....	66
4.2.15	Análisis del mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos.	67
4.2.16	Interpretación del mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos.....	67
4.2.17	Análisis de la aplicación del analizador de redes eléctricas.	67
4.2.18	Interpretación de la aplicación del analizador de redes eléctricas.	67
4.2.19	Análisis de la aplicación del software informático.	67
4.2.20	Interpretación de la aplicación del software informático.	68
4.2.21	Análisis histórico de la facturación eléctrica.	68
4.2.22	Análisis de la capacidad instalada en el TM-GM.	71
4.2.23	Interpretación de la capacidad instalada en el TM-GM.	72
4.2.24	Análisis de calidad de los parámetros eléctricos.....	72
4.2.25	Interpretación de calidad de parámetros eléctricos en el TM-GM.....	74
4.2.26	Análisis del estudio de cargas al aplicar el analizador de redes.....	74
4.2.27	Interpretación de los datos obtenidos al aplicar el analizador de redes.....	77
4.2.28	Conclusiones.	78
CAPITULO V		80
PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA DEL SISTEMA DE ENERGÍA		80
5.1	Introducción.	80

5.2	Tema de la propuesta.....	80
5.3	Justificación de la propuesta.....	80
5.4	Objetivos de la propuesta.....	81
5.5	Estructura de la propuesta.....	81
5.6	Desarrollo de la propuesta.....	82
5.6.1	Simulación de la red eléctrica del taller TM-GM.....	82
5.6.1.1	Acomodo de carga o balanceo.....	82
5.6.1.2	Mejoramiento del factor de potencia y selección del banco de capacitores. 83	
5.6.1.3	Simulación y descripción de la herramienta.....	88
5.6.1.4	Propuesta de distribución de la red mejorada del TM-GM simulación con <i>Easy power</i>	88
5.6.2	Propuesta de análisis económico para la nueva red de distribución eléctrica en el TM-GM.....	92
5.6.2.1	Análisis de demanda, oferta y de ventas.....	93
5.6.2.2	Análisis de demanda insatisfecha.....	94
5.6.2.3	Análisis de inversión.....	95
5.6.2.4	Análisis de ingresos.....	96
5.6.2.5	Análisis de crédito.....	97
5.6.2.6	Análisis amortización.....	98
5.6.2.7	Análisis de gastos.....	99
5.6.2.8	Análisis de pérdidas y ganancias.....	100
5.6.2.9	Evaluación financiera.....	101
5.6.2.10	Análisis de punto de equilibrio.....	102
5.6.2.11	Análisis del periodo de recuperación de capital.....	103
5.6.3	Adopción de un sistema de gestión eficiente de energía (SGEn) en el TM-GM.....	104

5.6.3.1	Generalidades.	104
5.6.3.2	Definición de un Sistema de Gestión de la Energía SGen.	105
5.6.3.3	Aplicación del SGen como gestión integral.	105
5.6.3.4	Metodología de implementación en la adopción del SGen del TM-GM.	106
5.7	Conclusiones de la propuesta.	133
5.8	Recomendaciones de la propuesta.	135
5.9	Conclusiones Generales.	140
5.10	Recomendaciones Generales.	141
	BIBLIOGRAFÍA	137
	ANEXOS	152
	Anexo 1	153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Equipos eléctricos en el TM-GM.....	34
Tabla 3.2 Variable independiente: Red e instalación eléctrica del TM-GM.....	38
Tabla 3.3 Variable Dependiente: Eficiencia del portador electricidad	37
Tabla. 3.4 Análisis consumo y costo año 2011.	39
Tabla. 3.5 Características del transformador de red pública.	40
Tabla. 3.6 Consumo de energía de la iluminación de la empresa TM-GM.	42
Tabla. 3.7 Consumo de energía de las computadoras en el TM-GM.	42
Tabla. 3.8 Consumo de energía de herramientas eléctricas manuales en el TM-GM.	43
Tabla. 3.9 Consumo de energía de otros equipos eléctricos de la empresa TM-GM	43
Tabla. 3.10 Pérdidas de energía.....	47
Tabla. 3.11 Características del analizador de red.	48
Tabla 4.1 Caracterización del personal en las actividades del TM-GM.	62
Tabla 4.2 Tipos de energía presentes en cada área del TM-GM.	62
Tabla 4.3 Levantamiento de carga en la empresa TM-GM.....	63
Tabla 4.4 Consumo energético por mes desde el año 2010 (Registro histórico) ..	70
Tabla 4.5 Distribución de la carga instalada en el TM-GM.....	71
Tabla 4.6 Valores de referencia de calidad de la energía.....	74
Tabla 4.7 Resumen de los datos de corriente.	75
Tabla 4.8 Resumen datos factor de potencia (PF medio).....	¡ERROR!
MARCADOR NO DEFINIDO.	
Tabla. 4.9 Resumen de los datos de potencia activa, reactiva y aparente.....	75
Tabla. 4.10 Resumen de datos de energía activa, reactiva y aparente totales.	75
Tabla. 4.11 Resumen de datos de flickers.....	76
Tabla 5.1 Resumen de consumidores en el TM-GM.	89
Tabla 5.2 Equipos de mayor potencia y consumo eléctrico	93
Tabla 5.3 Análisis de estimación de mercado	94
Tabla 5.4 Análisis de demanda, oferta y ventas	93
Tabla 5.5 A Demanda insatisfecha	94
Tabla 5.6 Análisis de inversión	95

Tabla 5.7 Análisis de ingresos.....	96
Tabla 5.8 Análisis de crédito	97
Tabla 5.9 Análisis de amortización.....	98
Tabla 5.10 Análisis de gastos	99
Tabla 5.11 Análisis pérdidas y ganancias	102
Tabla 5.12 Análisis de evaluación financiera.....	103
Tabla 5.13 Punto de equilibrio.	103
Tabla 5.14 Recuperación de capital.	103
Tabla 5.15 Matriz de desempeño energético TM-GM.....	103
Tabla 5.16 Línea base con indicadores de desempeño energético TM-GM.....	103
Tabla 5.17 Análisis de los datos energéticos del TM-GM.....	103
Tabla 5.18 Plan de acción en el TM-GM.....	103
Tabla 5.19 Perfiles en el TM-GM.....	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1 Procesos y beneficios de la eficiencia energética eléctrica.....	21
Ilustración 3.1. Localización geográfica del barrio los manolos, lugar del TM-GM.	32
Ilustración 3.2. Ubicación TM-GM Avs. Abdón Calderón y García Moreno, Conocoto.	32
Ilustración 3.3 Clasificación por grupo de equipos en la empresa TM-GM.	40
Ilustración 3.4 Transformador de servicio público cercano a la empresa TM-GM.	40
Ilustración 3.5 Distribución de áreas del TM-GM.....	44
Ilustración 3.6 Seguimiento de la corriente en el TM-GM.	49
Ilustración 3.7 Seguimiento del factor de potencia en el TM-GM.	50
Ilustración 3.8 Seguimiento potencia activa, reactiva y aparente total en el TM- GM.	52
Ilustración 3.9 Seguimiento energía activa, aparente y reactiva total en el TM- GM.	52
Ilustración 3.10 Seguimiento a los flickers en el TM-GM.....	53
Ilustración 3.11 Seguimiento a la distorsión armónica en el TM-GM.	54
Ilustración 3.12 Seguimiento a la tensión total en el TM-GM.	55
Ilustración 3.13 Diagrama unifilar de la red eléctrica bifásica 240 V/ CR 40 60 Hz.....	56
Ilustración. 3.14 Simulación de la red eléctrica TM-GM estado actual, primera parte.....	57
Ilustración. 3.15 Simulación de la red eléctrica TM-GM estado actual, segunda parte.....	58
Ilustración 3.16 Simulación del sistema eléctrico TM-GM anomalía en bus 4, tercera parte..	58
Ilustración 3.17 Reporte de simulación del sistema eléctrico en estado actual TM- GM, primera parte.....	59
Ilustración 3.18 Reporte de simulación del sistema eléctrico en estado actual TM- GM, segunda parte.....	59

Ilustración 4.1 E Diagrama de Pareto para las cargas en el TM-GM.	68
Ilustración 4.2 Estructuras metálicas que se fabrica en el TM-GM.	
Andamios metálicos livianos.....	68
Ilustración 4.3 Comportamiento consumos anuales a cinco años	71
Ilustración 4.4 Participación porcentual de carga instalada en el TM-GM.....	71
Ilustración 5.1 Diagrama unifilar actual	87
Ilustración 5.2 Diagrama unifilar proyectado.....	88
Ilustración 5.3 Distribución mejorada de energía TM-GM alimentación primaria 22 kV, primera parte..	89
Ilustración 5.4. Estabilización red distribución energía eléctrica TM-GM, segunda parte.....	89
Ilustración 5.5 Estabilización red distribución energía eléctrica TM-GM, tercera parte.....	90
Ilustración 5.6 Reporte de red estabilizada a plena carga y mínimo nivel de capacitores, primera parte..	91
Ilustración 5.7 Reporte de red estabilizada a plena carga y mínimo nivel de capacitores, segunda parte.....	91
Ilustración 5.8 SGEN en el ciclo de mejora continua.....	112
Ilustración 5.9 Organigrama del equipo de gestión de energía...	115
Ilustración 5.10 Política de la gestión de energía en el TM-GM.....	115

INTRODUCCIÓN

Si bien todos somos conscientes de lo que pagamos mensualmente por electricidad, en este caso, es necesario se conozca acerca de las condiciones con que llega la energía, a las máquinas que consumen energía eléctrica; teniendo en cuenta ponderados o consumo promedio mensual. Para tal efecto, hay empresas que diseñan y montan equipamientos industriales en refinerías, plantas químicas y petroquímicas, nucleares y termoeléctricas así como equipos *off-shore*; donde se abarca todo el proceso productivo, valorando tanto las líneas y equipos importantes de producción, como los equipos complementarios, para que se proyecten con criterios que van más allá de un simple ahorro, sino que tienen otras metas como la eficiencia.

Se puede mencionar que, tras mediciones y análisis de datos de un proceso productivo, se identifican importantes consumos asociados directa e indirectamente a procesos de soldadura (precalentamientos). A las que se suman importantes ineficiencias en las instalaciones secundarias de energía eléctrica.

Para enfrentar el problema mundial de la contaminación, no solo se debe enfocar la atención sobre el control al final de cualquier proceso productivo o de servicios, sino por el contrario, buscar la solución desde el origen, evitando tanto el desperdicio de insumos y energía, así como la generación de residuos. Los métodos de control en cualquier proceso de manufactura pueden dar buenos resultados a corto plazo, sin embargo, resultan generalmente costosos en comparación con los procedimientos de prevención.

Los beneficios económicos, técnicos y ambientales facilitan el cumplimiento de las normas ambientales internacionales, un grave problema mundial es el efecto invernadero, que es consecuencia de la combustión de las energías fósiles (carbón y petróleo). Despilfarrar energía aumenta el efecto invernadero. Apagar luces, desenchufar aparatos cuando no se usen y ahorrar agua en la duración de la ducha, el planeta y la humanidad nos agradecerán.

Adicionalmente, el uso racional de energía no significa reducir la producción o desmejorar las condiciones de vida, hasta ahora logradas; más bien el uso racional de energía, representa el aspecto de distribución óptima y uso de los recursos en toda la economía en general.

Por lo tanto, en el presente trabajo se realiza un estudio teórico y experimental, evaluando las pérdidas de energía en la red de suministro eléctrico, en el taller mecánico de Grupo Matrix (TM-GM) en la parroquia Conocoto; con el objeto de proponer un plan operativo de gestión eficiente de energía.

En cuanto a la estructura de la tesis, los capítulos, están conformados de la siguiente manera:

En el Capítulo I, se analiza el problema de investigación, se realiza la contextualización a niveles macro, meso y micro; se determina el objeto y campo de la investigación, la justificación y se enuncian los objetivos.

En el Capítulo II, se señala el marco teórico, antecedentes de la investigación, en el que se describen opiniones y explicaciones de la problemática planteada; así como también, la conceptualización y fundamentación teórica, con las orientaciones relacionadas con los índices de consumo de energía, de las herramientas utilizadas.

En el Capítulo III, se presenta la metodología para realizar la investigación: el enfoque metodológico, la modalidad, el tipo de investigación, el nivel las técnicas e instrumentos a utilizar. Además, se declara la población o universo y se determina la muestra para aplicar los instrumentos de recolección de información.

En el Capítulo IV, se presentan el análisis de resultados de los datos obtenidos por los instrumentos aplicados a través de tablas y gráficos estadísticos generados a partir de la información recolectada y tabulada.

Finalmente en el Capítulo V, se plantea la propuesta de un plan operativo de gestión eficiente de energía, cuya metodología utilizada, corresponde a la aplicación de varios pasos que son parte de una mejora continua, teniendo en

cuenta el compromiso con el sistema de gestión, una evaluación del desempeño energético, el establecimiento de objetivos y metas y la elaboración de planes de acción.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Introducción.

Al inicio de este documento, como en otros trabajos, donde se da a conocer ciertos aspectos que marcan el punto de partida, se pretende en esta indagación: formular el problema, proporcionar un objetivo de estudio, campo de acción, justificación, objetivos generales y específicos, un enfoque y la hipótesis de la investigación. Estas indicaciones al igual que las sugerencias y conclusiones respaldan la información del aporte.

En la actualidad el TM-GM; ubicada en la parroquia Conocoto del cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, brinda entre sus múltiples actividades, el servicio de mantenimiento y construcción de maquinaria liviana para la construcción. Debido a varias observaciones efectuadas en sus instalaciones, donde se destaca: Manipulación y operación de las máquinas-herramientas, presencia de deterioros en los accesorios y conductores eléctricos, con actividades eléctricas y mecánicas, que se realizan muchas veces en función de la experiencia, entre otros aspectos anómalos. Por tanto, en todo este proceso de fabricación de estructuras metálicas, en el TM-GM, se advierte un probable uso inadecuado de la energía eléctrica.

Otro aspecto relevante es la inexistencia de una cultura, en el control sistemático de las instalaciones y flujo eléctrico en el TM-GM. Para lo cual, la adopción de un sistema de gestión energética, favorecería la concientización de los actores de esta empresa; para que realicen sus actividades productivas, mediante uso apropiado de este portador energético.

1.2. Antecedentes de la Investigación.

En las épocas de desarrollo evolutivo de la humanidad, se utilizaron distintos tipos de energía; acorde a sus conocimientos y la disponibilidad de las fuentes energéticas. El hombre primitivo, para desarrollar sus labores, utilizaba su propia fuerza o la de varios individuos. Luego descubrió y generó el fuego, lo utilizó para obtener abrigo, también como arma de defensa, frente al ataque de animales salvajes. Mucho tiempo después, descubre el petróleo, la turbina hidráulica; que dan paso a las plantas hidroeléctricas como fuentes de energía, que se derivó en otras aplicaciones, con varias incidencias ambientales, económicas y por ende mayores problemas para lograr un desarrollo eléctricamente sostenible.

Desde hace más de dos décadas en nuestro país, determinadas dependencias del gobierno nacional, como otras organizaciones internacionales, como el caso de la Unión Europea pusieron en marcha, programas de ahorro energético, para definir y concientizar a la sociedad, sobre el consumo energético responsable; reduciendo el gasto de electricidad; ya que no es un recurso eterno. Por tanto, ciertas medidas de ahorro pueden ayudar, no sólo a las economías particulares, sino también, al mantenimiento y sostenibilidad del planeta.

En la actualidad, las empresas dentro de sus posibilidades económicas, tienden a incorporar en sus plantas de producción, herramientas eléctricas eficientes o de bajo consumo, disponibles en el ámbito comercial. Pero aun así, se da énfasis al consumo energético responsable; que es un aporte tanto a su propia sostenibilidad económica como también al medio ambiente.

Por estos aspectos energéticos y otros de carácter empresarial el TM-GM, también desea sumarse a este propósito de convertirse en un consumidor que ahorre energía eléctrica en sus instalaciones. Es importante señalar que existen pocos trabajos de investigación que están enfocados al sector industrial o artesanal y toman cartas en el asunto.

1.3. Formulación del Problema.

El desconocimiento del estado técnico de la red e instalación eléctrica, del taller mecánico de Grupo Matrix 2013, que impide la eficiencia del portador electricidad.

1.4. Objeto de estudio.

Comprende los circuitos de la red e instalación de energía eléctrica al interior de la empresa TM-GM.

1.5. Campo de acción.

El análisis estará dentro de la eficiencia del portador electricidad, que provee fluido a la red e instalación eléctrica de la empresa TM-GM.

1.6. Justificación de la Investigación.

Existe una cantidad significativa, de máquinas eléctricas manuales que operan en el taller mecánico de la empresa TM-GM, que utilizan la electricidad monofásica y doble monofásica ya que cuenta con dos contadores de energía uno de 120V y otro de 240 V, para operaciones diarias de mantenimiento, reparación, ensamblaje y elaboración de estructuras metálicas livianas y/o pequeñas. Acarreando consigo posibles problemas de sostenibilidad en el consumo racional de energía.

Se observa en la red eléctrica interna, daños y deterioros en los conectores y conductores, provocados por calentamientos y otros efectos de un posible mal suministro y/o distribución de energía, en el taller mecánico.

Es muy importante contar con una alternativa para alcanzar la calidad de la energía suministrada al TM-GM, ya que al igual que muchas otras economías artesanales, es una agrupación de bajos ingresos. Otra circunstancia es que la electricidad, es percibida como un bien público de bajo costo y fácilmente disponible, lo que hace prever, la dependencia de dichas economías por este recurso energético.

Con el presente proyecto, se pretende mejorar la imagen del TM-GM, como una industria responsable, disminuyendo las pérdidas energéticas y ayudar al medioambiente. Por ende mejorará también la autoestima de sus colaboradores, y contribuirá al desarrollo de la matriz productiva del país.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo General.

- Evaluar el estado técnico de la instalación de energía eléctrica en la empresa TM-GM, identificando sus falencias que impiden alcanzar la eficiencia del portador electricidad.

1.7.2. Objetivos Específicos:

- Analizar el estado técnico de la instalación eléctrica, mediante el uso de registradores conectados en los circuitos eléctricos en el TM-GM.
- Evaluar el estado técnico de la instalación de energía eléctrica mediante datos registrados en el TM-GM.
- Proporcionar una alternativa de funcionamiento adecuado de la instalación eléctrica en el TM-GM.
- Identificar el beneficio técnico-económico de una instalación eléctrica mejorada en el TM-GM.
- Proponer un programa de gestión eficiente de energía eléctrica en el TM-GM.

1.8. Enfoque de la investigación.

La investigación se orientará en base a los registros de consumo de energía eléctrica y observaciones in situ del estado de los circuitos internos; determinando los diferentes aspectos de deterioro, en la provisión de energía, para llegar a una solución económicamente sustentable; manteniendo, cambiando o mejorando los circuitos eléctricos existentes en la empresa.

1.9. Hipótesis.

Al conocer el estado técnico de la instalación eléctrica, del taller mecánico de Grupo Matrix 2013, se propiciará el uso eficiente del portador electricidad implementando medidas para reducir los consumos de energía eléctrica.

1.10. Tareas.

Las tareas principales son:

- Descripción de técnicas y procedimientos de diagnóstico energético efectuados a nivel nacional en empresas o instituciones afines.
- Definición de áreas, equipos y personal que interviene en el consumo de energía en el TM-GM.
- Caracterización energética de consumo de energía eléctrica en el TM-GM en los últimos años.
- Evaluación de la instalación eléctrica del TM-GM.
- Análisis técnico económico para alcanzar la eficiencia en la propuesta de gestión energía.
- Búsqueda de información referente a los procesos de gestión energética para talleres mecánicos.
- Conceptualización del sistema de gestión energética basado en la norma ISO 50001 para las industrias metal mecánicas y estableciendo sus beneficios.
- Análisis de medidas para lograr eficiencia energética, estableciendo ventajas de posibles soluciones.

1.11. Conclusiones.

- Se da un enfoque al problema, citando el escenario donde se desarrollan las actividades inherentes al consumo de energía eléctrica.
- Se efectúa una retrospectiva de la situación problemática como antesala de la investigación.
- La finalidad prioritaria es mejorar la imagen de la empresa mediante un consumo responsable de energía eléctrica. Para lo cual se desarrollarán varias actividades o tareas.
- Se desea evaluar la red de distribución de energía eléctrica, en las instalaciones del TM-GM.
- Se avizora la posibilidad de varios beneficios, por el hecho de incursionar en la gestión eficiente de energía.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción.

En este capítulo se analizan antecedentes, investigaciones y teorías necesarias para el encuadre del estudio, además de ciertas directrices para centrar el problema. Se da importancia a los conceptos, para contar con argumentos, que identifiquen las características fundamentales de la energía eléctrica, que es común en estos tipos de talleres mecánicos y que apoyen esta investigación.

2.2 Antecedentes y marco de referencia.

Un insumo muy importante para la producción constituye la energía eléctrica, es imprescindible en todas las operaciones tanto industriales como comerciales y domésticas; también es aquel recurso al que menos atención se le brinda. Es importante otorgarle un uso correcto en cualquier proceso. No hacerlo tiene repercusiones en la gran crisis energética mundial, ya que producir electricidad es muy costoso, para todos los países. Luego, el ahorro de energía eléctrica arranca desde la generación, presente en las centrales hidroeléctricas, que tienen una capacidad de producción reducida; el resto de la demanda en nuestro medio, en gran parte, se cubre, consumiendo grandes cantidades de combustibles fósiles, que son derivados del petróleo.

En este sentido Victoria M A, indica que:

“...según las estadísticas mundiales, en el 2006 quedan reservas de petróleo crudo sin extraer que oscilaban entre 0.990 billones y 1.1 billones (un billón se toma como un millón de millones) de barriles de crudo. Debido al elevado consumo mundial, que es más de 76 millones de

barriles diarios, las reservas se agotarán aproximadamente en el año 2043, esta fecha podría ser más cercana para los países en vías de desarrollo...” (Victoria M A. 2008, pág. 24)

Por tanto es muy necesario el uso eficiente de la energía eléctrica, para restringir al máximo posible el consumo de combustibles fósiles en su generación. La escasez de combustibles para generar electricidad, el alto costo para los sistemas productivos; se refleja en sus economías, por tanto, se debe tomar medidas de mayor impacto para vigilar el desperdicio o mala utilización de la energía, y dar instrucciones para su uso.

En la actualidad existen muchos casos en el mundo, como el de las grandes empresas de México que entre otras, están buscando la manera de reducir sus gastos por conceptos de energía, Cementos Mexicanos (CEMEX), es una de las empresas que tiene este objetivo, al hacer una inversión millonaria en una estación eólica en el Istmo de Tehuantepec, la cual proveerá una buena parte de la energía utilizada en una de sus plantas en Oaxaca. (Victoria M A. 2015, pág. 24)

En la parte administrativa del mismo país, la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), procesa Normas de eficiencia energética, aplicados a productos y sistemas; que por su consumo de energía y cantidad de unidades fabricadas y comercializadas, brinden un potencial de ahorro de energía. De igual manera, desea asegurar su cumplimiento mediante la implantación y seguimiento de la infraestructura, para la valoración de su aprobación. (Victoria M A. 2015, pág. 25)

En el país, se está incorporando la costumbre de facilitar información técnica para cualquier emprendimiento, esto también involucra a la energía y sus diferentes usos con rasgos de eficiencia, tanto en el sector público como en el privado. También se toma en cuenta otros criterios, donde se da importancia al diagnóstico energético como una oportunidad para el ahorro, el cual se orienta a sectores de alta demanda de energía. Esta preocupación es notoria en diferentes medios, ya que es apreciable el impacto del sector energético en los países y su desarrollo, que incide sobre el ámbito económico, social y ambiental.

Este apoyo que se deriva en muchas de las veces en auditorías, las mismas que conllevan otro propósito que posibilitan objetivos como el mejoramiento en diferentes áreas de la producción; toman en cuenta la experiencia de varios expertos en el área, que desarrollaron una metodología para el estudio energético, en diferentes empresas, para lo cual el diagnóstico energético tiene los siguientes escalones:

- Información básica con inventario de las instalaciones industriales.
- Balances de energía.
- Incidencia del consumo de energía de cada equipo o grupo en el consumo total, y el costo total.
- Índices de consumo de energía.
- Potenciales de ahorro de energía por equipos, áreas o centros de costos.
- Medidas apropiadas de ahorro de energía.
- Ahorros de energía en términos de costos.

La aplicación de este método, parte de lo general es decir, el total de cargas que contribuyen al consumo total de energía eléctrica y, va a lo particular, para llegar a las cargas específicas que consumen el mayor porcentaje de energía eléctrica, ya por su potencia o por horas de operación. (Victoria M A. 2015, pág. 26)

El diagnóstico energético se conceptualiza como la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con que es utilizada la energía y en un caso particular el:

“... diagnostico energético, toma como sujeto al edificio de seguridad pública del H. Ayuntamiento de Cajeme. Los pasos que se siguen para el diagnóstico, son:

- *Planeación de recursos y tiempos.*
- *Levantamiento de carga del edificio.*
- *Toma de decisiones.*
- *Análisis de la información obtenida...”*

A su vez se menciona que:

“...un diagnóstico energético, fue realizado en Ecuador, en el Hospital General de las Fuerzas Armadas No. 1.

Algunas de las recomendaciones que se hacen son:

- *Sustitución de luminarias por sistemas eficientes.*
- *Aprovechamiento de la luz natural.*
- *Utilización de sensores de movimiento.*
- *Uso de herramientas de ahorro energético en Sistemas de Cómputo.*
- *Recuperación de condensados.*
- *Reducción de fugas de vapor.*
- *Mejorar el aislamiento...”* (Victoria M A. 2015, págs. 27-28)

Importante es que algunas de las recomendaciones pueden no ser económicamente viables, para evaluarlas se usó el método Beneficio-Costo y la Tasa Interna de Retorno. (Victoria M A. 2015, pág. 28) sugiere ir más allá de la simple auditoría o diagnóstico energético, proponiendo pautas a seguir en la implementación de un sistema de gestión total eficiente de energía, que permita mediante la planeación y control estadístico, un buen aprovechamiento de los recursos energéticos, mejorando los índices de productividad, y por ende su competitividad. Recomendando evitar estos errores:

- Atacar los efectos y no la causa de los problemas.
- No atacar los puntos vitales.
- Creer en soluciones definitivas.

La eficiencia energética y el ahorro de energía podrían permitir, según estimaciones recientes, reducciones significativas entre el 10 y 20 % en corto y mediano plazo de energías primaria y final, particularmente en el sector residencial y comercial. En la actualidad los talleres mecánicos enfrentan retos y desafíos y uno de ellos es la sustentabilidad energética; muchos de ellos se han comprometido a laborar en armonía con el medio ambiente, estableciendo

políticas y planes energéticos que contribuyen a contrarrestar la crisis energética mundial.

A esta intensión se han unido diferentes organismos, como es el caso de las universidades nacionales, que incluyen procesos sustentables desde el inicio de este milenio, con asignaturas que incluyen procesos de sustentabilidad en sus estudios, con el afán de minimizar el impacto ambiental y reducir la dependencia de la energía no renovable.

En su mayoría estos trabajos no han abordado de manera integral los aspectos relacionados con el banco de problemas energético, los puntos claves, medidas técnico-organizativas decisivas para el perfeccionamiento de los sistemas energéticos, la determinación del diagrama causa y efecto de las insuficiencias de la gestión energética, entre otros elementos que deciden la efectividad en cuanto a la toma de decisiones.

Se puede advertir que se han realizado múltiples trabajos de diagnósticos energéticos, en diferentes empresas en el contexto nacional e internacional, trabajos de este tipo no han sido adaptados a las condiciones del entorno de una firma de construcción mantenimiento y reparación de estructuras metálicas livianas. En la actualidad se presentan determinadas dificultades en la planificación del portador electricidad por no contar con un modelo aproximado de la misma, por lo que la investigación, se acerca a la formalización de este comportamiento.

2.3 Fundamentación Teórica.

La energía eléctrica, que se conoce como toda forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía lumínica o luz, la energía mecánica y la energía térmica.

Esta energía puede ser obtenida a partir de generadores hidroeléctricos con base en caídas de agua, termoeléctricas debido a la combustión de hidrocarburos, gas licuado de petróleo, entre otras; con cierta salvedad ya que en la región insular se utiliza energía eólica para generar potencial eléctrico.

Se entiende por instalación eléctrica el conjunto de circuitos y aparatos destinados un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica. Se trata de una instalación de baja tensión, de acuerdo con los artículos 3 y 4 del reglamento electrotécnico para baja tensión en España; las instalaciones eléctricas de baja tensión son aquellas cuya tensión nominal es igual o inferior a 1.000 V para corriente alterna y 1.500 V en corriente continua. (Reglamento baja tensión. 2015, Art. 3 - 4, pág. 2)

2.3.1 Evaluación de redes e instalaciones de energía eléctrica.

Para realizar la evaluación de energía en la red e instalaciones de suministro eléctrico del TM-GM; se contarán con equipos de medición que permitan determinar las condiciones de estado iniciales de la red. Por otra parte también, se debe tomar en cuenta, que existe un medidor de energía eléctrica a la entrada del taller conocido como contador; este equipo mide la energía consumida por la empresa, a una tarifa establecida a razón de 5 ctvs el kWh, que a su vez posibilita la facturación de la energía consumida. Comercialmente se pueden encontrar varios tipos y modelos de contadores provistos de circuitos electrónicos.

2.3.1.1 Analizador de redes.

El analizador de redes eléctricas es el equipo ideal para realizar mediciones temporales de todas las variables y parámetros eléctricos que en adelante serán expuestos, con la ayuda de un programa computacional, este posee un sistema de adquisición de datos y memoria donde se almacena toda la información.

En el analizador de redes se analizan los armónicos, esto resulta de la adición de una o más ondas armónicas que se superponen a la onda fundamental o de 60 Hz. Esto significa que la forma de onda de la tensión (o corriente) sufre distorsiones y

no es una senoidal pura. El nivel de distorsión armónica se describe por el espectro total armónico mediante las magnitudes y el ángulo de fase de cada componente individual. La solución ante este problema consiste en mantener baja la impedancia eléctrica, preparar el circuito para que sea apto para asimilar el contenido de corrientes armónicas y balancear correctamente las cargas en los conductores (Rtr-Energía. 2015, pág. 48).

Las corrientes también son cubiertas por el analizador de redes, donde la corriente nominal I_n , corriente para la cual el medidor es diseñado y que sirve de referencia para la realización de ensayos y verificaciones. También se la conoce como corriente básica. Mientras que la corriente evaluada es la corriente máxima $I_{máx}$, que es la intensidad límite, es decir el máximo amperaje que puede ser conducido en régimen permanente por la corriente del medidor, sin que su error porcentual y temperatura admisible sean superados.

2.3.2 El factor de potencia.

Que es uno de los indicadores más importantes que muestra el analizador de redes, establece la relación entre la potencia activa y la potencia aparente. Se define también como el $\cos \phi$, donde ϕ es el ángulo de fase entre la corriente y el voltaje de la corriente alterna, en cargas resistivas la corriente y el voltaje cambian de polaridad, concordante al mismo instante ($\cos \phi = 1$) pero en cargas inductivas y capacitivas, por la capacidad del almacenamiento de energía, cambia de polaridad concordante en instantes diferentes $0 \leq \cos \phi \leq 1$. De esta manera resaltan dos clases de potencia, la potencia reactiva Q (kVAr), que se utiliza para crear campos magnéticos de los equipos y la potencia efectiva P activa (kW) que es la encargada de producir trabajo útil, seguidamente se expresa la potencia aparente como S (kVA). (Schneider-Eduscol. 2008, pág. 343)

Cuando las ondas generadas son sinusoidales el factor de potencia puede ser calculado mediante la siguiente fórmula.

$$fp = \cos \phi = \frac{P}{S} \quad Ec.1$$

Entendiendo que esta relación es el porcentaje de la potencia total que produce el trabajo útil. El bajo factor de potencia corresponde a cargas que requieren grandes cantidades de potencia reactiva, el principio para aumentarlo es compensar la necesidad energética en el mismo lugar que se halla la carga y así evitar conducir a una corriente adicional por la serie de conductores que llegan hasta los terminales.

2.3.3 La frecuencia.

Es otro parámetro que analiza el analizador de redes, que es el número de ciclos completos de una función periódica. La unidad de la frecuencia en el Sistema internacional de unidades, es el hertzio (Hz).

Otro parámetro en el analizador de redes es la perturbación rápida de voltaje *Flicker*, aquel fenómeno en el cual el voltaje cambia en una amplitud moderada, generalmente menos del 10% del voltaje nominal, pero que pueden repetirse varias veces por segundo. Este fenómeno conocido como efecto “*Flicker*” (parpadeo) causa una fluctuación en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano.

2.3.4 Las potencias.

También evaluadas por el analizador de redes, entre ellas, la potencia activa, efectiva o real es la que en el proceso de transformación de la energía Eléctrica se aprovecha como trabajo. La unidad es el vatio (W) y se le simboliza con P.

La potencia reactiva es la encargada de generar el campo magnético que requieren para su funcionamiento los equipos inductivos como los motores y transformadores. La unidad es el VAR y se le simboliza con Q.

La potencia aparente es la suma geométrica de las potencias efectiva y reactiva; (Schneider-Eduscol. 2008, pág. 344) es decir:

$S = \text{Potencia Aparente (kVA)}$

$P = \text{Potencia Activa (kW)}$

Q=Potencia Reactiva (kVAr)

$$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} \quad Ec.2$$

El voltaje armónico, que es un voltaje sinusoidal de frecuencia igual a un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de 60 Hz del voltaje de suministro.

Voltaje nominal V_n , que es el valor del voltaje utilizado para identificar el voltaje de referencia de una red eléctrica.

Voltaje de suministro V_s , que es el valor del voltaje del servicio que el distribuidor suministra en el punto de entrega al consumidor en un instante dado.

2.3.5 Los conductores eléctricos.

El análisis técnico de los conductores eléctricos, con un determinado material del conductor y su revestimiento hará que se contemplen las siguientes cuantificaciones.

- Resistencia.
- Caída de voltaje.
- Conductor técnica y económicamente recomendado.
- Curvas de selectividad del conductor.

Estos y otros parámetros, contempla el uso del simulador.

La demanda, la podemos considerar como la energía consumida por la planta en un periodo de tiempo, el cual varía de acuerdo a las características específicas de la planta; que también evalúa el analizador pero solo para la fabricación de un lote de andamios metálicos.

2.3.6 Plan de gestión eficiente de energía.

La Gestión energética en el TM-GM logrará obtener buenas prácticas de uso adecuado de la energía, priorizar oportunidades de mejora y conseguir que estos criterios de eficiencia estén presentes en todas las actividades que se realizan. Debido a esto se genera el interés del TM -GM para realizar un estudio energético de sus instalaciones y colaborar en el uso eficiente y aprovechamiento de la

energía eléctrica; se realizarán diagnósticos previos a programas de racionamiento de energía, con la consecuente disminución de consumo y demanda de energía, obteniendo así, un menor gasto por facturación.

2.3.6.1 Eficiencia energética.

La Eficiencia Energética, se la entiende como la proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía.

A nivel nacional hay diagnósticos energéticos en empresas de producción con sistemas de suministro eléctrico, caracterizados por la continuidad y la calidad de la energía eléctrica, que incorporan medidas que favorecen el ahorro, con elementos básicos de control de demanda, consumo de energía, mejora del factor de potencia y reducción de problemas vinculados a la calidad de la energía eléctrica. A la vez identifican las áreas de mayor consumo de portadores energéticos, de equipos que representan el mayor porcentaje del consumo estableciendo los puestos claves.

La predicción en los consumos de energía eléctrica de una instalación en particular, sus resultados pueden revelar la validez de estos métodos. Sin embargo, no existen soluciones únicas, dadas las condiciones particulares de explotación para cada empresa y su interacción con el entorno.

(Gutiérrez Moya E. 2004, pág. 805), Gutiérrez en su artículo de modelización de impacto de la temperatura en la demanda residencial de energía eléctrica.

El autor indica que:

“se ha evidenciado la relación existente entre la temperatura ambiental y la demanda residencial de electricidad mediante la prueba de causalidad de Granger”

Se analiza que la demanda no se debe, entre otras causas, a variables atmosféricas sino también a otros factores como el nivel de nubosidad y la velocidad del viento. (Gutiérrez Moya E. 2004, pág. 801),

Estos aspectos podrían ser una o varias de las características que se observan en la empresa objeto de estudio, donde la dinámica de operación y los elementos técnicos y organizativos del proceso, también difieren sustancialmente.

La eficiencia energética junto con el uso racional de la energía eléctrica, comprende criterios de sostenibilidad, como menciona la Agencia internacional de energía (AIE) en uno de sus artículos, donde advierte el cambio de las políticas energéticas de los países consumidores; pues de lo contrario sus necesidades energéticas crecerán al ritmo del 1,5 % entre 2007 y 2030, llegando a concretarse un 40 % en este intervalo:

“...entendiéndose por eficiencia energética y uso racional de la energía eléctrica, la obtención del máximo rendimiento de la energía consumida y de las instalaciones necesarias para su generación, transporte y utilización, garantizando un funcionamiento sin interferencias de todos los receptores conectados a la red de distribución...” (Marcombo. 2015, pág. 13).

Se sugiere no emplear la energía en actividades innecesarias, por el contrario hacer tareas con el mínimo consumo de energía. Las tecnologías, sistemas de vida y de trabajo que ahorran energía, son importantes para lograr un desarrollo sostenible, que no comprometa la disponibilidad de recursos para las futuras generaciones.

La eficiencia energética y el uso racional de los portadores energéticos presentan en estos momentos una necesidad de desarrollo sostenible, donde la industria, los servicios y el sector residencial realizan importantes esfuerzos. La calidad de la gestión energética depende de los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento energético. La adopción de una medida o una práctica es su impacto en el rendimiento energético. Resultados energéticos triviales indican presencia de puntos frágiles o escasos en la gestión energética; además la eficiencia energética, es la alternativa menos costosa y menos contaminante, fuente no agotable y aplica a todo tipo de empresa sea de producción o servicios.

La Ilustración 2.1, muestra los procesos y beneficios al adoptar un sistema de eficiencia energética en un sistema de producción o de servicios.

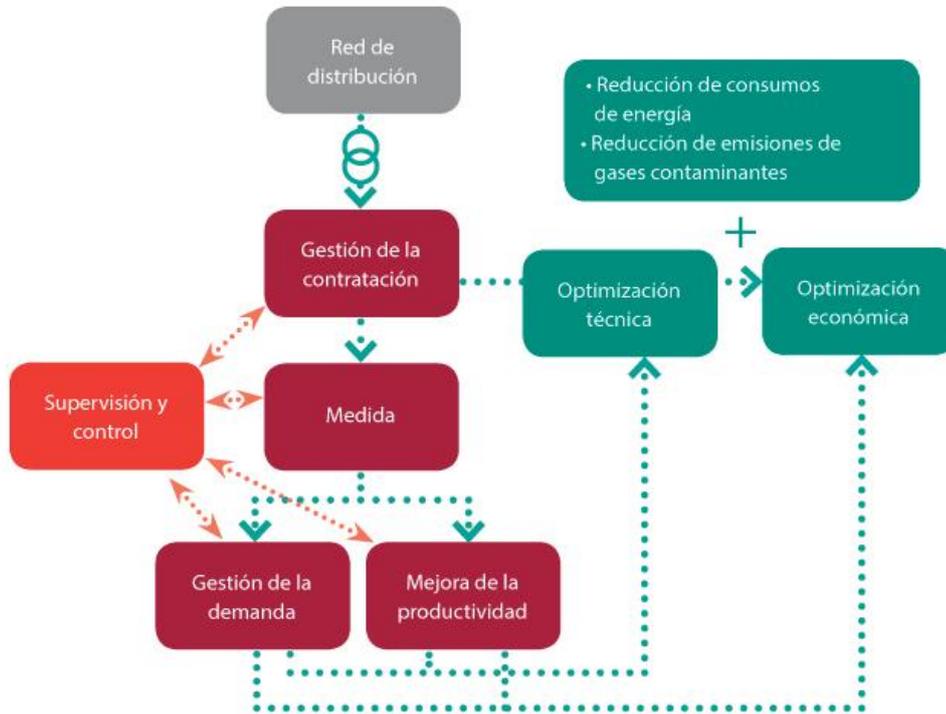


Ilustración 2.1 Procesos y beneficios de la Eficiencia Energética Eléctrica
 Fuente: <http://circutor.es>

La eficiencia energética eléctrica es importante, porque la reducción de la potencia aparente (kVA) y del consumo en (kWh) demandados en la red eléctrica favorece la sostenibilidad del sistema y del medio ambiente, mejora el rendimiento de las instalaciones (reduce la demanda de energía) y evita paradas de procesos y averías (control de fugas y eliminación de perturbaciones), reduce el costo de explotación de instalaciones y procesos.

La eficiencia energética en la actualidad, según (Balcells J. 2012) la Agencia internacional de la energía (AIE) advierte:

“cambios en las políticas energéticas en los países, de tal manera que estas necesidades no se incrementen a un ritmo de 1.5 % anualmente,

desde el 2007 al 2030. Sin embargo, el consumo energético crecerá un 40 %.” (pág. 13).

2.3.6.2 Diagnóstico Energético.

El diagnóstico energético, según (Hernández M. 2011, pág. 1), se define como:

“la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con que se produce, transporta y usa la energía”.

Constituye el estudio de las formas y fuentes de energía, con análisis de la instalación consumidora, cuyo objetivo es implementar y controlar el ahorro de energía, determinando dónde y cómo es utilizada; especificando la cantidad del desperdicio.

Para llevar a cabo con éxito el diagnóstico, se debe tomar en cuenta las siguientes acciones:

- Recopilar información *in situ*,
- Realizar mediciones puntuales,
- Análisis de datos para determinar los potenciales de ahorro y dar seguimiento a cualquier programa, mediante la aplicación de listas de verificación.

Dentro de la selección del diagnóstico energético, existen diferentes tipos de diagnósticos energéticos que son clasificados de acuerdo a grados y dependen de los objetivos que se pretenden alcanzar a través del diagnóstico.

Hernández M y García Labrador, en su artículo: Diagnóstico energético, menciona que existe:

“el diagnóstico de tercer grado, dentro de este grupo consiste en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación, mediante el uso de equipos especializados de medición y control”. (Hernández M y García Labrador. 2011, pág. 3)

No se pretende determinar solamente el uso eficiente de la energía, sino también su disponibilidad. En este diagnóstico es común el uso de herramientas de simulación de procesos, con la finalidad de estudiar diferentes esquemas de interrelación de equipos y procesos.

Se desarrolla además el balance másico, térmico y económico de los equipos del sistema, en condiciones reales de operación, se determinan las pérdidas de calidad y cantidad de la energía y sus causas.

2.3.6.3 Las ISO 50001 en la gestión energética.

La norma ISO 50001 de gestión energética es una norma internacional voluntaria desarrollada por la ISO, la Organización Internacional de Normalización. Esta norma se puede aplicar a cualquier organización, independientemente de su tamaño y sector, y facilita unas directrices para establecer, gestionar y mejorar el consumo y la eficiencia energética. La ISO 50001 es compatible con cualquier sistema de gestión reconocido, como la ISO 14001 y la ISO 9001. tiene por objeto, ayudar a las organizaciones en la mejora de la eficiencia energética, el uso y consumo de energía, crear la transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos, promover las prácticas óptimas de gestión de energía, ayudar a las instituciones para evaluar y dar prioridad a la aplicación de las nuevas tecnologías de eficiencia energética, proporcionar un marco para promover la eficiencia energética en toda la cadena de suministro y facilitar la mejora de gestión de energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. (ISO 50001. www.iso.org, 2013, pág. 1)

Los miembros proponen las nuevas normas, participan en su desarrollo y ofrecen el apoyo, conjuntamente con la Secretaría General de la ISO para la elaboración de las normas y estándares de aplicación voluntaria. Las normas pueden utilizarse, como base técnica para el comercio en los productos y servicios, son ampliamente utilizadas por las empresas en los ambientes de producción, de productos, de servicios y de procesos. Para el planeta entero, ISO 50001 será una herramienta imprescindible para reducir el consumo de energía y las emisiones. (Ambiente. 2014, pág. 38)

Las normas internacionales, son lineamientos y estándares de aplicación voluntaria creados por la Organización Internacional para la Estandarización, *ISO* por sus siglas en inglés (*International Organization for Standardization*), con sede en Suiza, esta organización es una confederación mundial que agrupa a representantes de cada uno de los organismos nacionales de estandarización; en Ecuador el INEN, que desarrolla estándares internacionales que facilitan el comercio internacional. (Wikipedia. ISO. 2015, pág. 1)

Mundialmente, las organizaciones han hecho evidente su preocupación, en satisfacer las necesidades de sus clientes, en cuanto a requerimientos de calidad, seguridad y compromisos, para el desarrollo de sus actividades con protección al ambiente. Anteriormente las organizaciones no contaban con literatura, ni lineamientos sobre calidad, con estrategias para alcanzar y mantener la calidad de sus productos y servicios.

La certificación ISO 50001 muestra a clientes, empleados y grupos de interés que la eficiencia energética es importante para un negocio, y demuestra su gestión sistemática. Un fuerte compromiso con la eficiencia energética beneficiará al medioambiente y a la empresa.

La implementación de un plan de gestión energética ayudará a la empresa a:

- Mayor eficiencia energética y reducción de consumo de energía y de emisiones de efecto invernadero.
- Reducir el impacto ambiental sin afectar al negocio y aumentar la rentabilidad.
- Desarrollar pautas para registros de consumo y el ahorro energético, en uso interno y externo.
- Gestionar de forma activa el consumo energético y los costes, mediante la medición, documentación, informes y evaluación comparativa.
- Aumentar la reputación entre clientes, autoridades y socios.

2.3.6.4 Norma de calidad de la energía IEEE-519.

El IEEE utiliza el concepto de calidad de potencia de una manera general; mientras que la norma de calidad de energía IEEE-519, constituye una práctica apropiada cuando de corrección del factor de potencia se trata, como también en la delimitación del impacto armónico. Al mejorar el factor de potencia de una instalación se requiere una batería de condensadores que actúa como fuente de energía reactiva; proporcionando una compensación de energía reactiva. En la guía de diseño de instalaciones eléctricas (Norma IEEE-519. 1992, pág. 10).

Esta norma a su vez, indica valores límites de distorsión de tensión, como también los límites de distorsión de corriente en el punto de unión. Estos índices se suponen reales no necesariamente prácticos; estos índices de calidad son simples y deben tomarse en cuenta como parámetros relevantes.

Un aspecto no menos importante, son los límites de distorsión de corriente normalizados con relación a la corriente de demanda máxima. De esta manera la distorsión de corriente, puede ser mayor a la corriente de carga pero inferior a la corriente de demanda máxima.

Adicionalmente el control de la corriente de carga puede ser responsabilidad del consumidor o del comprador, y el cumplimiento de esta norma del usuario. De otro lado la compañía de suministro de energía, ha de mantener la onda de voltaje. Otra situación no menos ajena puede ser aquella que se presenta como problema de distorsión armónica ambiental en el sistema de potencia, ocasionada por una alguna carga distante o condiciones no planeadas. La planeación de la calidad de la energía demanda tiempo importante durante el diseño, construcción, modificaciones y reajustes que no deben ser costosos.

2.4 Marco legal vigente.

Tomando en cuenta el marco legal vigente, en la constitución del Ecuador, se han dado varios cambios significativos a nivel legislativo y regulatorio, como fue en el

año 2008, la aprobación de la nueva Constitución, que posee varios artículos que beneficia a la investigación, entre los más destacados tenemos:

“Art. 15. El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto ambiental.”(Constitución del Ecuador. 2008, págs. 25-26)

“Art. 313. El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas.” (Constitución del Ecuador. 2008, pág.149)

“Art. 314 El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias y los que determine la ley.” (Constitución del Ecuador. 2008, pág.149)

“Art. 413 El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.” (Constitución del Ecuador, 2008, pág.149)

Las entidades y organismos de la Administración Pública Central deben implementar tecnologías de eficiencia energética, así como programas de capacitación sobre uso racional de la energía dirigidos a todos sus funcionarios.

Esta es una disposición dada por Gobierno Nacional MEER (2008) mediante el Decreto Ejecutivo No.1681.

El Decreto señala que:

“todas las instituciones gubernamentales deben conformar un Comité de Eficiencia Energética que asumirá la labor de implementar medidas, de ahorro energético, en coordinación con la Dirección de Eficiencia Energética del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.”

Igualmente en el año 2007, se realizaron estudios de diagnósticos energéticos en los edificios públicos de la ciudad de Quito a fin de determinar los usos de la energía principalmente eléctrica, identificar los centros de costos, crear una cultura de ahorro y uso eficiente de la energía. Como consecuencia del estudio, se elaboró una propuesta de contenidos y prácticas replicables a nivel nacional.

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER, 2011, pág.1) registró, trabajó y participó con diversas instituciones como el INEN y COMEX para promover el uso de equipos eficientes.

Obtuvieron las normativas obligatorias siguientes:

- Reglamento RTE INEN 036 “Eficiencia energética”. Lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado que además regula las importaciones de tal forma que solo se permite la comercialización de lámparas fluorescentes compactas (focos ahorradores) etiquetados con los rangos de desempeño energético A y B.

También normas técnicas ecuatorianas voluntarias de eficiencia energética tales como:

- NTE INEN 2498 “Eficiencia Energética en motores eléctrico estacionarios”
- NTE INEN 2506 “Eficiencia Energética en Edificaciones”

Junto con el COMEXI se gestionó las siguientes resoluciones:

- Resolución COMEXI 505: Se emitió dictamen favorable para el diferimiento arancelario (0% *advalorem*) de lámparas compactas fluorescentes compactas (focos ahorradores) de rango A (alta eficiencia) así como para tubos fluorescentes T5 y T8 de mayor eficiencia.

En el marco del proyecto Eficiencia Energética en la Industria ejecutado por el MEER con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a través de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), se adoptó la norma ISO 50001, como NTE INEN ISO 50001 Sistemas de Gestión de Energía. Requisitos con orientación para su uso.

2.5 Conclusiones.

- La fundamentación teórica apoya este análisis, identificando además equipos de medición, contadores de energía y herramientas eléctricas manuales.
- Se observó las ventajas del método de medición automático que garantice los resultados en las mediciones.
- Se señalan aspectos importantes como la penalización por bajo factor de potencia, condiciones de los conductores, como también algunas características relevantes de la eficiencia energética y uso racional de la energía, útiles para nuestro análisis.
- Se realiza una descripción del tipo de diagnóstico adecuado a nuestra necesidad.
- Existen parámetros fundamentales que están presentes en casi todo tipo de diagnóstico de energía eléctrica tales como: Frecuencia, factor de potencia, *flickers*, armónicos, entre otros y que también estarán presentes en nuestro análisis.

Como todo trabajo de investigación, este también continuará desarrollándose manteniendo estrecha relación con otros análisis del mismo género.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Introducción.

En este apartado se describen las características de la investigación. También se dan las definiciones necesarias para comprender este proceso. Aquí se describirá la metodología, las unidades de información y procedimiento para la recogida de datos y su posterior análisis.

El objetivo de optar por un método adecuado y apropiado, servirá para desarrollar la investigación, como también descubrir detalles del uso de los recursos eléctricos en el TM-GM.

3.2. Diseño de la investigación.

Para alcanzar los objetivos generales y específicos propuestos en la presente investigación se ha efectuado una amplia consulta bibliográfica, analizando trabajos precedentes, realizados en varias organizaciones e instituciones de servicio dentro y fuera del país; también se consultó acerca de la estructura y requerimientos de la norma ISO 50001. Se realizó un diagnóstico energético del en la empresa TM-GM, con apoyo de observaciones y mediciones, estudio de facturaciones para obtener información relacionada con el uso de la energía eléctrica y lograr la caracterización del objeto de estudio y, finalmente hacer una propuesta de solución a la problemática planteada.

La investigación se enmarca dentro del tipo analítica, ya que se lleva a cabo la descomposición de la estructura que comprende al TM-GM. La investigación ayudará a descubrir detalles del uso de los recursos eléctricos en el TM-GM, es importante para un análisis de los consumos de energía.

3.2.1. Modalidad de la investigación.

Esta investigación, permite hacer un análisis del consumo de energía, del herramental eléctrico manual, y demás cargas que posee el TM-GM; descubriendo e identificando la situación problemática con sus posibles causas y efectos, y de esta manera plantear una propuesta de solución. La investigación hace uso de una descripción de los hechos y se plantea una solución con una experimentación de posibles soluciones que se aplicarán al TM-GM.

A. Criterio de selección del experto en manejo de herramientas eléctricas manuales:

- Docente universitario por un periodo de 5 años, conocedor de los procesos que tiene la TM-GM.
- Experiencia en cátedras de Diseño de Elementos de Máquinas, Ciencia de los Materiales, Dibujo Mecánico, Dibujo Asistido por Computador, Sistemas CAD, Protección Ambiental y Sostenibilidad, Refrigeración y Aire Acondicionado, Transferencia de calor y Lubricación y combustibles.
- Planificador de procesos de reparación y mantenimiento de máquinas.
- Diseñador de estructuras metálicas.

B. Criterio de selección del operador representativo:

- Operador de mayor experiencia de la empresa y oriundo de la parroquia Conocoto.
- Se desempeña como jefe o auxiliar de operaciones.

3.2.2. Tipo de Investigación.

Se utilizó la investigación exploratoria, ya que consiste en el primer acercamiento científico al problema, ya que se realizó una recolección de información de los niveles de consumo de energía y las pérdidas de las mismas.

Descriptiva ya que permite identificar las características de las condiciones de la instalación de suministro en función de cada uno de los componentes de la red e

instalación eléctrica; se establecieron parámetros de análisis, cálculos, y mediciones realizadas en el TM-GM.

La metodología deductiva para el análisis de la instalación eléctrica en el TM-GM es la siguiente:

Se efectúa en principio una observación para determinar cuál es el estado de los diferentes componentes de la red e instalación eléctrica, en la empresa.

Luego se obtiene información relativa a los consumos en los últimos años para establecer las posibles pérdidas.

Posteriormente se analiza la posibilidad de instalar un analizador de redes para evaluar los diferentes parámetros que debe poseer una red e instalación para suministro eléctrico, estos datos servirán para un análisis posterior.

Mediante un diagrama unifilar se procede a una simulación en estado actual. Esto permitirá establecer resultados preliminares sobre el estado real de las instalaciones y red eléctricas en la empresa.

Finalmente se dará una solución al problema planteando, mediante cálculos y el apoyo de un simulador, para obtener una instalación mejorada, donde las anomalías ya no estén presentes; tomando en cuenta los recursos de la organización, se la convertirá en una instalación eléctrica eficiente.

3.3. Mapa de ubicación de la empresa.

El TM-GM se encuentra ubicado en la parte sur de la parroquia Conocoto, provincia de Pichincha, en el barrio los Manolos, Avenida. Abdón Calderón L 26 y Pasaje A, diagonal al club del Banco Pichincha; como está descrito en la ilustración 3.2

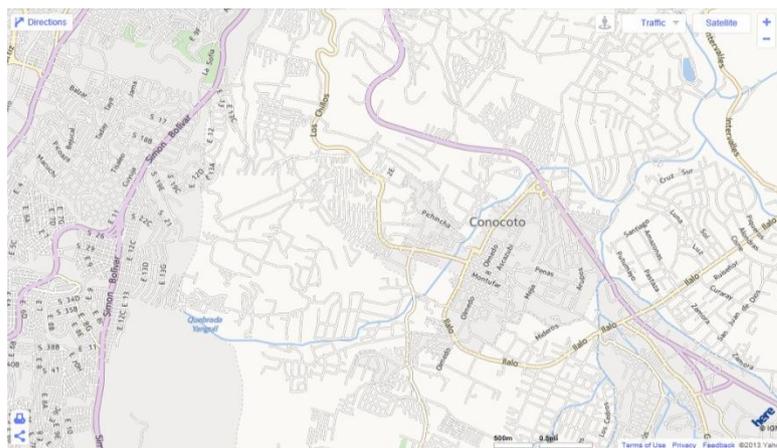


Ilustración 3.1. Localización geográfica del barrio Los Manolos, lugar del TM-GM.

Fuente: <http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html>

3.3.1. Delimitación de la zona de estudio.

En esta figura podemos observar, el lugar planimétrico, donde se ubica la empresa TM-GM. Se muestra en la ilustración 3.3.

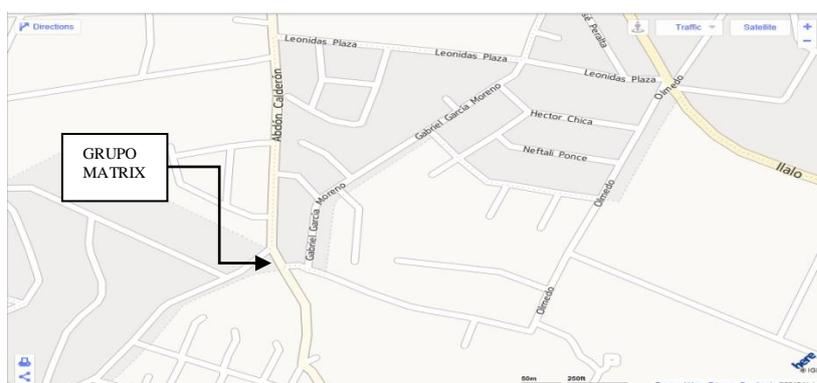


Ilustración 3.2. Ubicación TM-GM Avs. Abdón Calderón y García Moreno, Conocoto.

Fuente: <http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html>

3.4. Situación actual de la energía eléctrica en la empresa TM-GM.

En la empresa TM-GM existe actualmente un suministro de energía eléctrica, que mediante circuitos con cableado doméstico e improvisado, suministra fluido eléctrico a varios artefactos y equipos: taladro manual, amoladora pequeña, cortadora de disco abrasivo, compresor mediano de aire comprimido, computadoras, lámparas de balastro magnético con tubos de gas de neón,

soldadora pequeña, taladro de banco con cambio de tres velocidades por banda-polea, entre otros.

Utilizando la técnica de la observación, se puede notar que el personal con el que cuenta el TM-GM, son cuatro colaboradores, una asistente de oficina y el gerente administrativo que con cierta frecuencia requiere del apoyo de asistentes en el área técnica, contable y de ventas.

En el caso de los colaboradores, ellos realizan varias actividades a saber: entrega y recepción de equipos, manejo, reparación y ensamblaje de máquinas, elaboración de pequeñas estructuras metálicas. Dentro de los cuales lidera el colaborador de mayor experiencia y edad.

Un aspecto relevante es el desempeño del gerente administrativo; es una persona conocedora de todos los procesos, se apersona cuando se presenta cualquier emergencia. Manifiesta: verse obligado a reducir costos, debido a que el TM-GM, se encuentra en una zona comercial muy competitiva, ya que cualquier taller ofrece los mismos servicios. Adicionalmente se presume que la energía eléctrica no se la consume adecuadamente.

Otra circunstancia adversa importante, es el bajo presupuesto con que cuenta la empresa, el cual según el gerente impide: tomar decisiones oportunas, incorporar personal altamente calificado y equipar la empresa con herramienta con tecnología de punta.

3.4.1. Unidad de Estudio.

La unidad de estudio se determinó en función de las máquinas eléctricas que estuvieron conectadas al momento del diagnóstico energético en el TM-GM.

Estas máquinas eléctricas cumplen con operaciones dentro del proceso de fabricación, tales como los taladros, que esencialmente perforan superficies metálicas, la amoladora realiza operaciones de desbaste, pulido y limpieza de chapas, la soldadora generalmente une piezas con material de aporte generado por un arco voltaico, la trozadora o cortadora de disco abrasivo, separa o corta piezas,

chapas y tubos; el compresor almacena aire comprimido que se utiliza para la limpieza y pintado de piezas, mientras que las computadoras son máquinas electrónicas capaces de almacenar información y la tratan automáticamente mediante operaciones matemáticas y lógicas controladas por programas informáticos, a diferencia de otras máquinas, como las lámparas y cocineta, poseen filamentos o resistencias que generan luz o calor respectivamente.

Las mismas que se mencionan en la siguiente tabla 3.1:

Tabla 3.1 Equipos eléctricos en el TM-GM.

Máquinas/Equipos	Cantidad	Potencia nominal (watts)
Soldadora	1	6600
Compresor	1	1500
Taladro de banco	1	1100
Taladro de pequeño	1	780
Sistema de visión	1	90
Amoladora pequeña	1	1200
Cortadora de disco abrasivo (Trozadora)	1	2000
Cocineta s/n	1	1500
Computadora	4	400
Iluminación lámparas 2T40	6	480
Iluminación focos ahorradores	6	120
Total		15770

Es importante señalar que se procedió a realizar la toma de medidas de forma automática, mediante el empleo de un registrador automático denominado analizador de redes eléctricas o *Fluke*, este equipo de laboratorio, realiza mediciones cada cinco minutos y trabaja bajo norma internacional; este equipo de medición debía permanecer conectado para cada mes a la instalación eléctrica de baja tensión, según lo dictamina el Conelec, a través de la norma internacional IEEE–Standard-519-1992; sin embargo en este caso para un mes, el registro o toma de mediciones en un punto a intervalos cortos entre 5 y 10 minutos, durante siete días continuos es satisfactorio; como se observará más adelante en los respectivos reportes. (Conelec. *Calidad de servicio*, 2015, Inciso 4, pág. 5)

3.4.2. Elemento de análisis.

A la instalación eléctrica existente en el TM-GM, están conectadas un número significativo de máquinas eléctricas manuales o portátiles. Las mismas que participaron en la fabricación de módulos de estructuras metálicas livianas o andamios, muy utilizados en obras civiles.

Es importante mencionar, que dentro de las características actuales de funcionamiento del sistema eléctrico en el TM-GM, se observa una distribución muy sencilla, que inicialmente se estima tubo otro destino, sin embargo su adaptación ha permitido a esta empresa, utilizarla en diferentes propósitos.

De tal manera, que se analiza esta instalación eléctrica de 240 V bifásico, que permite el suministro de electricidad con tensión de 120V por fase, a las máquinas eléctricas manuales; para que estas cumplan con el proceso de fabricación de andamios metálicos livianos. Así como también, los equipos y accesorios presentes en los espacios de oficina del TM-GM, los cuales también estuvieron funcionando, durante las mediciones del analizador de redes eléctricas (*Fluke*). Los detalles de los reportes de datos se muestran más adelante, desde el apartado 3.17.2.

3.4.3. Métodos y técnicas empleadas.

Se aplica el método empírico, a través del cual se obtuvo los datos de la realidad respecto a la red de suministro investigada, tomando en consideración las técnicas tales como la observación documentada, por medio de fotografías, fichas de observación y análisis de las condiciones de la instalación suministro eléctrico.

3.4.3.1 Observación.

Para la presente investigación se utilizó la observación como una técnica necesaria, ya que al llenar varias fichas, se determinó el estado de los equipos eléctricos que se encuentran en la red de suministro, el mantenimiento que se los hace, las condiciones de iluminación, el equipo informático y la existencia de un sistema de gestión; relacionándolos directamente con la potencia del consumidor,

el tiempo promedio de funcionamiento del equipo, las potencias para el consumo, tanto al mes como al año.

3.4.3.2 Cálculo.

Para determinar las pérdidas de energía se hizo necesario realizar un análisis matemático, del consumo de energía en función de la potencia de cada uno de los equipos conectados a la red de suministro eléctrico del TM-GM.

3.4.3.3 Análisis.

Se realizó un análisis de las condiciones de la calidad de las instalaciones eléctricas, sección y estado de elementos del sistema eléctrico. Como fuente de información primaria son los datos obtenidos del analizador de redes de carga *OEMC 835 Power Pad*, que permitió establecer y determinar las características de la energía que llega al TM-GM; así como los parámetros eléctricos que determinan la calidad de la energía, basados en las regulaciones emitidas por el CONELEC tomadas en cuenta en diferentes documentos; Como fuentes secundarias: para la obtención de la información se acudió a libros, revistas, como también artículos publicados en Internet a manera de documentos escritos.

3.4.3.4 Simulación.

Para determinar el estado de funcionamiento de la red de suministro eléctrico, en las instalaciones del TM-GM, se utiliza un *software* que permita determinar las condiciones de funcionamiento de la instalación eléctrica en el taller mecánico de la mencionada empresa.

3.4.4. Procesamiento y análisis.

Con la finalidad de lograr los objetivos planteados en la investigación, se utilizarán las siguientes herramientas:

Gráficos de cargas. Son aquellos gráficos que permiten la representación del consumo de las cargas en el tiempo. Pueden ser: individuales o en grupo, continuos o escalonados, diarios.

Estudio de cargas. Un estudio de cargas es la determinación del voltaje, intensidad, factor de potencia, potencia activa y potencia reactiva en la red eléctrica, en condiciones normales de funcionamiento. Los estudios de carga son fundamentales en la programación del futuro desarrollo del sistema, puesto que su funcionamiento satisfactorio depende del conocimiento de los efectos de la interconexión con otras redes, y de nuevas líneas de transporte, antes de que se instalen.

3.5. Operacionalización de variables.

Tabla 3.2 Variable independiente: Red e instalación eléctrica del TM-GM.

RED E INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
<p>La red eléctrica es aquella interconectada que tiene el propósito de suministrar electricidad desde los proveedores hasta los consumidores.</p> <p>Una instalación eléctrica es el conjunto de circuitos eléctricos que, colocados en un lugar específico, tienen como objetivo un uso específico. Incluye los equipos necesarios para asegurar su correcto funcionamiento y la conexión con los aparatos eléctricos correspondientes.</p>	Perdidas de energía	Energía consumida	kWh	Calculo	Formulas
	Equipos obsoletos	Costo	\$	Observación	Ficha de observación
	Red de energía eléctrica.	Parámetros de energía	kW, V, A, Hz, f_i	Observación	Analizador de redes
	Mantenimiento	Vida útil	Años	Observación	Ficha de observación
	Iluminación	Consumo promedio en: oficina, dormitorio, baño, bodega guardiana, exhibición externa.	kW/h	Observación	Ficha de observación.
	Computadoras	Consumo promedio en la oficina.	kW/h	Observación	Ficha de observación
	Herramientas manuales eléctricas	Consumo promedio en herramientas eléctricas.	kW/h	Observación	Ficha de observación
Calidad de las Instalaciones Electricas	Sección y estado de elementos del sistema eléctrico	Buenos y malos	Análisis	Evidencia fotográfica	

Tabla 3.3 Variable Dependiente: Eficiencia del portador electricidad.

EFICIENCIA DEL PORTADOR ELECTRICIDAD					
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Concreta las decisiones estratégicas en planes operativos para el área eléctrica.	Simulación red eléctrica mejorada	Factor de potencia del analizador	Valor del ángulo <i>fi</i> . Factor de potencia	Simulación	Software
	Análisis financiero para el mejoramiento de la red interna	TIR VAN PE	Valores positivos	Simulación	Software
	Sistema de gestión de energías	Ciclo <i>Deming</i> PHVA del SGen	8 Etapas del sistema de gestión	Observación	Lista de chequeo

3.6. Instrumentos de la Investigación.

La recolección de la información será por observación y trabajos de campo, en lo posterior se realiza cálculos para analizar el consumo energético del herramental eléctrico; de esa manera obtendrá el consumo eléctrico total, para un adecuado diagnóstico del uso de la energía eléctrica en el taller mecánico de la empresa.

Para evaluar la energía consumida del TM-GM, se utilizará las planillas de consumo emitidas por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ S.A.), además se arrendó el servicio de un analizador de carga eléctrica, de la Marca AEMC *Power Pad*, modelo 8335. El mismo que permaneció conectado durante siete días consecutivos; quedando registradas las características de la energía suministrada y consumida.

3.7. Comportamiento del consumo del 2011.

Se realizó un análisis del consumo y los costos de energía eléctrica para el año 2011, donde se observa cierta regularidad en su comportamiento, de acuerdo a la siguiente tabla 3.4.

Tabla. 3.4 Análisis consumo y costo año 2011.

Meses	Consumo kWh	Costo USD
1	230	34,735
2	200	34,307
3	231	27,572
4	531	36,223
5	143	37,478
6	202	39,905
7	262	36,340
8	262	17,234
9	192	15,892
10	249	37,333
11	296	35,328
12	344	37,509

3.8. Carga instalada.

Por carga instalada se entiende, la potencia nominal requerida por el equipo eléctrico para su funcionamiento normal a temperatura adecuada entre 18°C a 50°C; la carga instalada representa un parámetro importante para ahorrar energía, en un diagnóstico de potencia de maquinaria, además por pérdidas todos los equipos absorben cierta potencia, dicha carga instalada se expresa en Vatios (W) o en Voltio Amperes (VA).

3.8.1. Desglose de la carga por grupo y equipos.

Se escoge y ordena las diferentes clases de herramientas eléctricas manuales y artefactos que se encuentra en el TM-GM; de acuerdo al servicio o uso final.

No se han tomado en cuenta las herramientas eléctricas que se utilizan en forma externa, esto es aquellas que han sido destinadas para el servicio de alquiler, puesto que éstas solo demandan energía únicamente al momento de realizar pruebas de funcionamiento adecuados, y que serán utilizados a plena carga pero en instalaciones fuera del taller mecánico. El desglose se observa en la siguiente ilustración.

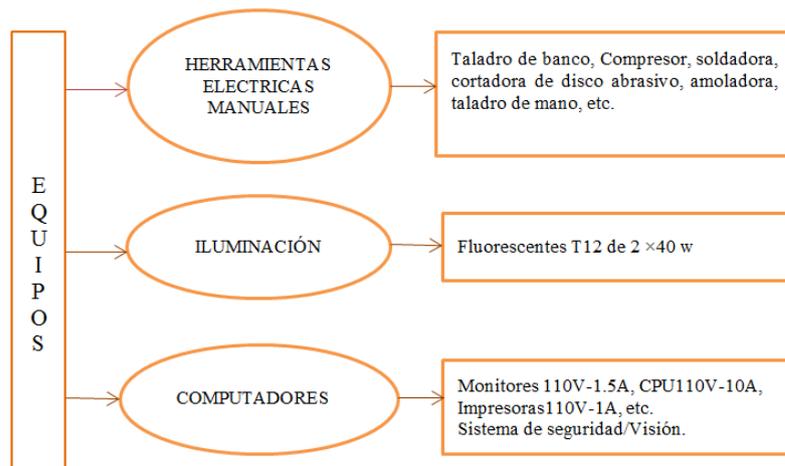


Ilustración 3.3 Clasificación por grupos de equipos en el TM-GM.

A. Transformador de distribución del TM-GM.

El transformador se encuentra en la parte exterior del taller mecánico y es de servicio público, alojado en un poste de alumbrado. Características del transformador se muestra en la tabla 3.5.

Tabla. 3.5 Características del transformador de red pública.

TRANSFORMADOR DODLE MONOFÁSICO SUMERGIDO EN ACEITE		
1	Marca	Ecuatrans
2	Capacidad	25 kVA
3	Monofásico	Doble
4	Voltaje nominal primario	22,8 kV Y/13,2 kV
5	Voltaje nominal secundario	121V/240V
6	Grupo de conexión	DY-5
7	Frecuencia	60 Hz



Ilustración 3.4 Transformador de servicio público cercano a la empresa TM-GM.

B. Máquinas eléctricas en el taller mecánico de Grupo Matrix.

Las máquinas eléctricas manuales del taller mecánico de la TM-GM, en su mayoría son de pequeñas potencias a excepción de la soldadora, el compresor de aire y el taladro de banco, que sumados se considerarían consumidores de mediana potencia, estos funcionan sin ninguna programación de operaciones, las mismas que no exceden las 8 horas diarias.

3.9. Consumo de energía de la iluminación de la empresa TM-GM.

Luego de haber realizado la ficha de observación en lo referente a la iluminación de la empresa TM-GM, se ha podido determinar que en el nivel de consumo alcanza los 37,4 kWh/mes, esto se puede observar en la tabla 3.6.

Tabla. 3.6 Consumo de energía de la iluminación de la empresa TM-GM.

ILUMINACIÓN								
SECCIÓN	CONSUMIDORES	CONSUMIDORES	POTENCIA DEL CONSUMIDOR	TIEMPO PROMEDIO DIARIO DEL EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO	DIAS A LA SEMANA	DIAS AL MES	ENERGÍA CONSUMIDA AL MES	ENERGÍA CONSUMIDA AL AÑO
	Número	Item	Wattios	Horas	Días	Días	Kwh/mes	Kwh/año
DORMITORIO	2	Lámparas	40	3	5	20	4,8	57,6
BODEGA	2	Lámparas	40	8	5	20	12,8	153,6
TALLER	0	Lámparas	40	0	5	20	0,0	0,0
GUARDIANÍA	1	Foco ahorrador	20	1	5	20	0,4	4,8
EXHIBICIÓN EXTERNA	1	Reflector	500	0	5	20	0,0	0,0
BAÑO	1	Foco ahorrador	20	0,5	5	20	0,2	2,4
OFICINA	3	Lámparas	40	8	5	20	19,2	230,4
TOTAL							37,4	448,8

3.10. Consumo de energía de las computadoras de la empresa TM-GM.

En la empresa TM-GM, se utilizan 4 computadoras, las cuales trabajan en promedio 4 horas al día, teniéndose un consumo de energía de 32,0 kWh/mes, datos mostrados en la tabla 3.7.

Tabla. 3.7 Consumo de energía de las computadoras en el TM-GM.

COMPUTADORAS								
SECCION	CONSUMIDORES	CONSUMIDORES	POTENCIA DEL CONSUMIDOR	TIEMPO PROMEDIO DIARIO DEL EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO	DIAS A LA SEMANA	DIAS AL MES	ENERGÍA CONSUMIDA AL MES	ENERGÍA CONSUMIDA AL AÑO
	Número	Item	Wattios	Horas	Días	Días	Kwh/mes	Kwh/año
COMPUTADORAS	4	Tarjeta electrónica	100	4	5	20	32,0	384,0

3.11. Consumo de energía de las herramientas manuales eléctricas de la empresa TM-GM.

Las actividades principales desarrolladas en la empresa se las realiza con las herramientas manuales eléctricas es por esta razón que se ha procedió a listar y

determinar el consumo de energía de cada una de ellas, encontrándose un valor de consumo de 244,0 kWh/mes, estos datos ese muestran en la tabla 3.8.

Tabla. 3.8 Consumo de energía de herramientas eléctricas manuales en el TM-GM.

HERRAMIENTAS MANUALES ELÉCTRICAS								
SECCIÓN	CONSUMIDORES	CONSUMIDORES	POTENCIA DEL CONSUMIDOR	TIEMPO PROMEDIO DIARIO DEL EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO	DÍAS A LA SEMANA	DÍAS AL MES	ENERGÍA CONSUMIDA AL MES	ENERGÍA CONSUMIDA AL AÑO
	Número	Item	Wattios	Horas	Días	Días	Kwh/mes	Kwh/año
SOLDADORA	1	Transformador	6600	1,2	5	20	158,4	1900,8
TALADRO DE BANCO	1	Motor eléctrico	1100	0,2	5	20	4,4	52,8
COMPRESOR	1	Motor eléctrico	1500	0,2	5	20	6,0	72,0
AMOLADORA PEQUEÑA	1	Motor eléctrico	1200	0,2	5	20	4,8	57,6
TALADRO DE MANO	1	Motor eléctrico	780	0,1	5	20	1,6	18,7
CORTADORA DE DISCO ABR.	1	Motor eléctrico	2000	0,1	5	20	4,0	48,0
SISTEMA DE VISIÓN.	1	Tarjeta electrónica	90	24	7	30	64,8	777,6
TOTAL							244,0	2927,5

3.12. Consumo de energía de otros equipos eléctricos en el TM-GM

Al realizar la observación de las instalaciones se encontró una cocineta cuyo consumo de energía eléctrica es de 6,0 kWh/mes, este dato se muestra en la tabla 3.9.

Tabla. 3.9 Consumo de energía de otros equipos eléctricos de la empresa TM-GM

OTROS EQUIPOS								
SECCION	CONSUMIDORES	CONSUMIDORES	POTENCIA DEL CONSUMIDOR	TIEMPO PROMEDIO DIARIO DEL EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO	DÍAS A LA SEMANA	DÍAS AL MES	ENERGÍA CONSUMIDA AL MES	ENERGÍA CONSUMIDA AL AÑO
	Número	Item	Wattios	Horas	Días	Días	Kwh/mes	Kwh/año
COCINETA	1	Resistencia eléctrica	1500	0,2	5	20	6,0	72,0

3.13. Calidad de las Instalaciones Electricas.

La empresa TM-GM se encuentra distribuida según se muestra en la ilustración 3.5.



Ilustración 3.5 Distribución de áreas del TM-GM.

El TM-GM o bloque general, comprende dos secciones, las que están alimentadas directamente de la red pública, mediante dos líneas de baja tensión, una monofásica de 120 Voltios, y otra bifásica de 240 Voltios. De las cuales, la sección de producción, es objeto de este estudio. Estas secciones de trabajo son:

- 1. Sección Comercialización.** Donde se encuentran localizadas las oficinas de la TM-GM con cinco espacios: Exhibición interna, Ventas, Contabilidad, Comercialización, Administración, Baño; la misma que cuenta con una red de suministro de 120V independiente.
- 2. Sección Producción.** Donde se localiza: Bodega de insumos, bodega de equipos por reparar o reparados, dormitorio, puesto de vigilancia, taller mecánico múltiple, bodega de materiales, exhibición externa, baño taller, garaje.
- 3. Taller mecánico múltiple.**

Donde se toma en cuenta las siguientes observaciones en sus circuitos:

- No cuenta con luminarias, solo se aprovecha la luz solar, por lo que todos los trabajos se realizan en horario diurno, bajo la protección de una visera metálica.

- La instalación eléctrica, tiene alambre sólido de cobre revestido número AWG 14.
- El cableado es guiado por mangueras de plástico negro común, con tramos visto y empotrados.
- Los cajetines, contienen tomacorrientes e interruptores empotrados en las paredes.
- Hay una caja térmica de construcción casera a manera de distribuidor principal, cuyos tramos de cable, son de características similares, sólido AWG 14, provisto de seis tomas de fuerza e interruptor térmico de 40 A independiente. Esta caja térmica distribuye casi toda la carga para las herramientas eléctricas manuales.
- Una toma de fuerza directa desde el contador de energía eléctrica de 240V, para uso múltiple en mal estado, posee cableado sólido tipo AWG 10.

4. Bodega insumos de taller, sus circuitos eléctricos tienen:

- Cableado con alambre sólido de cobre revestido, Número AWG 16, en los circuitos de iluminación alojados en el techo metálico, mediante mangueras plásticas y cajetines de distribución.
- Cableado con alambre sólido de cobre revestido número AWG 14, con tomacorrientes e interruptores empotrados en las paredes.
- El cableado es guiado por mangueras de plástico negro común, con tramos visto y empotrados.

5. Bodega de equipos reparados, sus circuitos eléctricos tienen:

- Cableado con alambre sólido de cobre revestido número AWG 16, en los circuitos de iluminación alojados en el techo metálico, mediante mangueras plásticas y cajetines de distribución.
- Alambre sólido de cobre revestido número AWG 14, con tomacorrientes e interruptores empotrados en las paredes.
- Excepto aquellas tomas de fuerza que son de tipo colgante, cuyos tramos de alambre son de características diferentes; es decir multifilar y doblemente revestidos.
- No se advierte la presencia de claraboyas o tragaluces, este espacio se ubica en un vértice y no posee buena iluminación natural.

6. Dormitorio de taller, sus circuitos eléctricos tienen:

- Una caja térmica general, que reparte energía a toda la sección.
- Alambre sólido de cobre revestido, Número AWG 16, en los circuitos de iluminación compartido con la bodega de insumos, alojados en el techo metálico, mediante mangueras plásticas y cajetines de distribución.
- Alambre sólido de cobre revestido número AWG 14, con tomacorrientes e interruptores empotrados en las paredes.

7. Red de distribución de energía eléctrica.

Al interior de las instalaciones del taller mecánico de la empresa TM-GM, se pueden notar las siguientes particularidades:

- El tablero general de protección no existe.
- Se cuenta con un interruptor térmico principal de 40 A, distribuye energía eléctrica y protege a toda la sección pero con eventuales cortes de energía, presumiblemente por sobrecargas.

- Presencia improvisada de una caja térmica de construcción casera, con interruptores térmicos de 40 A, a manera de tablero de distribución para todas las herramientas eléctricas manuales.
- Dos fases con líneas directas desde el contador de la Empresa eléctrica Quito (EEQ), las mismas que se conectan: la una a pocos consumidores de baja carga, mientras que a la otra están conectadas la mayor parte de máquinas con alto consumo, aspecto que también es de interés de nuestro estudio.
- Una derivación de la línea de la toma anterior, así como todo el cableado posee el calibre aproximado 14 AWG.
- Se advierte la presencia de deterioros por calentamientos en varias tomas de fuerza.
- No existe conexión a tierra, para las instalaciones de la red eléctrica de 240V. El aterramiento para la red de 120V está en mal estado.

3.14. Pérdidas de energía.

Dentro de las pérdidas de energía se ha considerado el valor del consumo total de energía durante el mes, es decir se tiene un valor de 319,4 kWh/mes y se resta del consumo total mostrado en las planillas de la empresa eléctrica, esto se muestra en la tabla 3.10

Tabla. 3.10 Pérdidas de energía.

TOTAL DE CONSUMO DE ENERGÍA ENCONTRADO	TOTAL DE CONSUMO DE ENERGÍA REPORTADO	PÉRDIDAS DE ENERGÍA
kWh/mes	kWh/mes	kWh/mes
319,4	321	1,6

3.15. Mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos.

No se ha registrado en la empresa ningún programa que contemple un plan de mantenimiento.

3.16. Aplicación del analizador de redes eléctricas.

El analizador de redes es el equipo ideal para realizar mediciones temporales de todas las variables y parámetros eléctricos que adelante serán analizados con la ayuda de un programa computacional, este posee un sistema de adquisición de datos y memoria donde se almacena toda la información.

3.16.1. Características del analizador de red eléctrica.

En la siguiente tabla se muestra las características principales del analizador de red, arrendado para el diagnóstico energético del TM-GM.

Tabla. 3.11 Características del analizador de red.

CARACTERÍSTICAS DEL ANALIZADOR	
EQUIPO	FLUKE POWER-PAD
MARCA	AEMC
MODELO	8335
FABRICACIÓN	ALEMANA
TENSIÓN	0.1
CORRIENTE	0,1
POTENCIA	0,2
TIEMPO DE CÁLCULO	MENOS DE 1S
MÉTODO DE MEDICIÓN	IEC 61000-4-30
CANTIDAD	1

Para un análisis adecuado, es decir en condiciones de mayor demanda eléctrica, se tomó como referencia una hora específica en torno al medio día, dado que en ese momento de la evaluación realizada, se observó la mayor cantidad de cargas conectadas y funcionando; la misma que corresponde a las 12H30.

3.16.2. Datos de corriente.

Para obtener los datos de corriente y otros datos técnicos, se instaló un analizador de redes eléctricas a continuación del contador de energía. Este analizador a su vez emite un reporte. Para el posterior análisis se tomó como referencia una misma hora; como se acaba de mencionar, estos datos se analizarán a las 12H30 para todas las mediciones, los datos se muestran en la ilustración 3.6.

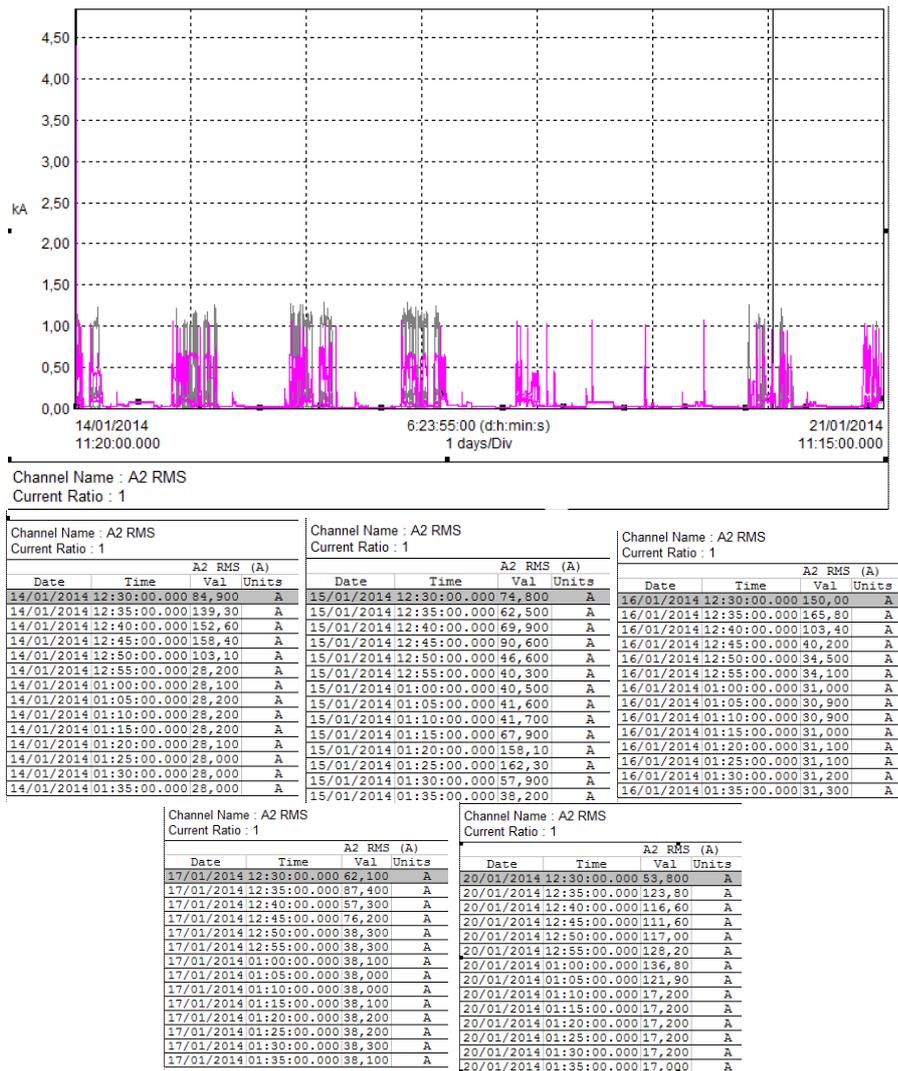
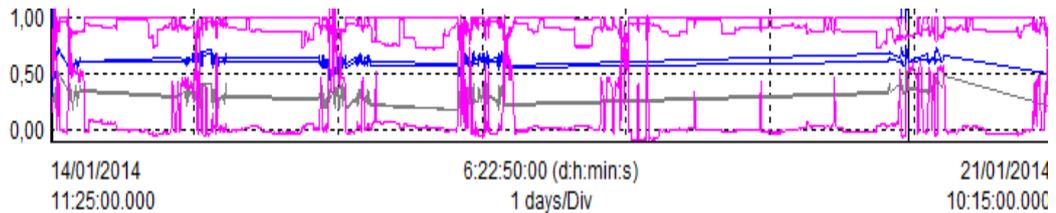


Ilustración 3.6 Seguimiento de la corriente en el TM-GM.
Fuente: ©Fluke 8335 AEMC Power-Ipad.

3.16.3. Datos de factor de potencia *cos fi*.

Los datos de factor de potencia se tomaron del reporte del analizador de redes instalado. Los mismos que se determinaron, para un valor medio a la hora de las 12:30 am utilizando los siguientes cuadros mostrados en la ilustración 3.7.



Channel Name : Tan1
Voltage Ratio : 1
Current Ratio : 1

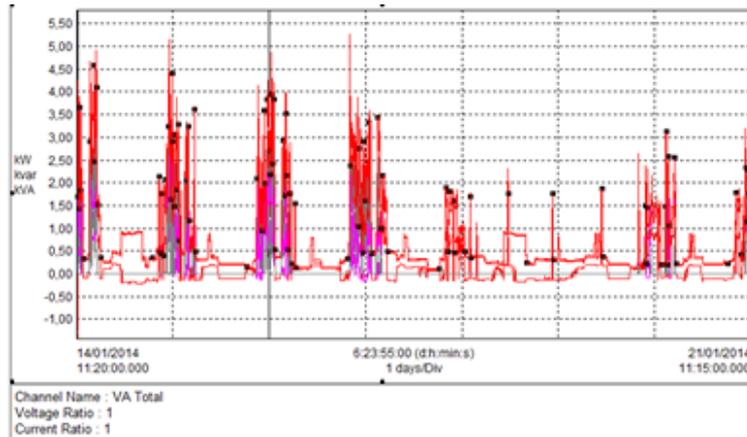
PF Mean ()			PF Mean ()			PF Mean ()		
Date	Time	Val Units	Date	Time	Val Units	Date	Time	Val Units
14/01/2014	12:30:00.000	0,705	15/01/2014	12:30:00.000	0,626	16/01/2014	12:30:00.000	0,612
14/01/2014	02:30:00.000	0,528	15/01/2014	12:35:00.000	0,659	16/01/2014	12:35:00.000	0,602
14/01/2014	02:35:00.000	0,499	15/01/2014	12:40:00.000	0,558	16/01/2014	12:40:00.000	0,636
14/01/2014	02:40:00.000	0,624	15/01/2014	12:45:00.000	0,588	16/01/2014	12:45:00.000	0,554
14/01/2014	02:45:00.000	0,600	15/01/2014	12:50:00.000	0,664	16/01/2014	02:25:00.000	0,602
14/01/2014	02:50:00.000	0,554	15/01/2014	02:10:00.000	0,673	16/01/2014	02:30:00.000	0,567
14/01/2014	02:55:00.000	0,521	15/01/2014	02:15:00.000	0,611	16/01/2014	02:35:00.000	0,585
14/01/2014	03:00:00.000	0,528	15/01/2014	02:20:00.000	0,550	16/01/2014	02:40:00.000	0,623
14/01/2014	03:05:00.000	0,529	15/01/2014	02:25:00.000	0,586	16/01/2014	02:45:00.000	0,628
14/01/2014	03:10:00.000	0,576	15/01/2014	02:30:00.000	0,637	16/01/2014	02:50:00.000	0,628
14/01/2014	03:15:00.000	0,584	15/01/2014	02:35:00.000	0,581	16/01/2014	02:55:00.000	0,581
14/01/2014	03:20:00.000	0,583	15/01/2014	02:40:00.000	0,636	16/01/2014	03:00:00.000	0,633
14/01/2014	03:25:00.000	0,591	15/01/2014	02:45:00.000	0,632	16/01/2014	03:05:00.000	0,635
14/01/2014	03:30:00.000	0,615	15/01/2014	02:50:00.000	0,645	16/01/2014	03:10:00.000	0,611

PF Mean ()			PF Mean ()		
Date	Time	Val Units	Date	Time	Val Units
17/01/2014	12:30:00.000	0,545	20/01/2014	10:50:00.000	0,596
17/01/2014	12:35:00.000	0,572	20/01/2014	02:05:00.000	0,624
17/01/2014	12:40:00.000	0,637	20/01/2014	02:10:00.000	0,580
17/01/2014	12:45:00.000	0,600	20/01/2014	02:25:00.000	0,594
17/01/2014	02:05:00.000	0,600	20/01/2014	02:30:00.000	0,608
17/01/2014	02:15:00.000	0,538	20/01/2014	02:35:00.000	0,624
17/01/2014	02:20:00.000	0,656	20/01/2014	02:50:00.000	0,613
17/01/2014	02:25:00.000	0,631	20/01/2014	02:55:00.000	0,629
17/01/2014	02:30:00.000	0,574	20/01/2014	03:00:00.000	0,626
17/01/2014	02:35:00.000	0,638	20/01/2014	03:05:00.000	0,624
17/01/2014	02:40:00.000	0,610	20/01/2014	03:10:00.000	0,610
17/01/2014	02:45:00.000	0,643	20/01/2014	03:15:00.000	0,587
17/01/2014	02:50:00.000	0,662	20/01/2014	03:20:00.000	0,594
17/01/2014	02:55:00.000	0,622	20/01/2014	03:25:00.000	0,611

Ilustración 3.7 Seguimiento del factor de potencia en el TM-GM.
Fuente: ©Fluke 8335 AEMC Power-Ipad.

3.16.4. Datos de potencia activa, reactiva y aparente.

De igual manera se obtuvieron los datos de potencia activa, reactiva y aparente del analizador de redes instalado, el mismo que emitió su reporte; los datos se muestran en la ilustración 3.8.



Channel Name : W Total
Voltage Ratio : 1
Current Ratio : 1

Date	Time	W Total (W)	Val	Units
14/01/2014	12:30:00.000	1,8069	k W	
14/01/2014	12:35:00.000	1,3842	k W	
14/01/2014	12:40:00.000	1,5129	k W	
14/01/2014	12:45:00.000	1,5680	k W	
14/01/2014	12:50:00.000	1,0276	k W	
14/01/2014	12:55:00.000	312,10	W	
14/01/2014	01:00:00.000	313,34	W	
14/01/2014	01:05:00.000	311,70	W	
14/01/2014	01:10:00.000	311,12	W	
14/01/2014	01:15:00.000	312,20	W	
14/01/2014	01:20:00.000	306,19	W	
14/01/2014	01:25:00.000	306,37	W	
14/01/2014	01:30:00.000	307,84	W	
14/01/2014	01:35:00.000	310,03	W	

Channel Name : W Total
Voltage Ratio : 1
Current Ratio : 1

Date	Time	W Total (W)	Val	Units
15/01/2014	12:30:00.000	1,8276	k W	
15/01/2014	12:35:00.000	2,1431	k W	
15/01/2014	12:40:00.000	830,97	W	
15/01/2014	12:45:00.000	1,9909	k W	
15/01/2014	12:50:00.000	587,53	W	
15/01/2014	12:55:00.000	440,71	W	
15/01/2014	01:00:00.000	440,20	W	
15/01/2014	01:05:00.000	448,99	W	
15/01/2014	01:10:00.000	449,43	W	
15/01/2014	01:15:00.000	707,59	W	
15/01/2014	01:20:00.000	1,5971	k W	
15/01/2014	01:25:00.000	1,6304	k W	
15/01/2014	01:30:00.000	609,40	W	
15/01/2014	01:35:00.000	419,06	W	

Channel Name : W Total
Voltage Ratio : 1
Current Ratio : 1

Date	Time	W Total (W)	Val	Units
16/01/2014	12:30:00.000	2,6869	k W	
16/01/2014	12:35:00.000	2,8076	k W	
16/01/2014	12:40:00.000	2,5578	k W	
16/01/2014	12:45:00.000	440,54	W	
16/01/2014	12:50:00.000	371,57	W	
16/01/2014	12:55:00.000	365,96	W	
16/01/2014	01:00:00.000	337,88	W	
16/01/2014	01:05:00.000	340,00	W	
16/01/2014	01:10:00.000	341,89	W	
16/01/2014	01:15:00.000	340,78	W	
16/01/2014	01:20:00.000	341,62	W	
16/01/2014	01:25:00.000	341,93	W	
16/01/2014	01:30:00.000	340,61	W	
16/01/2014	01:35:00.000	340,43	W	

Channel Name : W Total
Voltage Ratio : 1
Current Ratio : 1

Date	Time	W Total (W)	Val	Units
17/01/2014	12:30:00.000	839,00	W	
17/01/2014	12:35:00.000	1,9152	k W	
17/01/2014	12:40:00.000	1,7419	k W	
17/01/2014	12:45:00.000	1,2615	k W	
17/01/2014	12:50:00.000	424,23	W	
17/01/2014	12:55:00.000	422,24	W	
17/01/2014	01:00:00.000	422,70	W	
17/01/2014	01:05:00.000	422,21	W	
17/01/2014	01:10:00.000	421,16	W	
17/01/2014	01:15:00.000	422,23	W	
17/01/2014	01:20:00.000	421,36	W	
17/01/2014	01:25:00.000	421,93	W	
17/01/2014	01:30:00.000	420,34	W	
17/01/2014	01:35:00.000	419,88	W	

Channel Name : W Total
Voltage Ratio : 1
Current Ratio : 1

Date	Time	W Total (W)	Val	Units
20/01/2014	12:30:00.000	519,25	W	
20/01/2014	12:35:00.000	1,1991	k W	
20/01/2014	12:40:00.000	1,1258	k W	
20/01/2014	12:45:00.000	1,0690	k W	
20/01/2014	12:50:00.000	1,1260	k W	
20/01/2014	12:55:00.000	1,2436	k W	
20/01/2014	01:00:00.000	1,3267	k W	
20/01/2014	01:05:00.000	1,1809	k W	
20/01/2014	01:10:00.000	179,92	W	
20/01/2014	01:15:00.000	179,39	W	
20/01/2014	01:20:00.000	179,36	W	
20/01/2014	01:25:00.000	179,43	W	
20/01/2014	01:30:00.000	179,18	W	
20/01/2014	01:35:00.000	177,64	W	

Channel Name : var Total
Voltage Ratio : 1
Current Ratio : 1

Date	Time	Var Total (var)	Val	Units
14/01/2014	12:30:00.000	1,2547	k var	
14/01/2014	12:35:00.000	761,97	var	
14/01/2014	12:40:00.000	835,55	var	
14/01/2014	12:45:00.000	861,00	var	
14/01/2014	12:50:00.000	476,82	var	
14/01/2014	12:55:00.000	-81,200	var	
14/01/2014	01:00:00.000	-85,260	var	
14/01/2014	01:05:00.000	-97,710	var	
14/01/2014	01:10:00.000	-97,610	var	
14/01/2014	01:15:00.000	-64,920	var	
14/01/2014	01:20:00.000	-97,220	var	
14/01/2014	01:25:00.000	-97,610	var	
14/01/2014	01:30:00.000	-97,840	var	
14/01/2014	01:35:00.000	-97,680	var	

Channel Name : var Total
Voltage Ratio : 1
Current Ratio : 1

Date	Time	Var Total (var)	Val	Units
15/01/2014	12:30:00.000	1,8959	k var	
15/01/2014	12:35:00.000	2,0336	k var	
15/01/2014	12:40:00.000	624,02	var	
15/01/2014	12:45:00.000	2,4032	k var	
15/01/2014	12:50:00.000	73,040	var	
15/01/2014	12:55:00.000	-156,10	var	
15/01/2014	01:00:00.000	-156,38	var	
15/01/2014	01:05:00.000	-164,33	var	
15/01/2014	01:10:00.000	-164,90	var	
15/01/2014	01:15:00.000	92,800	var	
15/01/2014	01:20:00.000	799,18	var	
15/01/2014	01:25:00.000	837,63	var	
15/01/2014	01:30:00.000	20,400	var	
15/01/2014	01:35:00.000	-135,84	var	

Channel Name : var Total
Voltage Ratio : 1
Current Ratio : 1

Date	Time	Var Total (var)	Val	Units
16/01/2014	12:30:00.000	2,5213	k var	
16/01/2014	12:35:00.000	2,8609	k var	
16/01/2014	12:40:00.000	2,5563	k var	
16/01/2014	12:45:00.000	-36,670	var	
16/01/2014	12:50:00.000	-149,70	var	
16/01/2014	12:55:00.000	-146,10	var	
16/01/2014	01:00:00.000	-120,30	var	
16/01/2014	01:05:00.000	-119,91	var	
16/01/2014	01:10:00.000	-119,88	var	
16/01/2014	01:15:00.000	-119,91	var	
16/01/2014	01:20:00.000	-120,12	var	
16/01/2014	01:25:00.000	-120,28	var	
16/01/2014	01:30:00.000	-119,98	var	
16/01/2014	01:35:00.000	-120,01	var	

Channel Name : var Total
Voltage Ratio : 1
Current Ratio : 1

Date	Time	Var Total (var)	Val	Units
17/01/2014	12:30:00.000	926,00	var	
17/01/2014	12:35:00.000	2,4752	k var	
17/01/2014	12:40:00.000	1,6803	k var	
17/01/2014	12:45:00.000	962,60	var	
17/01/2014	12:50:00.000	-136,57	var	
17/01/2014	12:55:00.000	-136,75	var	
17/01/2014	01:00:00.000	-136,09	var	
17/01/2014	01:05:00.000	-135,72	var	
17/01/2014	01:10:00.000	-135,42	var	
17/01/2014	01:15:00.000	-135,27	var	
17/01/2014	01:20:00.000	-135,47	var	
17/01/2014	01:25:00.000	-135,42	var	
17/01/2014	01:30:00.000	-135,68	var	
17/01/2014	01:35:00.000	-135,46	var	

Channel Name : var Total
Voltage Ratio : 1
Current Ratio : 1

Date	Time	Var Total (var)	Val	Units
20/01/2014	12:30:00.000	192,24	var	
20/01/2014	12:35:00.000	760,29	var	
20/01/2014	12:40:00.000	706,11	var	
20/01/2014	12:45:00.000	698,33	var	
20/01/2014	12:50:00.000	735,80	var	
20/01/2014	12:55:00.000	791,51	var	
20/01/2014	01:00:00.000	847,66	var	
20/01/2014	01:05:00.000	706,50	var	
20/01/2014	01:10:00.000	-89,470	var	
20/01/2014	01:15:00.000	-89,610	var	
20/01/2014	01:20:00.000	-89,600	var	
20/01/2014	01:25:00.000	-89,500	var	
20/01/2014	01:30:00.000	-89,730	var	
20/01/2014	01:35:00.000	-88,930	var	

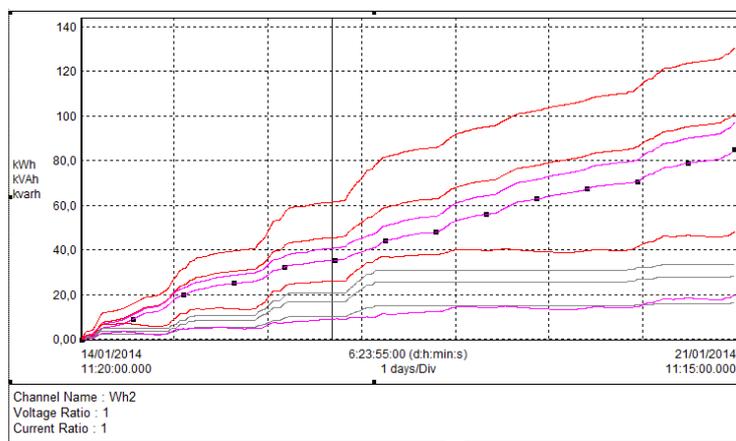
Channel Name : VA Total Voltage Ratio : 1 Current Ratio : 1			Channel Name : VA Total Voltage Ratio : 1 Current Ratio : 1			Channel Name : VA Total Voltage Ratio : 1 Current Ratio : 1		
Date	Time	VA Total (VA) Val Units	Date	Time	VA Total (VA) Val Units	Date	Time	VA Total (VA) Val Units
14/01/2014	12:30:00.000	2,3170 k VA	15/01/2014	12:30:00.000	2,9484 k VA	16/01/2014	12:30:00.000	3,8356 k VA
14/01/2014	12:35:00.000	1,5802 k VA	15/01/2014	12:35:00.000	3,2737 k VA	16/01/2014	12:35:00.000	4,2013 k VA
14/01/2014	12:40:00.000	1,7300 k VA	15/01/2014	12:40:00.000	1,3618 k VA	16/01/2014	12:40:00.000	3,8645 k VA
14/01/2014	12:45:00.000	1,7910 k VA	15/01/2014	12:45:00.000	3,3452 k VA	16/01/2014	12:45:00.000	515,85 VA
14/01/2014	12:50:00.000	1,1710 k VA	15/01/2014	12:50:00.000	730,73 VA	16/01/2014	12:50:00.000	400,61 VA
14/01/2014	12:55:00.000	327,11 VA	15/01/2014	12:55:00.000	467,55 VA	16/01/2014	12:55:00.000	394,10 VA
14/01/2014	01:00:00.000	328,44 VA	15/01/2014	01:00:00.000	467,16 VA	16/01/2014	01:00:00.000	358,67 VA
14/01/2014	01:05:00.000	326,66 VA	15/01/2014	01:05:00.000	478,12 VA	16/01/2014	01:05:00.000	360,54 VA
14/01/2014	01:10:00.000	326,08 VA	15/01/2014	01:10:00.000	478,73 VA	16/01/2014	01:10:00.000	362,31 VA
14/01/2014	01:15:00.000	327,17 VA	15/01/2014	01:15:00.000	772,96 VA	16/01/2014	01:15:00.000	361,27 VA
14/01/2014	01:20:00.000	323,08 VA	15/01/2014	01:20:00.000	1,7859 k VA	16/01/2014	01:20:00.000	362,13 VA
14/01/2014	01:25:00.000	321,55 VA	15/01/2014	01:25:00.000	1,8330 k VA	16/01/2014	01:25:00.000	362,48 VA
14/01/2014	01:30:00.000	323,02 VA	15/01/2014	01:30:00.000	660,88 VA	16/01/2014	01:30:00.000	361,14 VA
14/01/2014	01:35:00.000	325,11 VA	15/01/2014	01:35:00.000	440,84 VA	16/01/2014	01:35:00.000	360,98 VA

Channel Name : VA Total Voltage Ratio : 1 Current Ratio : 1			Channel Name : VA Total Voltage Ratio : 1 Current Ratio : 1		
Date	Time	VA Total (VA) Val Units	Date	Time	VA Total (VA) Val Units
17/01/2014	12:30:00.000	1,5434 k VA	20/01/2014	12:30:00.000	620,84 VA
17/01/2014	12:35:00.000	3,3307 k VA	20/01/2014	12:35:00.000	1,4199 k VA
17/01/2014	12:40:00.000	2,7626 k VA	20/01/2014	12:40:00.000	1,3289 k VA
17/01/2014	12:45:00.000	1,8260 k VA	20/01/2014	12:45:00.000	1,2769 k VA
17/01/2014	12:50:00.000	445,68 VA	20/01/2014	12:50:00.000	1,3452 k VA
17/01/2014	12:55:00.000	443,83 VA	20/01/2014	12:55:00.000	1,4742 k VA
17/01/2014	01:00:00.000	444,07 VA	20/01/2014	01:00:00.000	1,5744 k VA
17/01/2014	01:05:00.000	445,50 VA	20/01/2014	01:05:00.000	1,3917 k VA
17/01/2014	01:10:00.000	442,40 VA	20/01/2014	01:10:00.000	200,07 VA
17/01/2014	01:15:00.000	443,37 VA	20/01/2014	01:15:00.000	200,55 VA
17/01/2014	01:20:00.000	442,61 VA	20/01/2014	01:20:00.000	200,52 VA
17/01/2014	01:25:00.000	443,14 VA	20/01/2014	01:25:00.000	200,54 VA
17/01/2014	01:30:00.000	441,70 VA	20/01/2014	01:30:00.000	200,42 VA
17/01/2014	01:35:00.000	441,20 VA	20/01/2014	01:35:00.000	198,68 VA

Ilustración 3.8 Seguimiento potencia activa, reactiva y aparente total en el TM-GM.
Fuente: ©Fluke 8335 AEMC Power-Ipad.

3.16.5. Datos de energía activa, aparente, reactiva y total.

Los datos de energía activa, reactiva y aparente, se obtuvieron del reporte del analizador de redes eléctricas instalado, los datos se muestran en la ilustración 3.9.

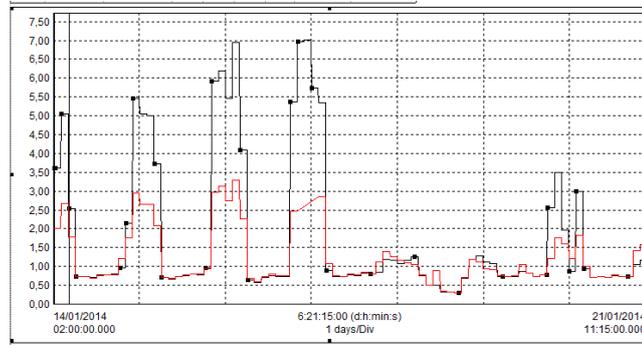


Wh1 (Wh)			Wh Total (Wh)		
Date	Time	Val Units	Date	Time	Val Units
14/01/2014	11:25:00.000	0,0000 Wh	21/01/2014	10:05:00.000	99,249 k Wh
14/01/2014	11:30:00.000	19,900 Wh	21/01/2014	10:10:00.000	99,387 k Wh
14/01/2014	11:35:00.000	23,790 Wh	21/01/2014	10:15:00.000	99,558 k Wh
14/01/2014	11:40:00.000	47,040 Wh	21/01/2014	10:20:00.000	99,704 k Wh
14/01/2014	11:45:00.000	66,280 Wh	21/01/2014	10:25:00.000	99,856 k Wh
14/01/2014	11:50:00.000	104,22 Wh	21/01/2014	10:30:00.000	100,01 k Wh
14/01/2014	11:55:00.000	185,95 Wh	21/01/2014	10:35:00.000	100,07 k Wh
14/01/2014	12:00:00.000	284,85 Wh	21/01/2014	10:40:00.000	100,13 k Wh
14/01/2014	12:05:00.000	402,96 Wh	21/01/2014	10:45:00.000	100,26 k Wh
14/01/2014	12:10:00.000	412,17 Wh	21/01/2014	10:50:00.000	100,41 k Wh
14/01/2014	12:15:00.000	454,05 Wh	21/01/2014	10:55:00.000	100,56 k Wh
14/01/2014	12:20:00.000	586,61 Wh	21/01/2014	11:00:00.000	100,71 k Wh
14/01/2014	12:25:00.000	665,81 Wh	21/01/2014	11:05:00.000	100,83 k Wh
14/01/2014	12:30:00.000	745,11 Wh	21/01/2014	11:10:00.000	100,94 k Wh

Ilustración 3.9 Seguimiento energía activa, aparente y reactiva total en el TM-GM.
Fuente: ©Fluke 8335 AEMC Power-Ipad.

3.16.6. Datos de *Flickers*.

Los datos de *Flickers* se tomaron del reporte del analizador de redes eléctricas instalado, los datos se muestran en la ilustración 3.10.



Channel Name : Ph2

Date	Time	Val	Units
14/01/2014	02:05:00.000	2,0000	
14/01/2014	02:10:00.000	2,0000	
14/01/2014	02:15:00.000	2,0000	
14/01/2014	02:20:00.000	2,0000	
14/01/2014	02:25:00.000	2,0000	
14/01/2014	02:30:00.000	2,0000	
14/01/2014	02:35:00.000	2,0000	
14/01/2014	02:40:00.000	2,0000	
14/01/2014	02:45:00.000	2,0000	
14/01/2014	02:50:00.000	2,0000	
14/01/2014	02:55:00.000	2,0000	
14/01/2014	03:00:00.000	2,0000	
14/01/2014	03:05:00.000	2,0000	
14/01/2014	03:10:00.000	2,0000	

14/01/2014 - 03:00:00.000
Value
3,610 — Ph1
2,000 — Ph2

Date	Time	Val	Units
15/01/2014	12:30:00.000	2,9400	
15/01/2014	12:35:00.000	2,9400	
15/01/2014	12:40:00.000	2,9400	
15/01/2014	12:45:00.000	2,9400	
15/01/2014	12:50:00.000	2,9400	
15/01/2014	12:55:00.000	2,9400	
15/01/2014	01:00:00.000	2,9400	
15/01/2014	01:05:00.000	2,9400	
15/01/2014	01:10:00.000	2,9400	
15/01/2014	01:15:00.000	2,9400	
15/01/2014	01:20:00.000	2,9400	
15/01/2014	01:25:00.000	2,9400	
15/01/2014	01:30:00.000	2,9400	
15/01/2014	01:35:00.000	2,9400	

15/01/2014 - 12:45:00.000
Value
5,450 — Ph1
2,940 — Ph2

Channel Name : Ph2

Date	Time	Val	Units
16/01/2014	12:30:00.000	3,1400	
16/01/2014	12:35:00.000	3,1400	
16/01/2014	12:40:00.000	3,1400	
16/01/2014	12:45:00.000	3,1400	
16/01/2014	12:50:00.000	3,1400	
16/01/2014	12:55:00.000	3,1400	
16/01/2014	01:00:00.000	3,1400	
16/01/2014	01:05:00.000	3,1400	
16/01/2014	01:10:00.000	3,1400	
16/01/2014	01:15:00.000	3,1400	
16/01/2014	01:20:00.000	3,1400	
16/01/2014	01:25:00.000	3,1400	
16/01/2014	01:30:00.000	3,1400	
16/01/2014	01:35:00.000	3,1400	

16/01/2014 - 12:40:00.000
Value
6,180 — Ph1
3,140 — Ph2

Channel Name : Ph2

Date	Time	Val	Units
17/01/2014	10:00:00.000	2,8600	
17/01/2014	04:10:00.000	2,8600	
17/01/2014	04:20:00.000	2,8600	
17/01/2014	04:25:00.000	2,8600	
17/01/2014	04:30:00.000	2,8600	
17/01/2014	04:35:00.000	2,8600	
17/01/2014	04:40:00.000	2,8600	
17/01/2014	04:45:00.000	2,8600	
17/01/2014	04:50:00.000	2,8600	
17/01/2014	04:55:00.000	2,8600	
17/01/2014	05:00:00.000	2,8600	
17/01/2014	05:05:00.000	2,8600	

17/01/2014 - 12:35:00.000
Value
7,020 — Ph1
X,XX — Ph2

Channel Name : Ph2

Date	Time	Val	Units
20/01/2014	12:30:00.000	1,6100	
20/01/2014	12:35:00.000	1,6100	
20/01/2014	12:40:00.000	1,6100	
20/01/2014	12:45:00.000	1,6100	
20/01/2014	12:50:00.000	1,6100	
20/01/2014	01:00:00.000	1,6100	
20/01/2014	01:05:00.000	1,6100	
20/01/2014	01:10:00.000	1,6100	
20/01/2014	01:15:00.000	1,6100	
20/01/2014	01:20:00.000	1,6100	
20/01/2014	01:25:00.000	1,6100	
20/01/2014	01:30:00.000	1,6100	
20/01/2014	01:35:00.000	1,6100	

20/01/2014 - 12:45:00.000
Value
0,860 — Ph1
1,060 — Ph2

**Ilustración 3.10 Seguimiento a los flickers en el TM-GM.
Fuente: ©Fluke 8335 AEMC Power-Ipad.**

3.16.7. Datos del THD distorsión armónica.

Los datos THD distorsión armónica, se tomaron del reporte del analizador de redes instalado, estos datos se muestran en la ilustración 3.11.

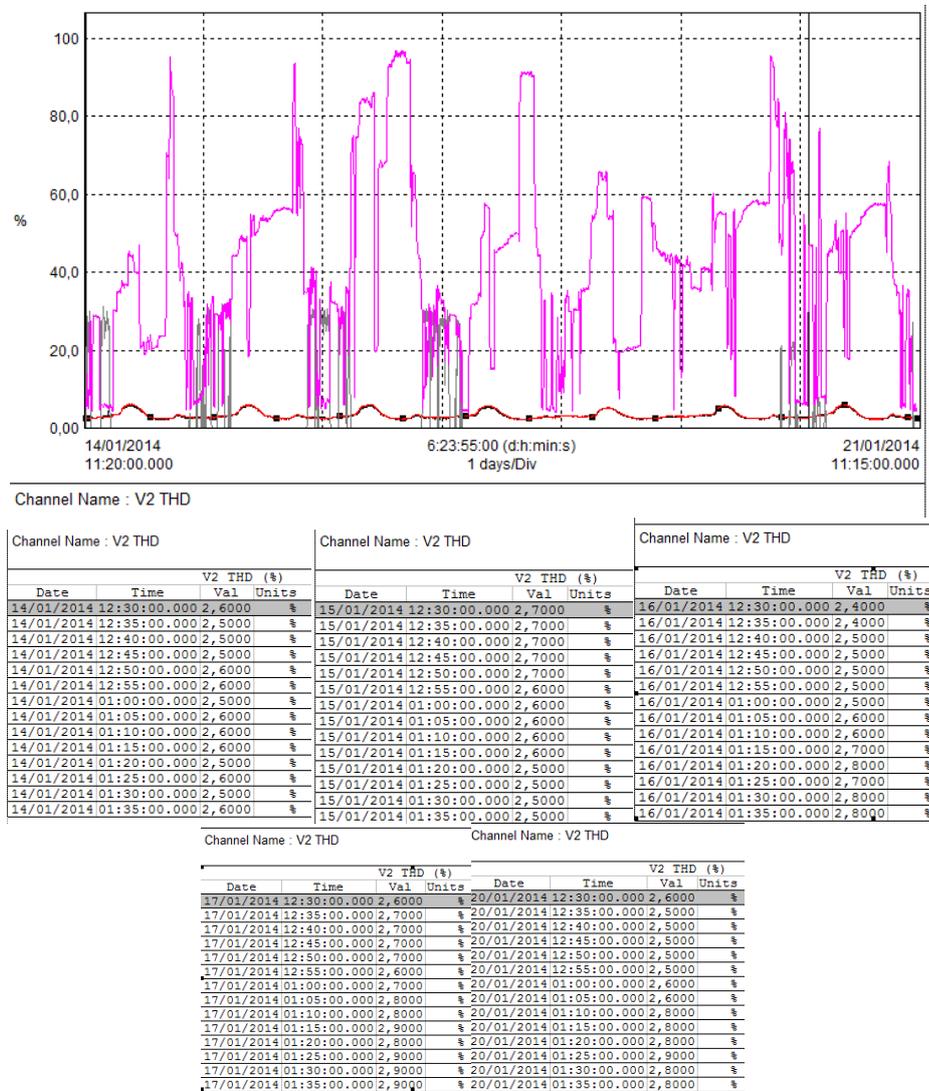


Ilustración 3.11 Seguimiento distorsión armónica de voltaje y corriente TM-GM.

Fuente: ©Fluke 8335 AEMC Power-Ipad.

3.16.8. Datos de voltaje.

Los datos de voltaje se obtuvieron del analizador de redes eléctricas instalado, los datos se muestran en la ilustración 3.12.

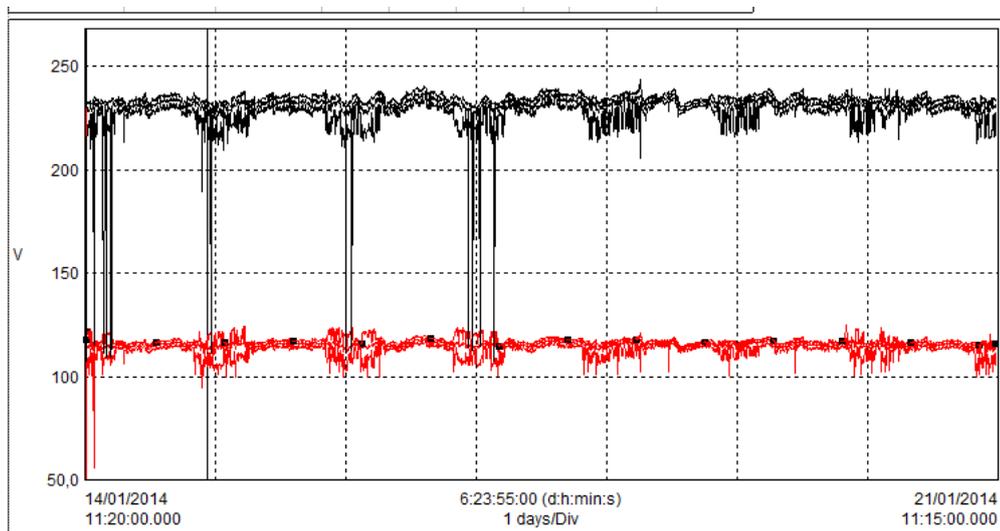
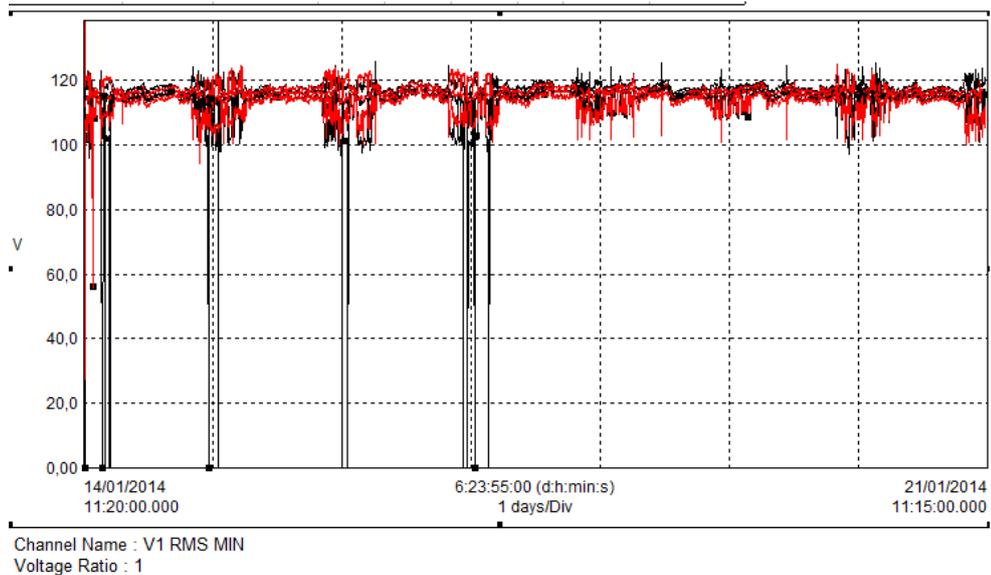


Ilustración 3.12 Seguimiento al voltaje total en el TM-GM.

Fuente: ©Fluke 8335 AEMC Power-Ipad.

3.17. Software informático.

3.17.1. Diagrama unifilar de distribución de energía eléctrica en estado actual del TM-GM.

La ilustración muestra la distribución de energía eléctrica, mediante el diagrama unifilar, en el cual constan: un transformador de 25 kVA proveniente de la red pública, los dos interruptores térmicos de CR 40 A como parte del contador de consumo de 240 V, del que salen dos fases y un neutro, estos a su vez permiten

derivar la conexión en dos líneas de reparto interno de 120 V cada una, una activa y la otra desconectada o inactiva.

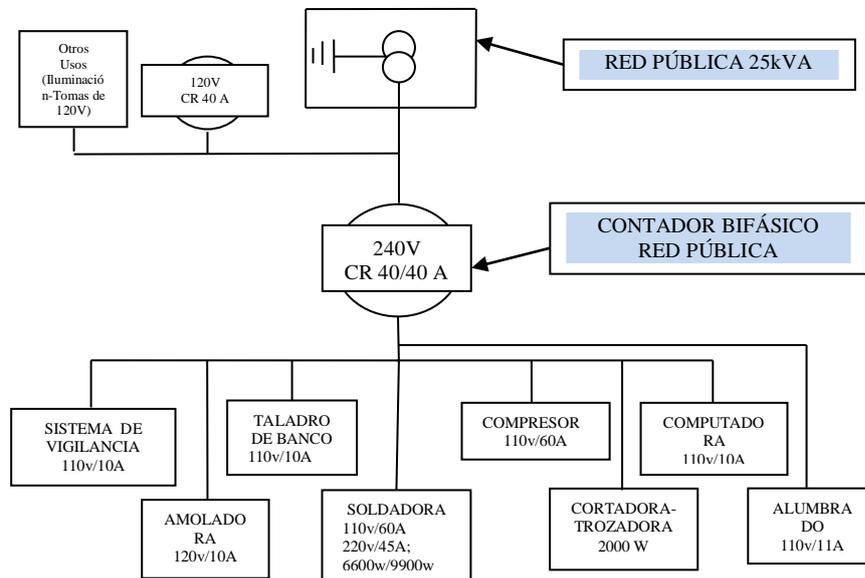


Ilustración 3.13 Diagrama unifilar de la red eléctrica bifásica 240 V/ CR 40 60 Hz.

Se observó, un desbalance muy pronunciado de cargas en la red, advirtiendo una distribución no equitativa en las dos fases.

Tomando esta distribución de carga actual, se procede a un análisis preliminar, utilizando el software del programa *Easy Power* en su modo demo, el que presenta los resultados que se redacta en el siguiente ítem.

Se utiliza las herramientas informáticas:

- Simulador *Easy Power* en su modo *Demo*. El simulador de sistemas eléctricos de potencia e industriales *Easy power*, es uno de los más empleados en la industria e ingeniería eléctrica. (*Easypower.com, demo. 2015, pág 1*).
- Programa con *software Excel*. *Microsoft Excel* es un programa de hoja de cálculo que viene con el paquete de programas de *Microsoft Office*. *Excel* es un programa utilizado comúnmente en las finanzas debido a su capacidad para proporcionar la organización de datos digitales. Tiene una

variedad de características básicas que lo hacen útil, incluso para usuarios que no saben cómo utilizar sus funciones más avanzadas. (*www.ehowenespanol.com, 2015*)

3.17.2. Aplicación de *software* de diseño de redes

Se realizó la aplicación del *software* de diseño de redes con la finalidad de encontrar las condiciones de estado actual de la distribución de energía en la red interna del TM-GM.

3.17.3. Simulación de estado actual.

Una simulación de estado actual de la red eléctrica, para un análisis preliminar en el taller mecánico Grupo Matrix arroja los siguientes resultados:

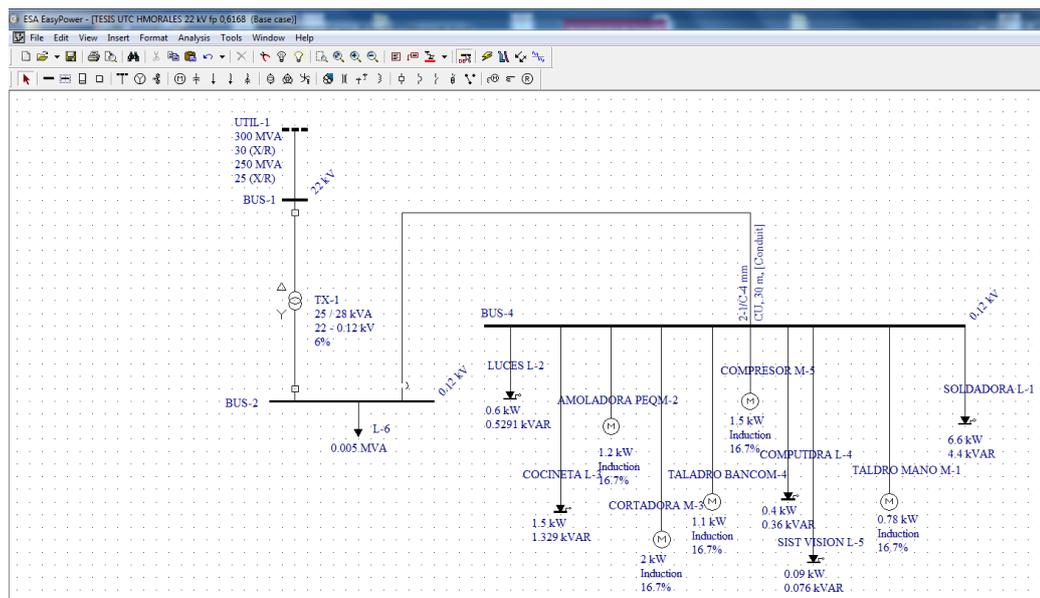


Ilustración. 3.14 Simulación red eléctrica TM-GM estado actual, primera parte.

Se procede a realizar la primera simulación de distribución de energía a través de la red actual del TM-GM la misma que posee un cableado de tamaño 10 AWG, como se observa en el gráfico anterior y establecer cuáles son sus condiciones de funcionamiento.

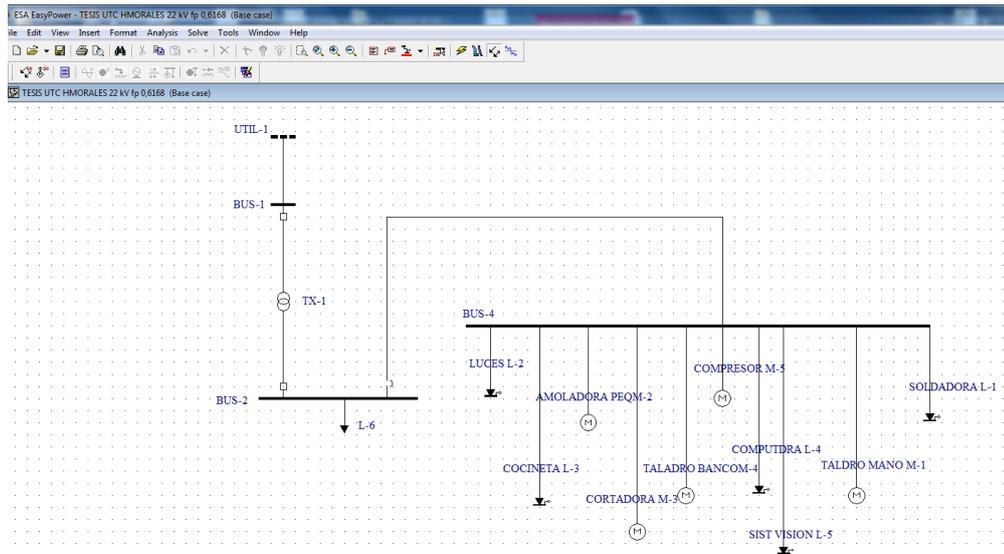


Ilustración. 3.15 Simulación red eléctrica TM-GM estado actual, segunda parte.

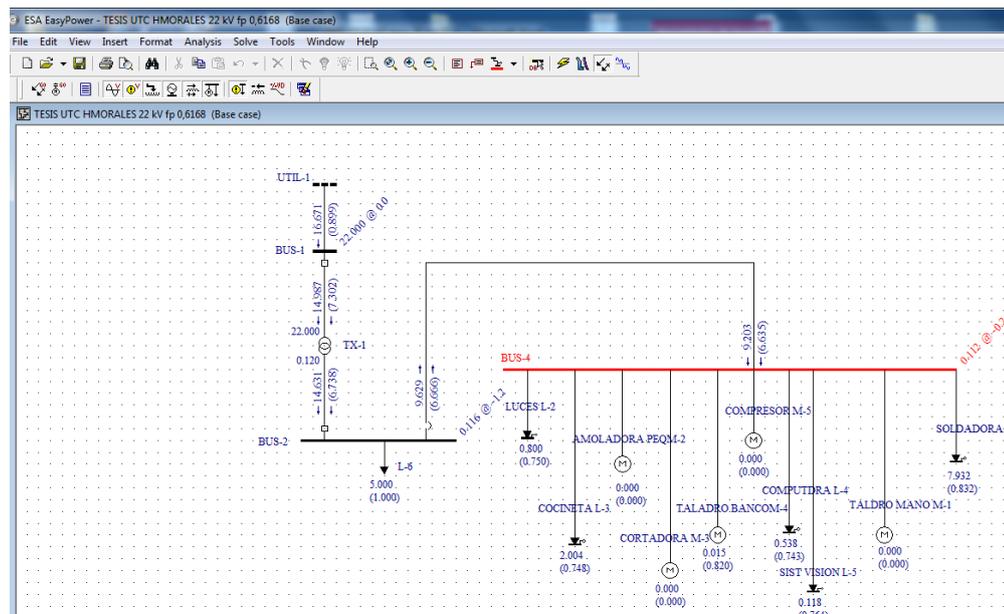


Ilustración 3.16 Simulación sistema eléctrico TM-GM anomalía bus 4, tercera parte.

El primer ensayo o simulación arroja una inestabilidad en el sistema, la misma que se observa en color rojo. Hay que destacar que para esta primera corrida, el cable de la red interna, posee tamaño 10 AWG, el banco de capacitores se encuentra desconectado y el reporte presenta las siguientes anomalías:

ESA EasyPower - [Power Flow Summary Report for CA...TESIS UTC HMORALES 22 kV fp 0,6168.dez]

File Edit View Insert Format Analysis Solve Tools Window Help

Power Flow Summary Report

EasyPower 8.0.170 08/31/15 09:20:03 CA...TESIS UTC HMORALES 22 kV fp 0,6168.dez
utc
Comments :

Mismatch Report

Iteration	MW Mismatch		MVAR Mismatch	
	Bus Name	pu	Bus Name	pu
0	BUS-4	0.00040	BUS-4	0.00007
1	BUS-4	0.00013	BUS-4	0.00013
2	BUS-4	0.00003	BUS-4	0.00004
3	BUS-4	0.00001	BUS-4	0.00001
4	BUS-4	0.00000	BUS-4	0.00000
5	BUS-4	0.00000	BUS-4	0.00000

Generator Summary Report

Generator			Scheduled			Limits		Solution							
Name	Type	Rated kVA	kW	kVAR	Vpu	kVAR Min	kVAR Max	kW	kVAR	kVA	PF	Vpu	Deg	Eqpu	Deg
UTL-1	Sw				1.000			15	7	17	0.899	1.000	0.00	1.000	0.03

Load Summary Report

Bus		Solution						
Name	Base(V)	Volts	Vpu	kW	kVar	kVA	Deg	PF
BUS-1	22000	22000	1.000	0	0	0	0.00	0.000
BUS-2	120	116	0.966	5	0	5	-1.25	1.000
BUS-4	120	112	0.938	9	7	11	-0.15	0.898

System Summary Report

	kW	kVAR	kVA	PF
Total				
Generation in System	15	7	17	0.899
Load in System	14	7	16	0.904
Shunt Load in System	0	0		
Losses in System	1	1		
Check of Balance	0	0		

Transformer Tap Report

Ilustración 3.17 Reporte simulación sistema eléctrico estado actual TM-GM, primera parte.

ESA EasyPower - [Power Flow Summary Report for CA...TESIS UTC HMORALES 22 kV fp 0,6168.dez]

File Edit View Insert Format Analysis Solve Tools Window Help

Transformer Tap Report

Transformer	Connection		Base(V)		Tap(V)		LTC Description								
	Name	From Bus Name	To Bus Name	From	To	From	To	Type	LTC	LTC Type	Control Side	LTC Side	Control Value pu	Limits Min Volts	Limits Max Volts
Tx-1		BUS-1	BUS-2	22000	120	22000	120	2Way	No						

Voltage Violation Report

Limits (MAX: 1.05, Min: 0.95)

Bus Name	Base(V)	Vpu	Volts
BUS-4	120	0.938	112

Line Overload Report

Overload Threshold = 10.00 %

Line				Load			
From Bus Name	To Bus Name	Branch Name	Rated Amps	Load Amps	Loaded%	OverLoaded%	Comment
BUS-2	BUS-4	CABLE C-1_A	80.0	68.3	72.9%	-27.1%	

Transformer Overload Report

Transformer				Load			
Name	From Bus Name	To Bus Name	Load kVA	Rated kVA	Loaded%	OverLoaded%	Comment
Tx-1	BUS-1	BUS-2	17	28	59.0%	-40.0%	

Branch Losses Report

From Bus		To Bus		Losses	
Name	Base(V)	Name	Base(V)	kW	kVAR
BUS-1	22000	BUS-2	120	0.4	0.0
BUS-2	120	BUS-4	120	0.4	0.0
Total System Losses				0.8	0.0

Voltage Drop Report

From Bus		To Bus		Drop
Name	Base(V)	Name	Base(V)	%
BUS-1	22000	BUS-2	120	3.4%
BUS-2	120	BUS-4	120	3.0%

Ilustración 3.18 Reporte simulación sistema eléctrico estado actual TM-GM, segunda parte.

3.18. Plan de mejora del sistema de distribución de energía.

Dentro del TM-GM, se ha determinado que no se cuenta con un plan de mejoras a su sistema de distribución del portador eléctrico, que promueva la gestión eficiente de energía.

3.19. Conclusiones.

- La prospección se efectuó conectadas las máquinas eléctricas manuales operables, dentro del proceso de producción.
- Se utilizaron varias técnicas, diagramas y matrices para detectar problemas de relevancia, que serán analizados en el siguiente capítulo. En la toma de datos y posterior procesamiento de la información, se utilizó instrumentos y equipos de medición de MV.
- Hay varias actividades, para el diagnóstico, en el que se obtuvieron datos del estado actual de la distribución de energía eléctrica en el TM-GM. .
- En la simulación se observa fallas en la instalación, específicamente en el Bus 4, que se torna de color rojo.
- El simulador permite apreciar una caída de voltaje en el Bus 4, s nivel de los 112 V.
- La simulación advierte la presencia de un factor de potencia en el Bus 4, en el orden de 0,808.
- En el reporte del analizador de redes, se observa una banda de variación real, para el factor de potencia que se ubica en un valor alrededor de 0,75 que es cercano al del simulador.
- En el reporte del analizador de redes, se observa ligeras variaciones en las perturbaciones de voltaje de 120V y 240V.
- El consumo de energía eléctrica es creciente, y al término del día de trabajo 21 de Enero del 2014 a las 10H05, totaliza un consumo de 100,30 kW, para este proceso de fabricación de módulos de andamios livianos metálicos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Introducción.

En este apartado se expondrán los datos obtenidos, considerando el eje de este análisis, se presentará las principales anomalías, que pueden dar respuesta a esta investigación, dependiendo de la cantidad y tipo de datos recogidos. Los resultados se organizarán de acuerdo a un tipo de clasificación y orden. Sintetizándolos y presentándolos por medio de gráficos y tablas.

Mediante las mediciones de energía, mientras operan los equipos conectados para el proceso de fabricación de andamios metálicos tubulares; se pretende como fin obtener las pérdidas de energía, determinar el estado actual del consumo respecto a la carga nominal y el potencial de ahorro de energía. Los parámetros de energía a analizar son: Consumo de potencia, factor de potencia, niveles de armónicos de tensión y corriente, desbalance de tensión y corriente. La información de la medición, es comparada con la carga nominal instalada; con estos resultados se efectuará el respectivo análisis

4.2 Análisis de las condiciones del Taller TM-GM.

4.2.1 Descripción laboral y uso de la energía eléctrica en el TM-GM.

El personal que trabaja en la TM-GM, efectúa labores relacionadas con las operaciones de mantenimiento, reparación y construcción de maquinaria liviana para obras civiles. La jornada diaria de trabajo empieza a las 07h00 hasta las 12h00 y desde las 14h00 hasta las 17h00. La tabla 4.1 se describe al taller mecánico con su cantidad de operarios y los horarios de uso.

Tabla 4.1 Caracterización del personal en las actividades del TM-GM.

Sección	Días laborables	Horarios	Cantidad Operarios
Taller mecánico	5	07:00– 12:00 14:00 – 17:00	5
Administrativo	5	07:00– 12:00 14:00 – 17:00	3
Dirección	5	07:00– 12:00 14:00 – 17:00	1
Total			9

En el taller se labora de lunes a viernes y existen entre 15 días de vacaciones en cada año.

En cuanto a la descripción del sistema de iluminación del taller, no existe, pero se observa que en varios de los otros espacios, las luminarias son de dos tubos fluorescentes de 40 W y son consideradas insuficientes; además cierta cantidad de ellas, se mantienen encendidas arbitrariamente durante el día. Todos los equipos y motores eléctricos que se encuentran en el taller, son encendidos sin la debida planificación de operaciones y se apagan en periodos cortos. Esto se muestra en las tablas 4.2 y 4.3.

Tabla 4.2 Tipos de energía presentes en cada área del TM-GM.

Sección	Superficie (m ²)	Motores de herramientas	Iluminación (lum)	Computadoras	Otros	Cantidad Luminarias	Lumens /Luminaria	Lux/m ² Actual	Lux/Udd recomendada
Oficinas	72		Eléct/Nat	Eléct		3	4800	200	500
Taller mecánico	48	Eléct	Nat		Eléct	1	5000	104,17	1500
Bodega equipos reparados	24	Eléct	Eléct/Nat			1	4800	200	100
Bodega de insumos	9		Eléct/Nat		Eléct	1	4800	533,33	100
Dormitorio	9		Eléct	Eléct	Eléct	2	2400	533,33	150
Puesto vigilancia	7,5		Eléct/Nat			2	1200	320	200
Baños	10,4		Eléct/Nat			4	1200	461,54	100
Externa	12		Eléct/Nat			2	1200	200	30
Total	179,9							2552,4	2680

Tubo Fluorescente 40 W: 2400 lum, Foco ahorrador 20 W: 1200 lum, Luz natural: 5000 lum def: 127,6 Lux/m²

Tabla 4.3 Levantamiento de carga en la empresa TM-GM.

Ord.	Detalle	Cantidad	Observaciones
1	Taladro de banco	1	1100W
2	Compresor de aire	1	1500 W
3	Soldadora	1	6600 W
4	Lámparas fluorescentes doble tubo Focos ahorradores	5 10	5 × (2 × 40)W+ 10 × (20)W = 600W x 1.25 pds = 750W
5	Cortadora de disco abrasivo	1	2000W
6	Amoladora pequeña	1	1200 W
7	Taladro manual	1	780 W
8	Cocineta eléctrica d/h	1	1500 W
9	Computadoras	4	400 W
10	Sistema de visión	1	90 W

Todo conectado a la fase R, creando un desequilibrio completo en el sistema.

4.2.2 Análisis del consumo de energía.

Para el análisis de los cargas de energía, se realizó un estudio de las maquinas eléctricas existentes en el TM-GM; se elaboró el diagrama de Pareto para identificar los puestos clave o de mayor relevancia, adicionalmente se realiza el levantamiento de carga instalada para determinar el consumo nominal.

4.2.2.1 Análisis del consumo de energía de las cargas en el TM-GM.

En el diagrama siguiente, se observa la distribución de cargas de las diferentes herramientas manuales eléctricas del TM-GM, mostrados en la ilustración 4.1.

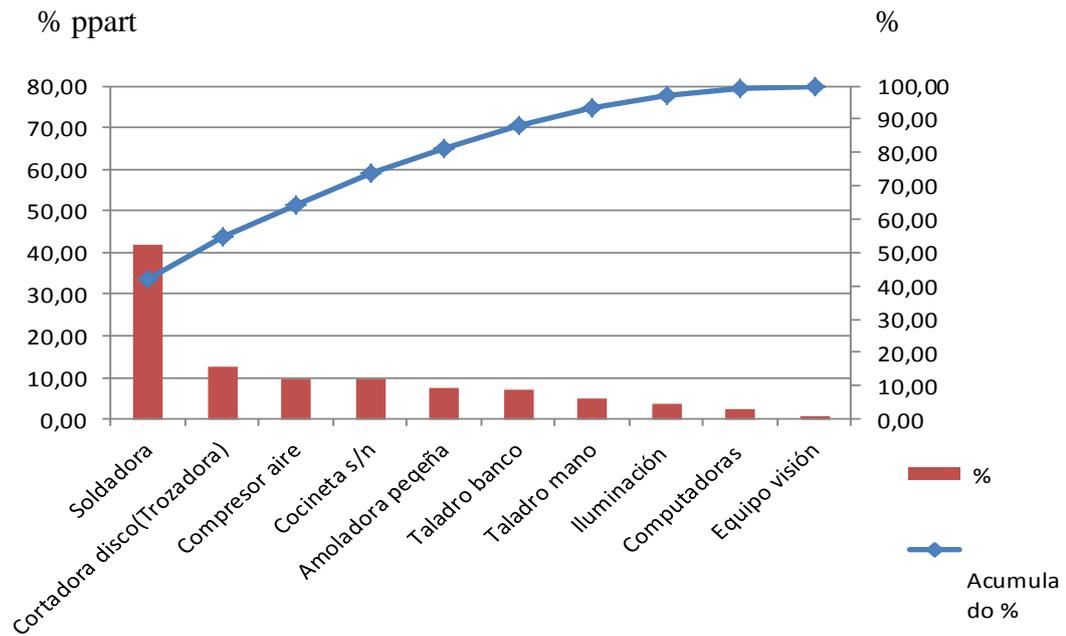


Ilustración 4.1 Diagrama de Pareto para las cargas en el TM-GM. Tbl 4.5, ppat porcentaje participación máquinas eléctricas.

4.2.2.2 Interpretación del análisis de consumo de energía de las cargas en el TM-GM.

El diagrama de Pareto, afirma que el 20% de las cargas, es decir la soldadora, el compresor de aire y la cortadora de disco abrasivo o trozadora, sumados generan el 80% del consumo energético dentro del TM-GM, por lo que el estudio debe priorizar a estas herramientas eléctricas manuales, ya que el único portador energético en este proceso es la electricidad.

4.2.3 Análisis del consumo de energía de la iluminación de la empresa TM-GM.

El comportamiento de las cargas de iluminación es variable puesto que hay luminarias que permanecen encendidas por periodos de tiempo largos como en el caso de las oficinas, en comparación de aquellas que cubren periodos cortos como los baños, también influye su cantidad y potencia.

4.2.4 Interpretación del consumo de energía de la iluminación de la empresa TM-GM.

En el Taller TM-GM se ha notado la existencia de luminarias que presentan un consumo de energía importante dentro del análisis de cargas, estas luminarias se muestran en una cantidad insuficiente o no adecuada, en todas las áreas de trabajo.

4.2.5 Análisis del consumo de energía de las computadoras de la empresa TM-GM.

Se advierte un consumo promedio para las computadoras, en el orden de los 70,4 kWh/mes, para estos consumidores no lineales, es lo usual.

4.2.6 Interpretación del consumo de energía de las computadoras de la empresa TM-GM.

En las oficinas estas máquinas cumplen su labor, y por el contrario hay artefactos permanecen encendidos sin prestar ningún servicio, mientras que sus operarios realizan otras actividades.

4.2.7 Análisis del consumo de energía de las herramientas manuales eléctricas de la empresa TM-GM.

Debido a la presencia de una carga muy alta en comparación a las restantes, se nota que la soldadora es el mayor consumidor de toda la lista, sin embargo hay otros consumidores entre ellos la trozadora o cortadora que también es de elevado consumo respecto a las luminarias y computadores.

4.2.8 Interpretación del consumo de energía de las herramientas manuales eléctricas de la empresa TM-GM.

Las herramientas eléctricas de alto consumo revierten mayor interés para el análisis, ya que ellas condicionan la cantidad de energía requerida en el sistema.

4.2.9 Análisis del consumo de energía de otros equipos eléctricos de la empresa TM-GM

Existen otros equipos entre ellos la cocineta eléctrica que también posee alta potencia y por ende elevado consumo, en comparación de otros equipos, sin embargo a diferencia de los demás esta se utiliza eventualmente.

4.2.10 Interpretación del consumo de energía de otros equipos eléctricos de la empresa TM-GM.

Dentro del grupo de otros equipos eléctricos, sin importar su condición, hay alto consumo en el TM-GM.

4.2.11 Análisis de la calidad de las Instalaciones Electricas.

Se observó que las mencionadas instalaciones eléctricas no gozan de las mejores condiciones para su normal desempeño, puesto que como se señaló, varios de los tramos están expuestos, son visibles o no están empotrados.

4.2.12 Interpretación de la calidad de las Instalaciones Electricas.

Buenas instalaciones eléctricas, favorecerían el normal funcionamiento de los equipos, ya que el suministro de energía llegaría en condiciones adecuadas.

4.2.13 Análisis de las pérdidas de energía.

Respecto a las pérdidas hay un índice reducido, debido a una pequeña diferencia entre los valores encontrados y los reportados de consumo de energía. Por lo que el estudio de esta tesis prevalece por el bajo factor de potencia.

4.2.14 Interpretación de las pérdidas de energía.

En función de lo manifestado en el párrafo anterior, las mencionadas pérdidas se tratarán de aminorar.

4.2.15 Análisis del mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos.

Existen accesorios y tomas de fuerza que están deteriorados, por efecto de las elevadas temperaturas en sus elementos de contacto, así como también los conductores con calibres delgados para cargas, que se van incrementando constantemente; estos no poseen ningún tipo de mantenimiento.

4.2.16 Interpretación del mantenimiento de las instalaciones y equipos eléctricos.

Los accesorios en las instalaciones eléctricas en el TM-GM, se sustituyen con cierta frecuencia, pero este proceso de recambio se reducirá, en la medida que la distribución de energía al interior del taller sea la adecuada.

4.2.17 Análisis de la aplicación del analizador de redes eléctricas.

La aplicación del analizador de redes eléctricas tiene por objeto, determinar cuál es el estado actual de suministro de la energía al ingreso del TM-GM; el mismo que requirió de un tiempo mínimo de permanencia de siete días corridos. Encontrándose que el factor de potencia crítico es de 0,545 y el promedio de 0,6168.

4.2.18 Interpretación de la aplicación del analizador de redes eléctricas.

La presencia de este equipo, mediante valores y gráficas que arroja su reporte, permite establecer lineamientos necesarios para el replanteo de la red de suministro de energía, esto de acuerdo a la norma IEEE-519.

4.2.19 Análisis de la aplicación del software informático.

El software informático, *Easy Power* en su modo *Demo*, constituye una herramienta importante para la simulación de la red eléctrica, con sus cargas respectivas, tanto en estado actual y mejorado.

4.2.20 Interpretación de la aplicación del software informático.

Los analizadores de redes eléctricas arrojan datos importantes de las condiciones en las cuales se suministra el fluido eléctrico, marcando el punto de partida para cualquier mejora en la red.

4.2.21 Análisis histórico de la facturación eléctrica.

Por razones de recursos y oportunidad, este estudio se realizó entre diciembre 2013 y enero del 2014, por lo que sus resultados son análisis globales, que pueden segmentarse y detallarse, con trabajos de mayor alcance y profundidad. Por tanto, se considera que los resultados son suficientes para contribuir con la perspectiva y orientación general, para el desarrollo de una política energética de mediano y largo plazo.

En las instalaciones del TM-GM, se procedió a la toma de mediciones de energía eléctrica, sobre la base de la fabricación de un lote de 20 pares de andamios modulares metálicos livianos, las estructuras metálicas, tienen forma similar a la que observamos en la Ilustración 4.2.



**Ilustración 4.2 Estructuras metálicas que se fabrica en la TM-GM.
Andamios metálicos livianos.**

Para el proceso de fabricación del lote de módulos de andamios metálicos livianos, durante el intervalo de tiempo de 8 días, se contó con el suministro de

energía eléctrica durante todo el proceso de fabricación. La materia prima necesaria para todo el proceso comprende:

- Tubos redondos, de dos diámetros.
- Ángulos de 1/8"x 1 1/4"x 6.
- Pletina de 1/4 x 1/4".
- Varilla redonda de 3/8"
- Tornillos de 1/4x1 1/2".
- Electrodo de Sueda 6011.
- Electrodo de Sueda 6013.
- Brocas de 1/4".
- Brocas de 1/8".
- Pintura Sintética Azul o Tomate.
- Pintura de fondo sintético gris.

En lo que a consumo tiene que ver, en la tabla 4.4 se observa los datos de consumo, correspondientes a los años 2010, 2011, 2012 y 2013 hasta febrero del 2014. Se aprecia que el consumo energético es similar durante los años analizados, con un promedio aproximado anual de 1727 kWh; sin embargo durante el año 2013, aumenta y resulta en 2940 kWh, alcanzando un incremento del 70,24 %.

Tal como se había indicado al comienzo de este estudio, la demanda de energía crece. A pesar de que existen intervalos donde no se registran datos de consumo, podemos notar que aumenta, lo cual es normal en estas empresas pequeñas pero en constante crecimiento. Por la carencia de energía a nivel nacional es necesario realizar programas que ayuden a la reducción del consumo, pero que no afecte a la producción.

Tabla 4.4 Consumo energético mensual del año 2010 a inicios del 2014.

Mes	actual	anterior	2014	valor	Costo-kWh
ENERO	4085	3835	250	13,00	0,052
FEBRERO	4406	4085	321	17,36	
			571	15,18	
Mes	actual	anterior	2013	valor	
ENERO	1034	1229	139	7,23	
FEBRERO	1229	1034	195	10,14	
MARZO	1504	1229	275	14,30	
ABRIL	1784	1504	280	14,56	
MAYO	2053	1784	269	13,99	
JUNIO	2340	2053	287	14,92	
JULIO	2525	2340	185	9,62	
AGOSTO	2774	2525	249	12,95	
SEPTIEMBRE	2969	2774	195	10,14	
OCTUBRE	3238	2969	269	13,99	
NOVIEMBRE	3420	3238	182	9,46	
DICIEMBRE	3835	3420	415	21,58	
			2940	12,74	
Mes	actual	anterior	2012	valor	
ENERO	4736	4388	348	27,67	
FEBRERO	5003	4736	267	21,23	
MARZO	5237	5003	234	18,61	
ABRIL	5486	5237	249	19,80	
MAYO	5700	5480	214	17,02	
JUNIO			0	0,00	
JULIO			0	0,00	
AGOSTO	6026	5922	0	0,00	
SEPTIEMBRE	6145	6026	119	9,46	
OCTUBRE	6145	6145	0	0,00	
NOVIEMBRE	6254	6145	109	8,67	
DICIEMBRE	6441	6254	187	14,87	
			1727	17,16	
Mes	actual	anterior	2011	valor	
ENERO	1444	1214	230	17,21	
FEBRERO	1674	1444	0	0,00	
MARZO	1674	1674	231	17,28	
ABRIL	1905	1674	531	39,73	
MAYO	2436	1905	143	10,70	
JUNIO	2579	2436	0	0,00	
JULIO	2579	2579	262	19,60	
AGOSTO	2841	2579	0	0,00	
SEPTIEMBRE	2841	2841	192	14,37	
OCTUBRE	3033	2841	249	18,63	
NOVIEMBRE	3282	3033	0	0,00	
DICIEMBRE	3282	3282	344	25,74	
			2182	16,33	
Mes	actual	anterior	2010	valor	
ENERO			0	0,00	
FEBRERO			0	0,00	
MARZO			0	0,00	
ABRIL			0	0,00	
MAYO	100	0	110	8,21	
JUNIO	210	100	208	15,53	
JULIO	409	210	199	14,86	
AGOSTO	565	409	156	11,65	
SEPTIEMBRE	715	565	150	11,20	
OCTUBRE	565	715	150	11,20	
NOVIEMBRE	792	565	227	16,95	
DICIEMBRE	1022	792	230	17,17	
			1430	13,35	
		Promedio	232,89	14,95	

Un análisis del consumo de la energía eléctrica, durante los años indicados, se ilustran en la tabla 4.4. En este grafico se puede observar que el mayor consumo de energía ocurre durante los periodos comprendidos entre Marzo-Abril y Noviembre-Diciembre. El mayor valor de consumo es de 531 kWh que corresponde al mes de abril del año 2011.

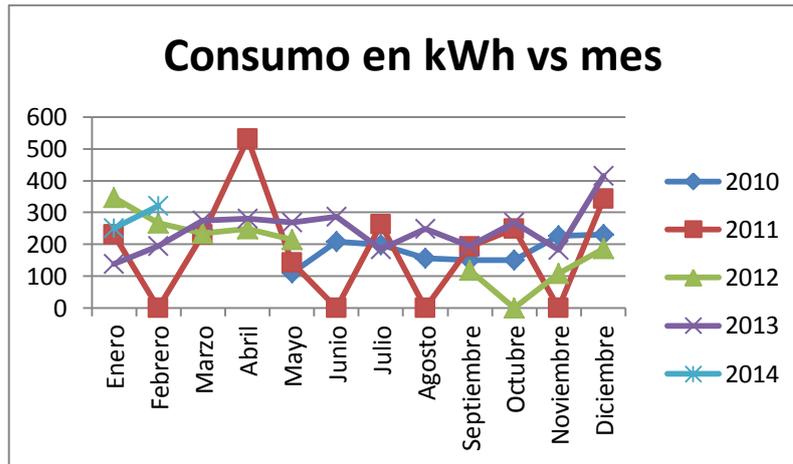


Ilustración 4.3 Comportamiento consumos anuales a cinco años.

Los meses de mayor consumo durante los periodos anuales, corresponden a los meses de abril y diciembre. En la demanda facturable mensual durante los años: 2010, 2011, 2012, 2013 hasta el mes de febrero del 2014, se aprecia un patrón similar de consumo según la ilustración anterior.

4.2.22 Análisis de la capacidad instalada en el TM-GM.

En la tabla 4.5, se indica la potencia instalada en referencia a máquinas eléctricas manuales, luminarias y otros artefactos que intervienen en el estudio.

Tabla 4.5 Distribución de la carga instalada en el TM-GM.

EQUIPOS	POTENCIA INSTALADA (KW)	PARTICIPACION (%)
Soldadora de arco electrico Indura	6,6	41,86
Compresor de aire comprimido Temco	1,5	9,51
Cortadora de disco abrasivo (trozadora)	2	12,69
Taladro de banco Helmo	1,1	6,98
Taladro pequeño D-Walt	0,78	4,95
Amoladora pequeña.D-Walt	1,2	7,61
Cocineta eléctrica s/n	1,5	9,51
Iluminación	0,6	3,81
Computadores	0,396	2,51
Sistema de visión	0,09	0,57
Total carga instalada	15,7662	100,00

La participación de las herramientas manuales eléctricas, se observa en primer lugar la soldadora con un 41,86 %, a la cortadora de disco abrasivo le corresponde

el segundo lugar con el 12,69 %, en el tercer lugar con 9,51 % está la carga del compresor de aire comprimido, al igual que la cocineta s/n; le sigue la amoladora pequeña con un 7,61 % quinto lugar, el taladro de banco con 6,98 % en sexto lugar, el taladro de mano (pequeño) se ubica séptimo con el 4,95 %. Luego en octavo una cantidad de luminarias ineficientes, que tienen tecnología de hace 20 años, provistas de balastos electromagnéticos con el 3,81 %. En último lugar están los equipos de cómputo y el sistema de vigilancia o de visión, representado por 2,51 % y el 0,57 % respectivamente, del total de la potencia instalada, valores redondeados en la ilustración 4.4

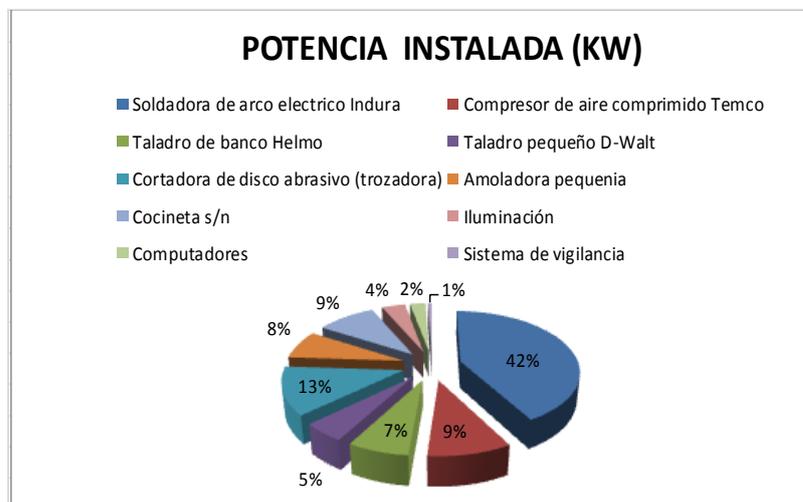


Ilustración 4.4 Participación porcentual de carga instalada en el TM-GM.

4.2.23 Interpretación de la capacidad instalada en el TM-GM.

Debido a la presencia de consumidores con porcentaje elevado de consumo se generan condiciones especiales para el suministro de energía, las mismas que se consideran como parámetros de diseño.

4.2.24 Análisis de calidad de los parámetros eléctricos.

La energía eléctrica que llega a la empresa TM-GM, proviene de un transformador T-2 de 25 kVA, que está ubicado en un poste de alumbrado público. Las pinzas del analizador de carga industrial *Fluke* tipo 434/435 *Power-Ipad*, ® *Fluke* 434/435 *Three Phase Power Quality Analyzer*, *Users Manual (Three Phase*

Power Quality Analyzer, 2008, pág 1) se conectaron a la salida del contador electrónico de suministro eléctrico de 240V - 60 Hz doble monofásico de bajo voltaje de la EEQ. Las mediciones se registraron durante 7 días, desde las 14 h00 del día 14 de enero del 2014 hasta las 14 H00 del 21 de enero del 2014.

Este analizador registró una serie de parámetros eléctricos secuenciales tomando datos cada 5 minutos lo que equivale a 2016 mediciones. Los datos fueron evaluados a través del software PQ log, que es propio del equipo, a través del cual se realizaron graficas de los parámetros en función del tiempo.

Los parámetros y funciones de registro son:

- Voltaje eficaz de cada fase (media, mín, máx).
- Corriente eficaz de cada fase y neutra (media, mín, máx).
- Eventos de voltaje (caídas, subidas, interrupciones).
- Potencia (kW, kVA, kVAr, factor de potencia PF, tangente de potencia).
- Energía, energía total.
- Flicker (Pst, Plt) Power Quality Logger.
- THDv de la voltaje.
- THDi de la corriente.
- FC de la corriente.
- Armónicos de voltaje hasta del 50° orden.
- Desequilibrio.
- Frecuencia.

Para determinar la calidad de la energía, se consideró los parámetros referenciales establecidos por la regulaciones 004/001, emitida por el Conelec y la IEEE-519 los que se indican en la tabla 4.6 de la forma siguiente.

Tabla 4.6: Valores de referencia de calidad de la energía.
Fuente: Univ. Atlántico. www.si3ea.gov.co

VALORES DE REFERENCIA – CALIDAD DE LA ENERGÍA IEEE-519		
PARAMETRO	VALOR NOMINAL	VALOR ACEPTADO
Tensión de corriente alterna	>220V kV(EAT) 200kV≤(AT)≥57,5 kV 57,5kV≤(MT)>1000 V 1000 V ≤(BT)>25 V	RANGO +10% y - 10% para baja y media tensión según CREG 024 (modificación CREG 070-98)
Frecuencia	60hz	59,8-60,2
Armónicos de tensión (THDv)	120 V<Vn≤69 kV 69 kV<Vn≤ 161kV Vn>161 kV	5% 2,5% 1,5%
Distorsión de corriente (desde 120 a 69 kV)	Relación Icc/IL<20 Relación Icc/IL 20-50 Relación Icc/IL 50-100 Relación Icc/IL 100-1000 Relación Icc/IL>1000	5 TDD (Distorsión total de demanda) 8,0 TDD 12,0 TDD 15,0 TDD 20,0 TDD
Desbalance de tensión	Tensión > 62 Kv Tensión < 62 Kv	≤0,5% ≤0,2%
Desbalance de corriente	Tensión > 62 Kv Tensión < 62 Kv	≤5% ≤20%
Factor de potencia	Inductivo Capacitivo	0,9≤fp≥1 0,9≤fp≥1
Flicker	Tensión >69 Tensión <69	0,8 p.u. Plt 1,0 p.u. Plt

4.2.25 Interpretación de calidad de parámetros eléctricos en el TM-GM.

De acuerdo a lo que manifiesta la tabla de calidad de la norma IEEE-159, todos los parámetros se mantienen dentro de las respectivas franjas de variación y que luego se toman en cuenta al momento de realizar las corridas en el simulador de redes de energía eléctrica.

4.2.26 Análisis del estudio de cargas al aplicar el analizador de redes.

Los datos de corriente, que arrojó el analizador de redes para el estudio de cargas, se presentan en la tabla siguiente:

DATOS DE CORRIENTE, FACTOR DE POTENCIA

Tabla 4.7 Resumen datos de corriente (A2 rms) y (Cos fi)

Fecha/Hora	Corriente (A)	Factor de potencia (Cos fi)
Martes 14/01/2014 12h30 pm	84,900	0,705
Miércoles 15/01/2014 12h30 pm	74,800	0,626
Jueves 16/01/2014 12h30 pm	150,00	0,612
Viernes 17/01/2014 12h30 pm	62,100	0,545
Martes 20/01/2014 12h30 pm	53,800	0,596
VALOR PROMEDIO	85,120	0,6168

DATOS DE POTENCIA ACTIVA, REACTIVA Y APARENTE.

Tabla. 4.9 Resumen datos totales de potencia activa, reactiva y aparente.

Fecha/hora	Potencia Activa (kW)	Potencia Reactiva (kVAr)	Potencia Aparente (kVA)
Martes 14/01/2014 12h30 pm	1,8069	1,2547	2,3170
Miércoles 15/01/2014 12h30 pm	1,8276	1,8959	2,9484
Jueves 16/01/2014 12h30 pm	2,6869	1,5213	3,8356
Viernes 17/01/2014 12h30 pm	0,839	0,926	1,5434
Martes 20/01/2014 12h30 pm	0,51925	0,19224	0,62084
Promedio	1,5359	1,1580	2,2530

DATOS DE ENERGÍA ACTIVA, APARENTE, REACTIVA Y TOTAL.

Tabla. 4.10 Resumen de datos de energía activa, reactiva y aparente totales.

Valor	Energía Activa total (kWh)	Energía Aparente total (kVAh)	Energía Reactiva total (kVArh)	Fecha/hora
Inicial	000,00	000,00	000,00	14/01/2014 11h20 am
Final	100,9	130,5	48,15	21/01/2014 11h05 am

Es preocupante que teniendo una energía activa de 100,9 kWh se tiene una energía reactiva de 48,15 kVARh para nivelar las energías sería necesario bajar este valor y compensar el factor de potencia, ya que cuanto menos sea la energía reactiva consumida en una planta industrial (usuario), es decir cuanto mayor sea el $\text{Cos } \phi$, menores serán los costos del servicio para estos usuarios.

DATOS DE *FLICKERS*, THD_v y THD_i DISTORSIÓN ARMÓNICA.

Parpadeo, impresión de inestabilidad de sensación visual, causada por un estímulo luminoso, cuya luminosidad o distribución espectral fluctúa en el tiempo. (Fuente: R. CREG-024-2005; Art. 1)

Tabla. 4.11 Resumen datos de flickers.

Fecha/hora	<i>Fliker</i> (Plt_2)	THD_v (%)	THD_i (%)
Martes 14/01/2014 12h30 pm	2,00	2,6	17,200
Miércoles 15/01/2014 12h30 pm	2,94	2,7	20,700
Jueves 16/01/2014 12h30 pm	3,14	2,4	6,500
Viernes 17/01/2014 12h30 pm	2,86	2,6	24,500
Martes 20/01/2014 12h30 pm	0,00	2,6	36,200
Promedio	2,188	2,58	21,020

Se observa que hay variaciones altas en lo concerniente a los parpadeos o *flickers*, estos son tolerables en el rango adimensional que va de 0,74 a 1,00 en baja y media tensión; por tanto el valor de 3,14 se le atribuye a diferentes factores entre ellos la hora crítica, y el arranque simultáneo de varias maquinas perturbadoras; la distorsión armónica de corriente THD_i es de 21,020 % es un valor promedio, el cual está muy cercano al nivel de la norma de calidad, mientras que el THD_v de 2,58 % esta dentro del valor promedio ver tabla 4.6.

DATOS DE VOLTAJE

Aunque hay ligeras variaciones de voltaje de 120 V y 240V, son consideradas leves.

La cargabilidad máxima del transformador, del sistema en estudio se aspira este en el orden aproximado del 50 %. Técnica y económicamente no es recomendable trabajar con niveles menores al 40 %, porque cuando está operando se generan pérdidas. Además se toma en cuenta que al transformador, están conectados otros consumidores aledaños al taller mecánico, entre ellos: una estación de servicio para cambios de aceite y limpieza de vehículos, con potencias apreciables; sumadas a esa, un número creciente de 8 unidades habitacionales (viviendas); lo cual contribuye a un funcionamiento anormal del transformador.

4.2.27 Interpretación de los datos obtenidos al aplicar el analizador de redes.

Datos de corriente. Al haber analizado los datos de corriente con el equipo se ha podido determinar que el valor promedio es alto, esto implica un consumo de energía elevado pese a que en condiciones iniciales de trabajo como se especifica en el día 17 de enero del 2014 a las 09h00 el consumo de corriente es 0 kA se contra ponen con los valores obtenidos para el día 20 de enero del mismo año a las 7h30 donde los datos de corriente con el analizador es de 1,25 kA. Se puede interpretar un problema con la red eléctrica debido a esta variación.

Las variaciones que se presenta en los datos de corriente, se deben a la presencia de arranques simultáneos o en su defecto a interrupciones, por suspensión de una actividad para cumplir con otro proceso.

Datos de factor de potencia *cos fi*. Un valor de referencia para *cos fi* es 1, sin embargo las distribuidoras cargan al usuario la diferencia de dos centésimas por pérdidas en la transformación. En nuestro caso, todos los valores de factor de potencia se ubican por debajo de los niveles permisibles de 0,98; es decir 0,618 lo que significa que es preponderante elevar este valor a un nivel aceptable.

Datos de *flickers*. Puesto que a la red están conectados, amoladora, soldadora, taladro de mano, cortadora de disco abrasivo; todas estas cargas especiales son las que contribuyen a la generación de *flickers* *Plt2* en 2,188; los mismos que se estabilizan luego del arranque.

Datos de energía activa, aparente, reactiva y total. La energía que se utiliza durante el proceso de fabricación tiene naturaleza creciente, con el transcurrir del tiempo los valores se van acumulando hasta llegar al nivel de 100,9 kW.

Datos potencia activa reactiva y aparente. Las potencias se mantienen en niveles altos debido a la demanda simultánea de varios consumidores elevados.

4.2.28 Conclusiones.

- Se evaluó la red e instalaciones de distribución de energía eléctrica, en el TM-GM, que suministra energía tanto a las herramientas eléctricas manuales, como también a las áreas administrativas del taller. Los valores de los diferentes parámetros eléctricos se pueden apreciar en los reportes que se obtuvieron del analizador de redes eléctricas *AEMC 8335 Power Pad*, que están dentro de la redacción de este capítulo. Donde, a decir de Hernández M (2015) en su artículo Diagnóstico energético, se da respuesta, a varias interrogantes a saber:
 - ✓ ¿Dónde es utilizada la energía?, tales como los diferentes espacios o áreas, dentro de la infraestructura que comprende este taller mecánico.
 - ✓ ¿Cómo es utilizada la energía eléctrica?, mediante los datos de los parámetros de energía, en los reportes de la evaluación del analizador de redes eléctricas.
 - ✓ ¿Cuánta energía es desperdiciada?, sinónimo de una corrección del factor de potencia, que es bajo, como seguidamente se menciona.
- Se observó la presencia de variaciones o perturbaciones en los parámetros fundamentales del portador eléctrico, mediante la Norma IEEE-519.
- En la información de los reportes de mediciones efectuadas al interior del TM-GM, se apreció un bajo factor de potencia cuyo valor promedio es de 0,6168, que requiere ser mejorado o corregido, como condición necesaria para que la empresa no sea penalizada.
- Los datos de potencia activa, reactiva y aparente, alcanzan valores promedio de 1,5359 kW; 1,1580 kVAr; 2,2530 kVA respectivamente; lo cual en el caso de la potencia reactiva constituye un valor indeseable, estos

valores corresponden a las perturbaciones generadas por arranques intempestivos de una máquina y en otros casos por arranques simultáneos de varias máquinas.

- Los datos de energía activa, reactiva y aparente, alcanzan valores promedio de 100,9 kWh; 130,5 kVARh; 48,15 kVAh respectivamente; de la misma manera que en la conclusión anterior de las potencias, se puede señalar que estas perturbaciones indeseables se deben a las mismas causas.
- No hay caídas de voltajes apreciables, pese a las fluctuaciones, estos valores se mantienen muy cercanos a los 120 V y 240 V.
- No hay variaciones apreciables de frecuencia, ya que su valor se mantiene estable en los 60 Hz.
- Se necesita cambios sustanciales en la red e instalaciones eléctricas internas, tal como un balance de cargas, para una distribución adecuada de la energía eléctrica.
- Es importante un dimensionamiento y longitud adecuados de los conductores de energía, cuyos valores responden a diámetros del 10-12 hasta 14 AWG estas selecciones de cables, son considerados delgados e inadecuados para este efecto, según las corridas en el simulador, que a más de las pérdidas por caída de tensión, también se presentan recalentamientos, los mismos que se palparon al momento del uso de la energía.
- Se evidenció en la observación realizada, que los accesorios tales como: conductores, contactores, interruptores térmicos, entre otros. Presentan deterioro y no son apropiados, debido a la presencia de perturbaciones en los circuitos registrados por el analizador de redes. Como el caso de tomas de fuerza recalentada, a más de los disparos de interruptores térmicos, que ocasionan cortes de energía.

CAPITULO V

PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA DEL SISTEMA DE ENERGÍA

5.1 Introducción.

Por lo anteriormente expuesto, se ha evidenciado la presencia de factores de energía eléctrica que necesitan equilibrarse o compensarse en el TM-GM, debido a que las máquinas eléctricas manuales deben funcionar bajo condiciones normales. Para lo cual, estructuramos una alternativa de solución donde se toman en cuenta parámetros fundamentales, como condiciones mínimas exigibles, para un buen desempeño del herramental eléctrico al interior del taller mecánico.

Esta alternativa de solución, identificará una distribución con un suministro adecuado de energía eléctrica y a su vez sea técnica y financieramente viable, acorde a las expectativas de la empresa.

Adicionalmente será necesario adoptar un sistema de gestión de energía, para lo cual se tomó como base la norma mexicana de gestión de energía NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011, que tiene como asidero fundamental la norma de calidad ISO 50001, difundida a nivel internacional como un parámetro importante para las empresas que buscan un SGEEn adecuado a su naturaleza.

5.2 Tema de la propuesta.

Plan de mejora al sistema de energía eléctrica en el TM-GM.

5.3 Justificación de la propuesta

La distribución de energía eléctrica, que incluye materiales, componentes y equipos adecuados; para favorecer el consumo eficiente de la electricidad, incrementando el factor de potencia, reduce armónicos y pérdidas en las

instalaciones eléctricas del TM-GM, logrando que disminuya el gasto por consumo energético.

5.4 Objetivos de la propuesta.

1. Mejorar la distribución de energía, en la red e instalaciones eléctricas del TM-GM.
2. Plantear una alternativa económica a corto plazo, para el reemplazo con elementos y componentes eficientes, en la red e instalación eléctrica de la empresa TM-GM.
3. Adoptar un sistema de gestión energética para el TM-GM.

5.5 Estructura de la propuesta.

El buen uso de la energía eléctrica en las instalaciones del TM-GM comprende:

- Simulación de la nueva red eléctrica, en el taller mecánico de la TM -GM, con la incorporación de un nuevo cableado, protectores, buses, conectores y elementos de toma de fuerza, incluye además, un banco de capacitores y. Mediante el programa *Easy Power* modo *Demo*.
- Matriz financiera para la evaluación técnico-económica, de la sustitución de la red mejorada de distribución de energía eléctrica, arrojará los indicadores financieros tales como el TIR, VAN, Punto de equilibrio y B/C. Para el TM-GM, sobre la base de la construcción de un lote de 20 módulos de andamios metálicos livianos.
- Sistema de gestión energética.

5.6 Desarrollo de la propuesta.

5.6.1 Simulación de la red eléctrica del taller TM-GM

5.6.1.1 Acomodo de carga o balanceo.

A criterio de los expertos, se recomienda una redistribución de las cargas conocido como balanceo de cargas, en primera instancia, es lo que se pretende hacer, pero se tiene ciertas dificultades, debido a que una de ellas es de gran peso, como es el caso de la soldadora.

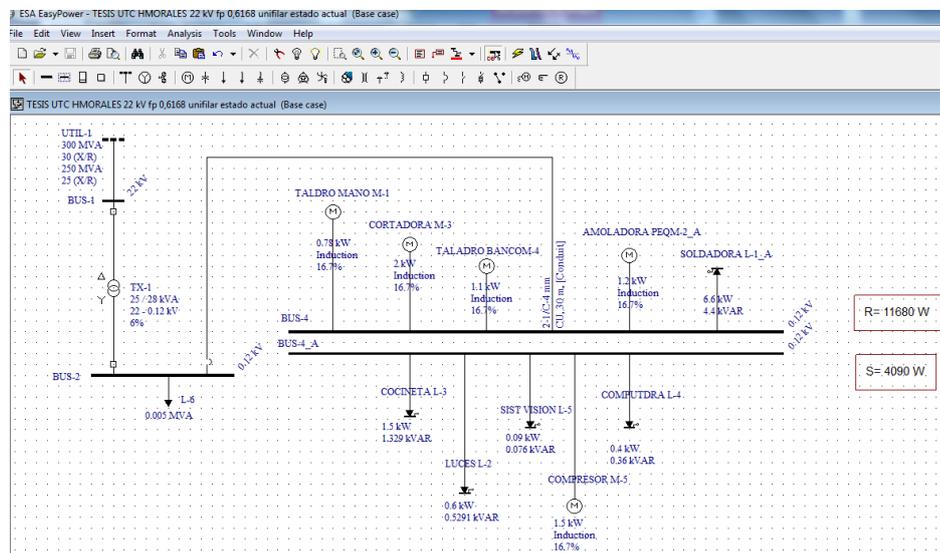


Ilustración 5.1 Diagrama unifilar actual.

Por tanto, una de las fases irá cargada con la de mayor potencia, y la fase restante se tratará de balancearla con las cargas sobrantes, aspirando llegar a los 7,89 kW por fase. Es decir el balanceo se satisface, si tenemos 7,89 kW por cada fase. Pero el resultado no es exacto, debido que a la carga más alta de 6,6 kW, tendríamos que adicionarle una de 1,285 kW del lado de la misma fase, la cual no está exactamente disponible; por lo que se debe adicionar la carga 1,2 kW que corresponde a la amoladora pequeña, de la siguiente manera:

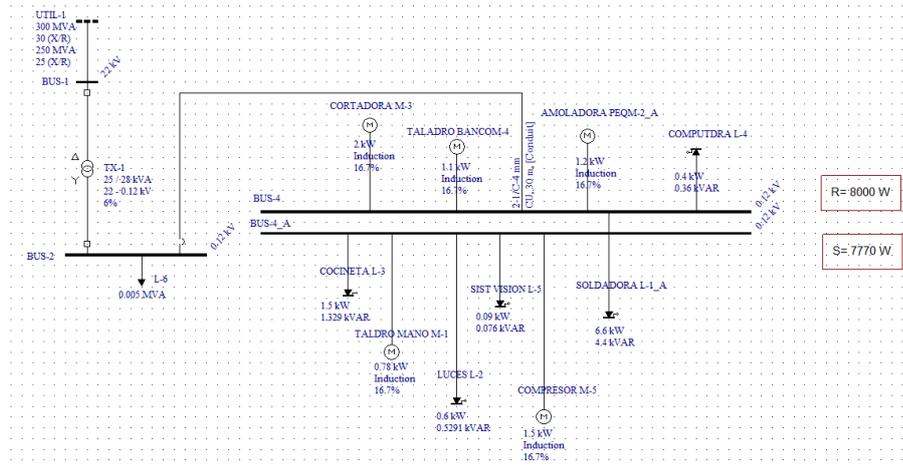


Ilustración 5.2 Diagrama unifilar proyectado.

Por tanto la soldadora queda conectada en una sola fase más la amoladora pequeña y, las cargas restantes balancearían relativamente en la otra fase.

5.6.1.2 Mejoramiento del factor de potencia y selección del banco de capacitores.

De acuerdo al analizador de redes utilizado, el factor de potencia está en el orden de $\cos \varphi = 0,6168$ por tanto, el sistema no está cubierto, está penalizado.

Respecto a la calidad de energía.

Transformador: $Pot_{m\acute{a}x} = 25 \text{ kVA}$

Medio Voltaje: $MV = 22 \text{ kV}$

%X (Impedancia): 5,5 %

$$V_n \leq 69 \text{ kV}$$

Valor tabulado análisis de distorsión, tabla 4.6

$$THD_v \leq 2,58 \%$$

$THD_v \leq 5 \%$, no hay dificultades de calidad de energía, con relación a la tensión.

Para la protección:

Calculando I_n :

$$I_n = \frac{P}{k * V * fp} \quad Ec. 4$$

$k=1$ monofásico

$V=120 V$ voltaje nominal.

$fp=0.92$ factor de potencia nominal.

$fo=1.25$ factor de ocurrencia maniobras.

$$I_n = \frac{15770}{2 * 120 * 0,92} = 71,42A$$

$$I_{ptc} = I_n * 1,25 \quad Ec. 5$$

$$I_{ptc} = 71,42A * 1,25 = 89,28A$$

$$I_{ptc} = 90A \text{ aprox}$$

En este caso podemos escoger 2 interruptores térmicos de $90 A$ para cada fase.

Tabla. 5.1 Resumen de consumidores en el TM-GM.
Fuente: Schneider Electric Perú, S.A./Conelec.

Consumidor	Potencia (watts)	Cos fi
Soldadora	6600	0,85
Compresor	1500	0,80
Taladro de banco	1100	0,55
Taladro de pequeño	780	0,80
Sistema de visión	90	0,70
Amoladora pequeña	1200	0,80
Cortadora de disco (Trozadora)	2000	0,80
Cocineta s/n	1500	0,85
Computadora	400	0,85
Iluminación	600	0,60
Total/Promedio.	15770	0,685

Tabla. 5.2 Equipos de mayor potencia y consumo eléctrico.

Equipo	Potencia (W)	Voltaje (V)	In (A)	Horas de	Energía (kW)	Iarrnqt (A)
Soldadora (Invsr)	6600	110	60,00	4	26,4	120
Compresor	1500	110	13,64	4	6	13,64
Cortadora de disco	2000	120	16,67	8	16	16,67
Taladro de banco	1100	110	10	8	8,8	10,00
Taladro pequeño	780	120	6,50	1	0,78	6,50
Amoladora pequer	1200	120	10	8	9,6	10,00
Cocineta elctrc s/n	1500	110	13,64	4	6	13,64
Sistema de visión	90	110	0,82	24	2,16	0,82
Computadora	400	110	3,64	8	3,2	3,64
Iluminación	600	110	5,45	8	4,8	5,45
Total	15770		140,35		83,74	200,35
	15,77					

De acuerdo a lo que se observa en la tabla anterior, es contraproducente un arranque simultáneo de todas las máquinas, ya que también se notaron desplazamientos grandes del detector de amperaje en la pantalla del Fluke. Sin embargo debido a la $Iarrnqt = 200,35$ de la tabla 5.2, es necesario instalar un interruptor térmico bipolar de $100 A$. para cada fase.

Para corregir el factor de potencia para todo el sistema.

a) Calculamos un banco de capacitores o compensador de potencia para todo el sistema, de la siguiente manera:

Según la tabla 4.5, 5.1 y 5.2, tenemos una potencia instalada de:

$$P = 15,77 \text{ kW}$$

Un factor de potencia, $\cos \phi$ promedio según los registros tabla 4.8, durante el proceso de fabricación de los módulos de andamios metálicos livianos es de:

$$\cos \phi = fp \quad E c.6$$

Cos ϕ medido: $\cos \phi = 0,6168$

Para llegar al $\cos \varphi = 0,98$ corregido después de la compensación, se le atribuye las dos centésimas al valor que paga el abonado; debemos adicionar a la P_{act} la cantidad de 1,062 kVAr por cada kW. Según la tabla L 14, de la guía de instalaciones eléctricas de la empresa *Shneider* (2013), cruzamos las diagonales:

Lo que da el valor de Q_{react} en:

$$Q_{react} = 15,77 * 1,062 \text{ kVAr}$$

$$Q_{react} = 16,747 \text{ kVAr}$$

$$Q_{react} = 17 \text{ kVAr aprox.}$$

Banco de capacitores de bajo costo y accionamiento manual.

Por tanto, a razón de \$40,00 por 1kW compensado, el banco cuesta:

Costo banco de compensación.

$$C_{bc} = cu * Q_{react} \quad Ec.7$$

$$C_{bc} = \$40/kVAr * 17 \text{ kVAr}$$

$$C_{bc} = \$680$$

Más el gasto de envío y colocación = \$20,00

El compensador alcanza un costo que bordea los \$700,00 que sería el valor que se tomaría para el cálculo financiero en la propuesta.

b) En segundo término, calculamos un banco de capacitores o compensador de potencia para la carga de mayor valor, de la siguiente manera:

Según los valores de placa de la soldadora, tenemos una potencia del equipo de:

$$P = 6,6 \text{ kW}$$

Un factor de potencia promedio según la tabla 5.1:

$$\text{Cos } \varphi = fp \quad \text{E c.8}$$

$$\text{Cos } \varphi = 0,85 \text{ Suelda eléctrica tabulado}$$

Para una compensación corregida, según la guía de instalaciones eléctricas Schneider (2013), se aspira al $\text{Cos } \varphi = 1$, para lo cual, debemos adicionar a la P_{act} la cantidad de 0,620 kVAr por cada kW. Según la tabla L 14, de la guía de instalaciones eléctricas de la empresa *Shneider* (2013), al cruzar las diagonales:

Lo que da el valor de Q_{react} en:

$$Q_{react} = 6,6 * 0,620 \text{ kVAr}$$

$$Q_{react} = 4,092 \text{ kVAr}$$

$$Q_{react} = 5 \text{ kVAr aprox.}$$

Costo banco de compensación.

Por tanto, a razón de \$40,00 por 1kW compensado, el banco cuesta:

Costo banco de compensación.

$$Cbc = cu * Q \quad \text{Ec.9}$$

$$Cbc = \$40/\text{kVAr} * 5 \text{ kVAr}$$

$$Cbc = \$200$$

Costo del banco de capacitores de accionamiento manual, alcanza un valor de \$200,00 este valor se toma para el cálculo financiero de la propuesta.

Respecto a la distorsión de voltaje, se utilizó la tabla 4.6 que corresponde a la norma IEEE-519, (1992). Con relación a la distorsión de voltaje no se presenta problema, $THD_v \leq 5 \%$, no hay dificultades de calidad de energía.

5.6.1.3 Simulación y descripción de la herramienta.

Para el buen uso de la energía eléctrica en las instalaciones del taller mecánico de la empresa TM-GM, se procedió a la simulación, mediante el uso del software *Easy Power*, modo *Demo*.

Es importante señalar que en un primer intento, de lograr una solución adecuada a la distribución del fluido eléctrico en el taller mecánico de la empresa; se trató de balancear las cargas en las dos fases, siguiendo el criterio de equilibrio de cargas. Es lo que podemos apreciar en las ilustraciones 5.1 y 5.2; para lo cual se realizaron varios ensayos en el simulador.

Sin embargo, los resultados no fueron los apetecidos. Por lo tanto se incluyó otro criterio, se privilegió a la carga de mayor valor, se introdujeron varios cambios, de tal manera que con la ayuda del simulador se obtuvieron los mejores resultados.

5.6.1.4 Propuesta de distribución de la red mejorada del TM-GM simulación con *Easy power*.

El simulador del programa *Easy power* modo *Demo*, permitió realizar varios ensayos, lo cual sirvió para introducir mejoras y, obtener un resultado satisfactorio.

Se procede a realizar el ensayo, generando la corrida tomando en consideración el diagrama unifilar mejorado de la red, se introduce un banco de capacitores con la finalidad de estabilizar el sistema. Para la simulación de la red se utilizó cada una de las cargas que corresponde a los consumidores del taller, adicionalmente el software asume la distribución y da su solución dentro de una sola línea, que se muestra en la ilustración 5.3

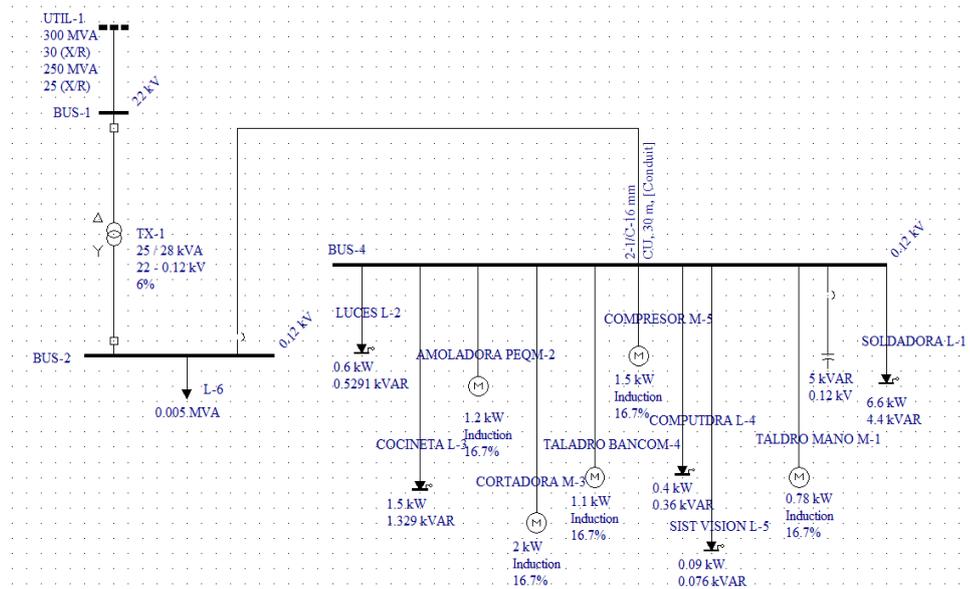


Ilustración 5.3 Distribución mejorada de energía TM-GM alimentación primaria 22 kV primera parte.

En esta ilustración 5.3 se observa la distribución de las cargas y donde se incluye el banco de capacitores en la red eléctrica.

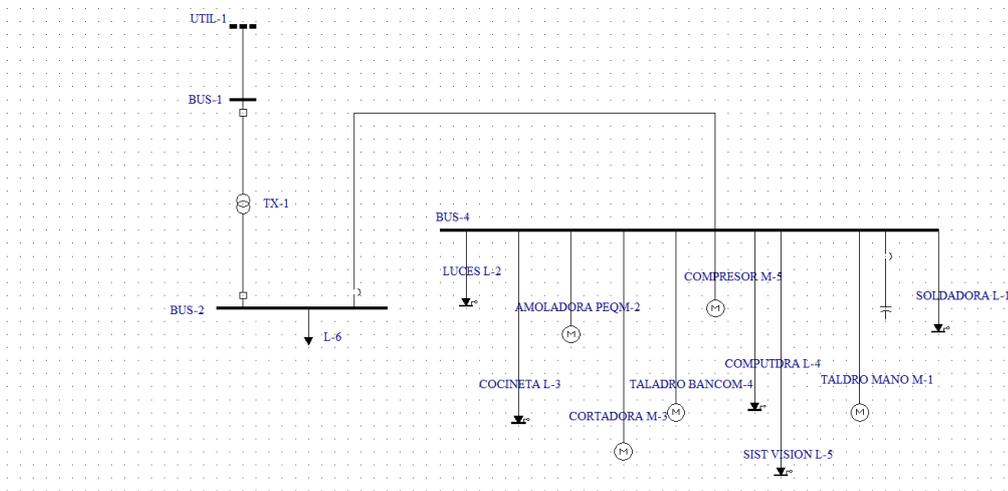


Ilustración 5.4 Estabilización red distribución energía eléctrica TM-GM, segunda parte.

En esta ilustración 5.4 no se observan anomalías en la distribución de las cargas en la red eléctrica.

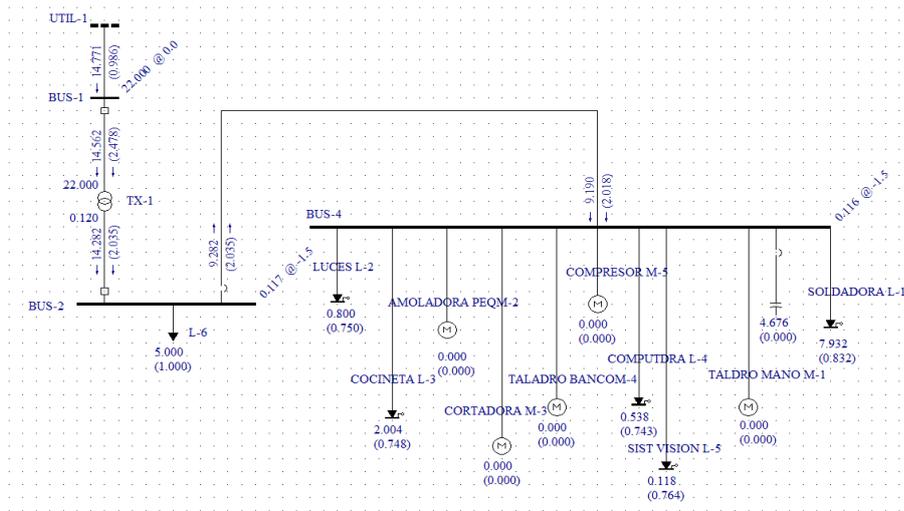


Ilustración 5.5 Estabilización red distribución energía eléctrica TM-GM, tercera parte.

En esta ilustración 5.5 se observa que la red mejorada presenta una distribución estable.

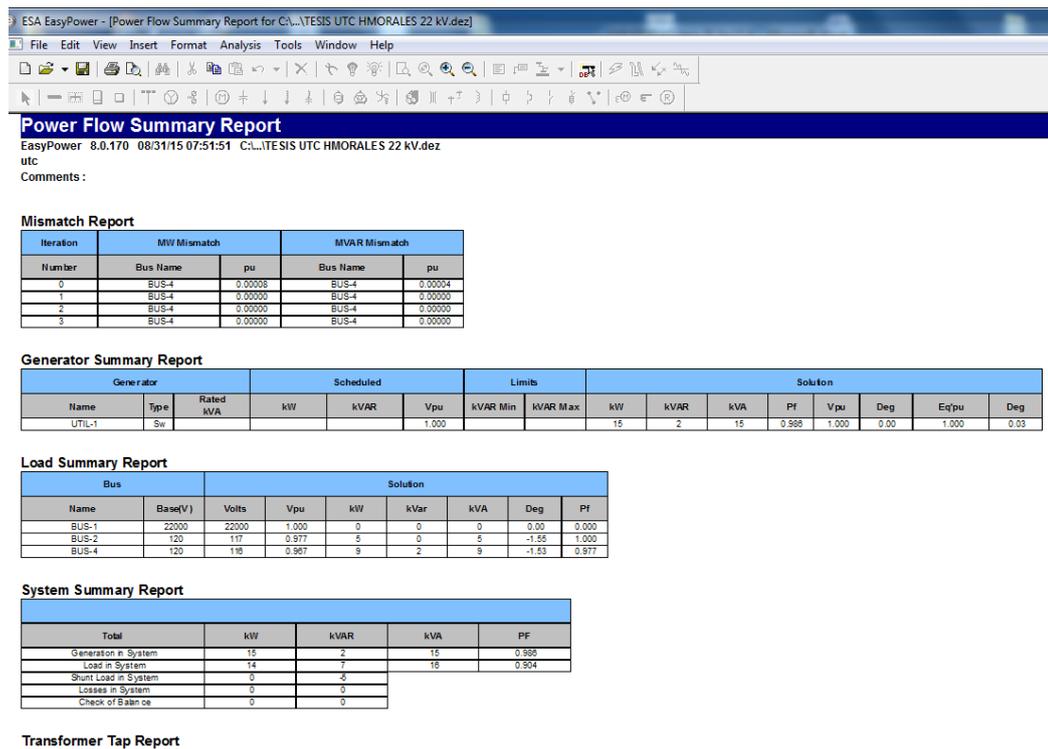


Ilustración 5.6 Reporte de red estabilizada a plena carga y mínimo nivel de capacitores, primera parte.



Transformer Tap Report

Transformer	Connection		Base(V)		Tap(V)		LTC Description							
	From Bus Name	To Bus Name	From	To	From	To	Type	LTC	LTC Type	Control Side	LTC Side	Control Value pu	Limits MinVolts	Limits Max Volts
Tx-1	BUS-1	BUS-2	22000	120	22000	120	2Vind	No						

Line Overload Report
Overload Threshold = 10.00 %

Line				Load			
From Bus Name	To Bus Name	Branch Name	Rated Amps	Load Amps	Loaded%	OverLoaded%	Comment
BUS-2	BUS-4	CABLE C 1_A	190.0	46.8	24.6%	-75.4%	

Transformer Overload Report

Transformer				Load			
Name	From Bus Name	To Bus Name	Load KVA	Rated KVA	Loaded%	OverLoaded%	Comment
Tx-1	BUS-1	BUS-2	16	29	52.8%	-47.2%	

Branch Losses Report

From Bus		To Bus		Losses	
Name	Base(V)	Name	Base(V)	kW	kVAR
BUS-1	22000	BUS-2	120	0.3	0.4
BUS-2	120	BUS-4	120	0.1	0.0
Total System Losses				0.4	0.5

Voltage Drop Report

From Bus		To Bus		Drop	
Name	Base(V)	Name	Base(V)		%
BUS-1	22000	BUS-2	120		2.3%
BUS-2	120	BUS-4	120		1.0%

Ilustración 5.7 Reporte de red estabilizada a plena carga y mínimo nivel de capacitores, segunda parte.

Como se puede apreciar, luego de varias simulaciones, se logró estabilizar el sistema, mediante la incorporación de un banco de capacitores en el bus 4 interno; el banco de capacitores de 5 kVAr se coloca junto a la carga no lineal de mayor demanda reactiva. Obteniéndose de esta manera, un estado de resultado para la propuesta planteada, con un $\cos \phi = 0,977$ satisfactorio, no hay violaciones con caídas de voltaje, el transformador está cargado en 52,8 % superior a la base del 40 %; desaparecieron las pérdidas en el bus 4 y se advierte su reducción en el sistema, están en el orden de 0,4 kW y 0,5 kVAr. Este fenómeno se atribuye al bajo caballaje de los motores, las variaciones se hacen presentes solo al momento del arranque de estos, pero en pocos segundos el sistema se estabiliza.

Luego de haber incrementado el factor de potencia de la red se puede determinar que la hipótesis queda comprobada y por tal razón la aplicación de un Plan Operativo de Gestión Energética para el taller TM-GM es viable y requiere su aplicación.

5.6.2 Propuesta de análisis económico para la nueva red de distribución eléctrica en el TM-GM.

Para este propósito se utiliza una matriz financiera, la misma que fue proporcionada para fines didácticos se basa en el software *Excel* versión 2010; es aplicable para la inversión que pretende realizar el TM-GM, ubicado en la parroquia Conocoto, cuya densidad poblacional de es de 60 000 habitantes, se reparte como se muestra en la tabla 5.3.

Tabla 5.3 Análisis de estimación de mercado.

Fuente: Plan de ordenamiento territorial GAD parroquial Conocoto.

PROVINCIA: PICHINCHA

CANTÓN: Conocoto

POBLACIÓN TOTAL		
MUJERES:	31.200	52%
HOMBRES:	28.800	48%
TOTAL:	60.000	100%

GRUPO EDAD 19 A 64 AÑOS		
TOTAL:	9.150	100%

AREA # 0501 CONOCOTO

Grupos de edad	Casos	%	Acumulado %
Menor de 1 año	1.096	2%	2%
De 1 a 4 años	4.737	8%	10%
De 5 a 9 años	6.431	11%	20%
De 10 a 14 años	6.263	10%	31%
De 15 a 19 años	6.143	10%	41%
De 20 a 24 años	5.515	9%	50%
De 25 a 29 años	5.029	8%	59%
De 30 a 34 años	4.349	7%	66%
De 35 a 39 años	3.850	6%	72%
De 40 a 44 años	3.223	5%	78%
De 45 a 49 años	2.791	5%	82%
De 50 a 54 años	2.308	4%	86%
De 55 a 59 años	1.976	3%	90%
De 60 a 64 años	1.654	3%	92%
De 65 a 69 años	1.532	3%	95%
De 70 a 74 años	1.133	2%	97%
De 75 a 79 años	875	1%	98%
De 80 a 84 años	619	1%	99%
De 85 a 89 años	327	1%	100%
De 90 a 94 años	111	0%	100%
De 95 a 99 años	32	0%	100%
De 100 años y m	6	0%	100%

60.000

Se puede apreciar una distribución significativa de clientes potenciales, que se traduce en un numérico del 50 %, según la nómina de porcentajes del cuadro anterior.

5.6.2.1 Análisis de demanda, oferta y de ventas.

Dentro de esta proyección de supuestos, el TM -GM cuenta con un análisis de demanda, oferta y de ventas como se indica en la tabla 5.4.

Tabla 5.4 Análisis de demanda, oferta y ventas.

ANÁLISIS DE DEMANDA (personas)		
HABITANTES TOTAL	Conocoto	60.000
SEGMENTO: 19 a 64 años	Conocoto	9.150
SEGMENTO: Preferencia	31%	2.880
DEMANDA POTENCIAL	20	144

Demanda total
2880 Total de visitas a TM-GM
2880
144,0 Solicitan andamios

ANÁLISIS DE PRECIO		
PRECIO PROMEDIO	Precio	\$ 80,00

Dólares

ANÁLISIS DE COSTOS		
COSTO	70%	\$ 56,00
		\$ 13.440,00

Diario
Anual

PROYECCIONES		
INDICE CRECIMIENTO POBLACIÓN	INEC	2,10%
INFLACIÓN	BCE	5%
CRECIMIENTO NEGOCIO		5%

anual
anual
anual

ANÁLISIS OFERTA		
N° Establecimientos	N°	6
Ventas Diarias	\$	80

Negocios (Competencia) Con el mismo tipo de servicio
Ventas diaria 260

ANÁLISIS VENTAS		
Diario	1	80
Mes	20	1.600
Año	240	19.200
Total Oferta	6	115.200
Precio Promedio	\$ 80,00	1.440

Dólares
Dólares 20
Dólares 240
Dólares
Clientes cubiertos por Oferta

Bajo un colectivo que comprende un total de 60000 habitantes de la parroquia Conocoto, se toma un segmento preferente del 31%, que significa 2880 visitas a las instalaciones del TM -GM, de los cuales 144, solicitan módulos de andamios.

A un precio de \$80 cada andamio, con un costo o gasto de \$56, alcanzando un total de \$13440 en gastos anuales.

5.6.2.2 Análisis de demanda insatisfecha.

Una proyección de demanda insatisfecha se observa en la tabla 5.5.

Tabla 5.5 Demanda insatisfecha.

CRITERIOS	ANÁLISIS DEMANDA					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
N° Potenciales Clientes	9.150	9.342	9.538	9.739	9.943	10.152
Precio Promedio	\$ 80,00	\$ 84,00	\$ 88,20	\$ 92,61	\$ 97,24	\$ 102,10
Ingreso promedio	\$ 732.000,00	\$ 784.740,60	\$ 841.281,16	\$ 901.895,47	\$ 966.877,04	\$ 1.036.540,53

CRITERIOS	ANÁLISIS OFERTA					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
N° Clientes atendidos	1.440	1.470	1.501	1.533	1.565	1.598
Ventas promedio	\$ 80,00	\$ 84,00	\$ 88,20	\$ 92,61	\$ 97,24	\$ 102,10
Ingreso promedio	\$ 115.200,00	\$ 123.500,16	\$ 132.398,35	\$ 141.937,65	\$ 152.164,25	\$ 163.127,69

CRITERIOS	ANÁLISIS DEMANDA INSATISFECHA					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Demanda Clientes	7.710	7.872	8.037	8.206	8.378	8.554
Precio Promedio	\$ 80,00	\$ 84,00	\$ 88,20	\$ 92,61	\$ 97,24	\$ 102,10
Demanda Monetaria	\$ 616.800,00	\$ 661.240,44	\$ 708.882,81	\$ 759.957,82	\$ 814.712,78	\$ 873.412,84

CRITERIOS	ANÁLISIS DEMANDA					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
N° Potenciales Clientes	9.150	9.342	9.538	9.739	9.943	10.152
Precio Promedio	\$ 80,00	\$ 84,00	\$ 88,20	\$ 92,61	\$ 97,24	\$ 102,10
Ingreso promedio	\$ 732.000,00	\$ 784.740,60	\$ 841.281,16	\$ 901.895,47	\$ 966.877,04	\$ 1.036.540,53

CRITERIOS	ANÁLISIS OFERTA					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
N° Clientes atendidos	1.440	1.470	1.501	1.533	1.565	1.598
Ventas promedio	\$ 80,00	\$ 84,00	\$ 88,20	\$ 92,61	\$ 97,24	\$ 102,10
Ingreso promedio	\$ 115.200,00	\$ 123.500,16	\$ 132.398,35	\$ 141.937,65	\$ 152.164,25	\$ 163.127,69

CRITERIOS	ANÁLISIS DEMANDA INSATISFECHA					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Demanda Clientes	7.710	7.872	8.037	8.206	8.378	8.554
Precio Promedio	\$ 80,00	\$ 84,00	\$ 88,20	\$ 92,61	\$ 97,24	\$ 102,10
Demanda Monetaria	\$ 616.800,00	\$ 661.240,44	\$ 708.882,81	\$ 759.957,82	\$ 814.712,78	\$ 873.412,84

La demanda insatisfecha está en el orden de los 7710 clientes, que representa un ingreso en el orden de los \$ 616 800,00.

5.6.2.3 Análisis de inversión.

Las inversiones al momento de realizar el programa dentro del plan de mejoras eléctricas mostradas en la tabla 5.6

Tabla 5.6 Análisis de inversión.

INVERSIONES			DEPRECIACIÓN AÑOS				
ACTIVOS FIJOS	MEDIDA	VALOR USD.	1	2	3	4	5
INFRAESTRUCTURA							
Terreno	600mts	-	-	-	-	-	-
Obra civil (construcción)	144 mts	-	-	-	-	-	-
SUBTOTAL		-	-	-	-	-	-
EQUIPAMIENTO							
Instalación eléctrica nueva	1	900,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Compensador de armónicos	-	-	-	-	-	-	-
Banco de capacitores	1	120,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Equipo de sonido	-	-	-	-	-	-	-
Muebles de oficina	-	-	-	-	-	-	-
Vitrinas y estanterías	-	-	-	-	-	-	-
Computadoras - Impresoras - Calculadora	1MES	100,00	100,00	-	-	-	-
Teléfonos - Celulares	-	6,67	2,22	2,22	2,22	-	-
Internet inalámbrico	-	16,67	5,56	5,56	5,56	-	-
Impresoras	TMJ, Matriciales, Multifuncional	-	-	-	-	-	-
material oficina	0	50,00	50,00	-	-	-	-
Sistema Operativo FENIX /Vision	-	-	-	-	-	-	-
SUBTOTAL		1.193,33	377,78	227,78	227,78	220,00	220,00
SUBTOTAL		1.193,33	377,78	227,78	227,78	220,00	220,00
OBSERVACIONES:		* ARRENDAMIENTO DE UNA COMPUTADORA POR UN MES DE USO.					

ACTIVOS DIFERIDOS		VALOR USD.	AMORTIZACIÓN				
			1	2	3	4	5
Gastos de constitución		-	-	-	-	-	-
***Gastos de instalación		567,40	-	-	-	-	-
SUBTOTAL		567,40	-	-	-	-	-
OBSERVACION:		*** NO ES UN ACTIVO ES GASTO CORRIENTE.					

CAPITAL DE TRABAJO	VALOR USD.
Capital de trabajo operativo	11.650,00
SUBTOTAL	11.650,00

INVERSIÓN TOTAL	VALOR USD.	
Activos Fijos	1.193,33	
Activos Diferidos	567,40	
Capital de Trabajo	11.650,00	
Subtotal	13.410,73	
Capital Propio	13.410,73	100%
Valor a financiar el proyecto	1.823,08	14%

El valor que se pretende financiar está en el orden de los \$ 1 823,08.

5.6.2.4 Análisis de ingresos.

Los ingresos que alcanza el TM-GM por concepto de ventas en andamios metálicos modulares se indican en la tabla 5.7

Tabla 5.7 Análisis de ingresos.

CRITERIOS	INGRESOS					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Clientes	7.710	7.872	8.037	8.206	8.378	8.554
Participación	14%	15%	15%	16%	17%	18%
Clientes Proyecto	1.079	1.102	1.125	1.149	1.173	1.198
Precio Promedio	\$ 80,00	\$ 84,00	\$ 88,20	\$ 92,61	\$ 97,24	\$ 102,10
Ingreso Anual	86.352,00	92.573,66	99.243,59	106.394,09	114.059,79	122.277,80
Ingreso Mensual	\$ 7.196,00	\$ 7.714,47	\$ 8.270,30	\$ 8.866,17	\$ 9.504,98	\$ 10.189,82

Los ingresos proyectados anuales por motivos de ventas son crecientes, superiores al 10 %.

5.6.2.5 Análisis de crédito.

El crédito con un monto de 1823,08 sin encaje, con un plazo máximo de 2 años.

Disponible en cooperativas con una tasa de descuento pasiva del 18 % y sin encaje, estos valores se muestran en la tabla 5.8

Tabla 5.8 Análisis de crédito.

CUOTA N°	FECHA	CUOTA MENSUAL	INTERES	CAPITAL	CAPITAL REDUCIDO
	-	-	-	-	\$1.823,08
1	10-ene-14	\$91,02	\$27,35	\$63,67	\$1.759,41
2	10-feb-14	\$91,02	\$26,39	\$64,62	\$1.694,79
3	10-mar-14	\$91,02	\$25,42	\$65,59	\$1.629,19
4	10-abr-14	\$91,02	\$24,44	\$66,58	\$1.562,62
5	10-may-14	\$91,02	\$23,44	\$67,58	\$1.495,04
6	10-jun-14	\$91,02	\$22,43	\$68,59	\$1.426,45
7	10-jul-14	\$91,02	\$21,40	\$69,62	\$1.356,83
8	10-ago-14	\$91,02	\$20,35	\$70,66	\$1.286,17
9	10-sep-14	\$91,02	\$19,29	\$71,72	\$1.214,44
10	10-oct-14	\$91,02	\$18,22	\$72,80	\$1.141,65
11	10-nov-14	\$91,02	\$17,12	\$73,89	\$1.067,75
12	10-dic-14	\$91,02	\$16,02	\$75,00	\$992,76
13	10-ene-15	\$91,02	\$14,89	\$76,12	\$916,63
14	10-feb-15	\$91,02	\$13,75	\$77,27	\$839,36
15	11-mar-15	\$91,02	\$12,59	\$78,43	\$760,94
16	11-abr-15	\$91,02	\$11,41	\$79,60	\$681,34
17	11-may-15	\$91,02	\$10,22	\$80,80	\$600,54
18	11-jun-15	\$91,02	\$9,01	\$82,01	\$518,53
19	11-jul-15	\$91,02	\$7,78	\$83,24	\$435,30
20	11-ago-15	\$91,02	\$6,53	\$84,49	\$350,81
21	11-sep-15	\$91,02	\$5,26	\$85,75	\$265,06
22	11-oct-15	\$91,02	\$3,98	\$87,04	\$178,02
23	11-nov-15	\$91,02	\$2,67	\$88,35	\$89,67
24	11-dic-15	\$91,02	\$1,35	\$89,67	\$0,00

<i>MONTO DEL CREDITO</i>	\$1.823,08
<i>TASA DE INTERES</i>	18,00%
<i>PLAZO (meses)</i>	24

Al final de la última cuota la deuda queda cancelada, ya que el capital queda reducido a cero.

5.6.2.7 Análisis de gastos.

Los gastos en mano de obra directa e indirecta se muestran en la tabla 5.10.

Tabla 5.10 Análisis de gastos.

GASTOS PERSONAL FIJO										
	CANTIDAD	SUELDO	*SUELDO	T. SUELDO	APORTE IESS	D. TERCER	D. CUARTO	F.RESERVA	T. MES	T.ANUAL
- Gerente Administrativo	1	600,00	200,00	200,00	24,30	16,67	24,33	16,67	281,97	3.383,60
- Asistente Contable	1	440,00	146,67	146,67	17,82	12,22	24,33	12,22	213,26	2.559,17
- Asistente Compras	0	-	440,00	-	-	-	-	-	-	-
- Jefe Administrativo	1	440,00	146,67	146,67	17,82	12,22	24,33	12,22	213,26	2.559,17
-** Auxiliar de ventas	1	292,00	97,33	97,33	11,83	8,11	24,33	8,11	149,71	1.796,58
- Bodeguero	0	-	292,00	-	-	-	-	-	-	-
REMUNERACION PRIMER AÑO									858,21	10.298,53

GASTOS PERSONAL TEMPORAL (1 MES) PROYECTO DE INVERSION										
	CANTIDAD	SUELDO	T. SUELDO	APORTE IESS	D. TERCER	D. CUARTO	F.RESERVA	T. MES	T.ANUAL	
Tecnólogo electrico	1	447,00	149,00	149,00	18,10	12,42	24,33	12,42	216,27	216,27
Planificador	1	761,07	253,69	253,69	30,82	21,14	24,33	21,14	351,13	351,13
- Auxiliar	0	350,00	116,67	-	-	-	-	-	-	-
REMUNERACION PRIMER AÑO									567,40	567,40

OBSRVACION: * % PARTICIPACION DE LOS GASTOS EN EL ORDEN DEL 33.33%(EMLC-GRUPO MATRIX DISPONE DE TRES LINEAS DE PRODUCCION)
(PARA EL ANALISIS SE ESTA CONSIDERANDO UNA SOLA LINEA DE PRODUCCION)

** PERSONAL DE MEDIO TIEMPO

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN	AÑOS				
	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018
Remuneraciones	8.501,95	8.927,04	9.373,40	9.842,07	10.334,17
Capacitación	200,00	210,00	220,50	231,53	243,10
Subtotal	8.701,95	9.137,04	9.593,90	10.073,59	10.577,27
GASTOS DE OPERACIÓN					
Arriendos	-	-	-	-	-
Depreciaciones	125,93	75,93	75,93	73,33	73,33
Amortizaciones	-	-	-	-	-
Mantenimiento y seguros	800,00	840,00	882,00	926,10	972,41
Energía eléctrica	27,00	28,35	29,77	31,26	32,82
Agua potable	5,00	5,25	5,51	5,79	6,08
Teléfono	15,00	15,75	16,54	17,36	18,23
Viáticos y movilización	400,00	420,00	441,00	463,05	486,20
Gastos de transporte	600,00	630,00	661,50	694,58	729,30
Papelería	16,67	17,50	18,38	19,29	20,26
Suministros diversos	100,00	105,00	110,25	115,76	121,55
Gastos de Publicidad y Propaganda	33,33	35,00	36,75	38,59	40,52
Otros Egresos	33,33	35,00	36,75	38,59	40,52
Subtotal	2.156,26	2.207,78	2.314,37	2.423,70	2.541,22
GASTOS DE VENTAS					
Remuneraciones	1.796,58	1.886,41	1.980,73	2.079,76	2.183,75
Subtotal	1.796,58	1.886,41	1.980,73	2.079,76	2.183,75
GASTOS FINANCIEROS					
Pago préstamo	1.092,19	1.092,19	-	-	-
Subtotal	1.092,19	1.092,19	-	-	-
TOTAL	13.746,97	14.323,42	13.888,99	14.577,05	15.302,24

Hay una distribución de gastos creciente entre 5 y 10 %, para cada ejercicio financiero.

5.6.2.8 Análisis de pérdidas y ganancias.

Estado de pérdidas y ganancias proyectadas a cinco años se puede visualizar en la tabla 5.11.

Tabla 5.11 Análisis pérdidas y ganancias.

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS					
Cuentas	2014	2015	2016	2017	2018
Ingresos Netos	86.352	92.574	99.244	106.394	114.060
Costo de Ventas	60.446	64.802	69.471	74.476	79.842
=UTILIDAD BRUTA EN VENTAS	25.906	27.772	29.773	31.918	34.218
(-) Gastos de Ventas	1.797	1.886	1.981	2.080	2.184
(-) Gastos de Operación	2.156	2.208	2.314	2.424	2.541
(-) Gastos de Administración	8.702	9.137	9.594	10.074	10.577
= UTILIDAD OPERATIVA	21.953	23.678	25.478	27.415	29.493
(+) Ingresos no operativos					
(-) Gastos financieros	1.092	1.092	-	-	-
(-) Otros Egresos	-	-	-	-	-
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	20.861	22.586	25.478	27.415	29.493
(-) Provisión para trabajadores 15%	3.129	3.388	3.822	4.112	4.424
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO A LA RENTA	17.731	19.198	21.656	23.303	25.069
(-) Provisión Impuesto Renta 24%	4.256	4.607	5.198	5.593	6.017
(=) Utilidad Neta	13.476	14.590	16.459	17.710	19.052

La utilidad es creciente, cercana al 10 % al final de cada ejercicio financiero.

5.6.2.9 Evaluación financiera.

En la tabla 5.12, se aprecia los índices, que se obtienen en esta corrida y representan varios objetivos.

Tabla 5.12 Análisis de evaluación financiera.

EVALUACIÓN FINANCIERA							
FLUJO DE EFECTIVO	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
RUBROS	AÑOS						
	0	1	2	3	4	5	
INGRESOS							
INGRESOS VENTAS		86.352	92.574	99.244	106.394	114.060	
TOTAL INGRESOS		86.352	92.574	99.244	106.394	114.060	498.623
EGRESOS O COSTOS							
PROVEEDORES		60.446	64.802	69.471	74.476	79.842	349.036
GASTOS OPERATIVOS		2.156	2.208	2.314	2.424	2.541	11.643
GASTOS ADMINISTRATIVOS		8.702	9.137	9.594	10.074	10.577	48.084
GASTOS DE VENTA		1.797	1.886	1.981	2.080	2.184	9.927
GASTOS FINANCIERO		1.092	1.092	-	-	-	2.184
DEPRECIACIÓN		378	228	228	220	220	1.273
INVERSION	13.410,73	-	-	-	-	-	-
TOTAL EGRESOS	13.410,73	74.571	79.353	83.587	89.273	95.364	422.148
FLUJO NETO DE CAJA	(13.410,73)	11.781	13.221	15.656	17.121	18.696	76.475
TASA DE DESCUENTO TMAR	18,00%						
VAN	\$32.599,97						
TIR	95,47%						
ANALISIS COSTO BENEFICIO							
VAN (INGRESOS)	\$304.800,81						
VAN (EGRESOS)	\$272.200,84						
ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO	1,12 Mayor a 1 es viable el proyecto						

Del análisis expuesto se puede deducir la viabilidad del proyecto puesto que la relación Beneficio/Costo es superior a la unidad.

5.6.2.10 Análisis de punto de equilibrio.

En la tabla 5.13, a partir del punto de equilibrio, no se presentan pérdidas y se visualiza la rentabilidad.

Tabla 5.13 Punto de equilibrio.

DATOS	
PRECIO UNITARIO	\$ 80,00
UNIDAD P.E.	933
INGRESO TOTAL DE P.E.	\$ 74.635,86
COSTO FIJO	\$ 74.571,15
COSTO UNIT. VARIABLE	\$ 0,07
COSTO TOTAL	\$ 74.571,22
MARGEN CONTRIBUCIÓN	\$ 79,93
PEQ = CF / (P - CVU)	932,95
VALOR EQUILIBRIO	\$ 74.635,86

CANTIDAD REQUERIDA PARA CUBRIR COSTOS	
COSTO TOTAL	74.571,22
PRECIO UNITARIO	80,00
CANTIDAD ANUAL	932
CANTIDAD MENSUAL	78

A	B	C=A*B	D	E	F=B*E
PRECIO VENTA UNIT.	CANTIDAD	INGRESOS TOTALES	COSTO FIJO	COSTO VAR. UNIT.	COSTO VAR.TOTAL
65,00	-	-	74.635,86	74.571,22	-
80,00	500	40.000,00	74.571,15	79,93	39.965,32
80,00	933	74.635,86	74.571,15	79,93	74.571,15
80,00	1.000	80.000,00	74.571,15	79,93	79.930,64
80,00	1.500	120.000,00	74.571,15	79,93	119.895,97
80,00	2.000	160.000,00	74.571,15	79,93	159.861,29



$$PEQ = \frac{CF}{P - CV}$$

$$PEQ = \frac{74.571,15}{80,00 - 0,07}$$

$$PEQ = \frac{74.571,15}{79,93}$$

$$PEQ = 932,95$$

Por encima de los 933 módulos de andamios metálicos livianos, ya se advierte rentabilidad.

5.6.2.11 Análisis del periodo de recuperación de capital.

Finalmente la inversión se recupera según los datos mostrados en la tabla 5.14.

Tabla 5.14 Recuperación de capital.

INVERSIÓN	13.410,73
PROMEDIO FLUJO DE CAJA	16.257,50

$$PRK = \frac{\text{Inversión}}{\text{Promedio Flujo de Caja}}$$

$$PRK = \frac{13.410,73}{16.257,50}$$

$$PRK = \boxed{0,825}$$

$$PRK = \begin{array}{l} - \text{ año} \\ \quad 9 \text{ meses} \\ \quad \quad 27 \text{ días} \end{array}$$

- años	
1	12 meses
0,825	X 9,89874331
9 meses	
1	30 días
0,89874331	X 26,9622993
27 días	

La inversión se recupera a los nueve meses y veintisiete días, el financiamiento se justifica para dos años.

5.6.3 Adopción de un sistema de gestión eficiente de energía (SGEn) en el TM-GM.

Para la adopción del sistema de gestión eficiente de energía en el TM-GM, se tomó como base, la norma ISO 50001 que contiene el manual para la implementación de un sistema de gestión de energía (SGEn), publicado por la organización Conuee / GIZ. 18. (Conuee/GIZ. 2014, pág. 1)

En el mencionado manual se indica que los Sistemas de Gestión de Energía (SGEn), implementados de forma continua y sistemática, constituyen una metodología para mejorar el desempeño energético, aparte de su tamaño o actividad. Los gastos de uso de energía son importantes en los costos operativos del TM-GM, la reducción de los costos operativos contribuyen a su competitividad.

Otros beneficios por la adopción de un SGEn, es la mejora de la imagen interna y externa mediante difusión, compromiso social y de medio ambiente. Con un costo efectivo de los gastos del TM-GM, se recuperará los gastos del SGEn de las actividades inherentes a su implementación.

El SGEn basado en la mejora continua Planear/Hacer/Verificar/Actuar (PHVA) para reducir costos e incrementar su competitividad, en adelante se toman los aspectos clave de un sistema de gestión de la energía, con base en los requisitos de la Norma Mexicana NMX-J-SAA-50001-ANCE-IMNC-2011, que equipara a la Norma Internacional ISO 50001: 2011, en lo particular, estos lineamientos se adoptan en el TM-GM ya que no cuenta con un SGEn.

5.6.3.1 Generalidades.

Los propulsores de la gestión de energía, necesarios son la seguridad energética, el desarrollo económico y la competitividad, el cambio climático y la salud pública. Acompañados de políticas públicas orientadas al ahorro y uso eficiente de la energía, incentivan la aplicación del SGEn.

5.6.3.2 Definición de un Sistema de Gestión de la Energía SGEN.

Un SGEN es una metodología para lograr la mejora sostenida y continua del desempeño energético en el TM-GM de manera costo-efectiva (Conuee/GIZ. 2014, pág. 14)

La implementación de un SGEN no debe ser un objetivo porque, lo importante son los resultados de todo el sistema.

El SGEN aportará los siguientes beneficios al TM -GM:

- Identificar, priorizar y seleccionar las acciones para mejorar el ejercicio energético, en función del potencial de ahorro y nivel de inversión
- Reducir costos al aprovechar al máximo los recursos energéticos.
- Inducir la productividad y el crecimiento (mínimo desperdicio).
- Fomentar mejores prácticas de gestión energética.
- Generar procesos de calidad de información en toma de decisiones.
- Integrar sistemas de gestión existentes.
- Desarrollar la organización.
- Generar una cultura organizacional.

Las acciones de implementación requerirán de pocos esfuerzos de inversión en sus inicios en el TM-GM, ya que la mayoría son medidas simples. A medida que el SGEN madure, el ahorro y uso eficiente de energía mejorará, por lo que se necesitará mayor inversión para acciones más complicadas.

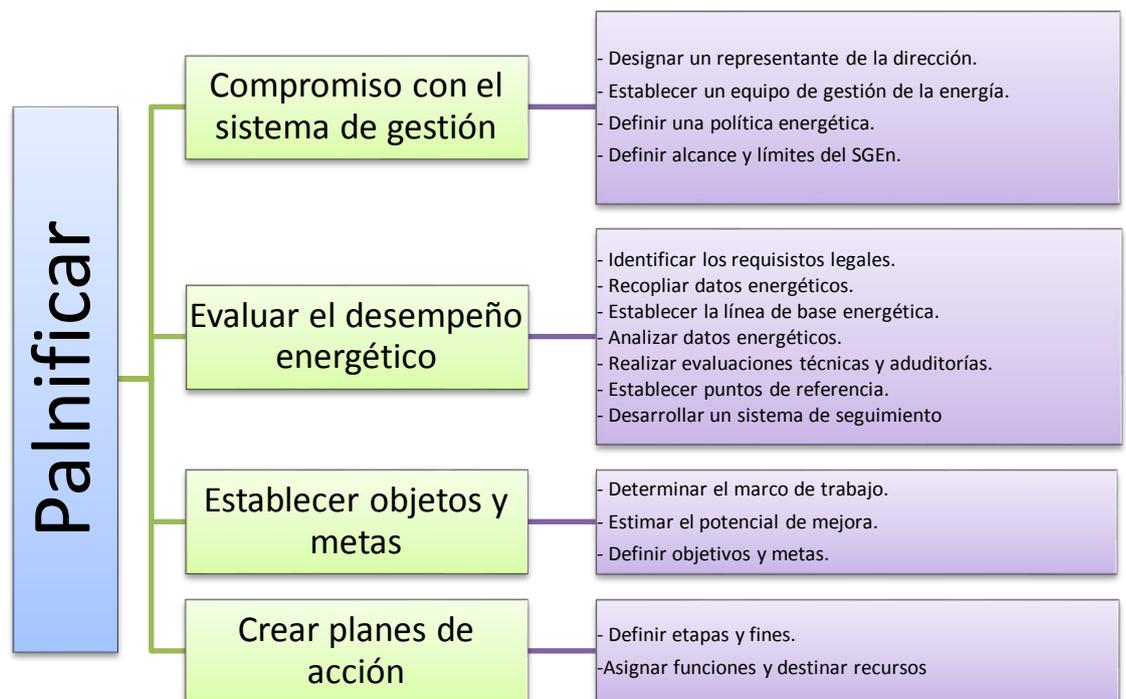
5.6.3.3 Aplicación del SGEN como gestión integral.

El TM-GM, incorporará un sistema de gestión como parte de la administración de su negocio, donde se recomendaría también la generación de sistemas de gestión

de la calidad ISO 9001, sistemas de gestión ambiental (14001) y sistemas de gestión en seguridad y salud ocupacional.

5.6.3.4 Metodología de implementación en la adopción del SGen del TM-GM.

La metodología comprende varias etapas, además de los pasos necesarios para la adopción del SGen en el contexto del ciclo de mejora continua Planear/Hacer/Verificar/Actuar.



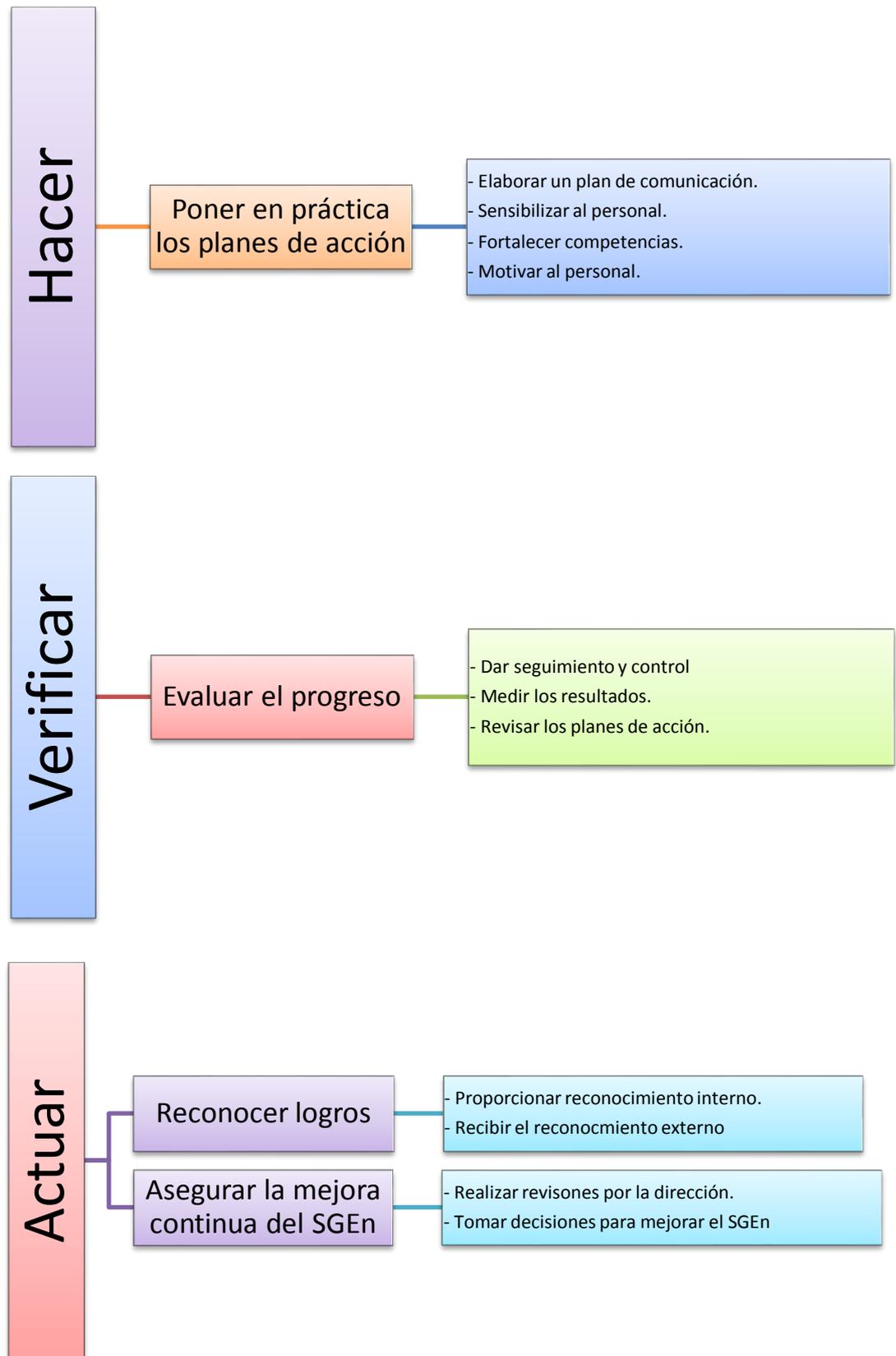


Ilustración 5.8 SGE en el ciclo de mejora continua.

ETAPA 1: COMPROMISO CON EL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA.

La dirección del TM-GM, difunde su compromiso, esto implica fijar recursos necesarios, tanto humanos como económicos para implementar el SGEN.

El gerente se compromete de manera oportuna, el dotar de todos los recursos necesarios para la aplicación del SGEN.

Representante de la dirección.

Al ser un taller con un número pequeño de personal el representante de la dirección será el Gerente General del TM-GM, con habilidades, competencias y autoridad asegurará que el SGEN se implemente y se mantenga en forma exitosa, llevando a cabo acciones de mejora continua. Mediante funciones adecuadas que aumenten la probabilidad de:

- Liderazgo.
- Coordinación de equipos de trabajo.
- Comunicación verbal y escrita.
- Experiencia o conocimiento de procesos de mejora continua con base en sistemas de gestión.
- Habilidades analíticas básicas para entender el desempeño energético.
- Administración del tiempo.
- Resolución de problemas.

Que incluyan como funciones clave:

- Identificar al personal que integrará el equipo de gestión de la energía.

- Coordinar y dirigir el programa de gestión de la energía en la organización.
- Establecer la comunicación entre las partes interesadas y la alta dirección.
- Sensibilizar sobre el tema de gestión de la energía.
- Proponer una política energética.
- Evaluar las oportunidades de reducción identificadas como consecuencia de una adecuada gestión de la energía.
- Gestionar la obtención de recursos para la operación, mantenimiento y mejora del SGEN.
- Asegurar la calidad de la información generada a través del tiempo.
- Identificar las necesidades de capacitación del personal involucrado.
- Fortalecer las competencias del personal de la organización.
- Evaluar, analizar y comunicar los resultados del SGEN.

Equipo de gestión de la energía.

El SGEN se basa principalmente en el trabajo de equipo. Su principal fortaleza es el aprovechamiento de las diversas habilidades y conocimientos de sus integrantes. El equipo de gestión de la energía aporta las siguientes fortalezas:

- Ofrece diferentes puntos de vista sobre temas de interés.
- Distribuye la carga de trabajo.
- Facilita la implementación.
- Apoya la toma de decisiones.
- Promueve una mayor aceptación.
- Mejora las perspectivas para mantener el sistema.

Es necesario establecer una adecuada distribución de funciones dentro del taller es así que se propone un organigrama el cual se muestra a continuación.



Ilustración 5.9 Organigrama del equipo de gestión de energía.

Para el taller TM-GM se establecerá un equipo de gestión de energía que estará conformado por, el Gerente propietario, un asistente administrativo, un representante de marketing y ventas y el representante del personal operativo.

Política energética de la empresa TM-GM.

El Sistema de Gestión Energética (SGEn) es aquella porción del sistema de gestión de la organización que se dedicará a desarrollar e implantar su política energética; también es importante mencionar que gestionará aquellas actividades, productos o servicios que participan del uso de la energía (aspectos energéticos).

A continuación se redacta la política energética que conducirá los destinos de la energía en la empresa taller mecánico Grupo-Matrix.



POLÍTICA DE LA GESTIÓN DE ENERGÍA TALLER TM-GM.

El **TM-GM** asume el compromiso de utilizar eficientemente la energía en sus instalaciones y actividades con el propósito de preservar los recursos naturales, reducir las emisiones atmosféricas, contribuir a mitigar los efectos del cambio climático y mejorar su posicionamiento competitivo.

El **TM-GM** impulsará los programas de eficiencia energética, asegurando que la organización trabaje de acuerdo a los principios establecidos en esta política.

El **TM-GM** establecerá objetivos y metas para la mejora del desempeño energético y la reducción de las correspondientes emisiones de GEI. Asimismo, se asegurará la disponibilidad de la información y los recursos necesarios.

El **TM-GM** mejorará de manera continua el uso de los recursos energéticos en sus instalaciones y actividades durante todo el ciclo de vida de las mismas, optimizando la tecnología y diseño de los procesos, así como la operación de las instalaciones, y apoyando la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes.

El **TM-GM** asegurará el cumplimiento de los requisitos legales vigentes, así como de aquellos otros requisitos relacionados con el desempeño energético, incluyendo:

- La eficiencia energética.
- El uso y consumo de la energía.

Promoviendo además, la adaptación de sus operaciones a los cambios que se pudieran producir en el marco regulatorio vigente.

El **TM-GM** establecerá estándares comunes de gestión en materia de eficiencia energética en todas las áreas y países en que opera.

Con el fin de promover la transparencia, El **TM-GM** proveerá periódicamente información sobre su consumo de energía, emisiones de GEI y grado de cumplimiento de las metas establecidas.

El **TM-GM** considera que “cumplir y hacer cumplir” esta política es responsabilidad de todas las personas que participan en la empresa.

Fecha: 10/08/2015

**Firma
Gerente General**

Ilustración 5.10 Política de la gestión de energía en el TM-GM.

Alcance y límites del SGen.

Para el alcance y límites del SGen, del TM-GM se sigue la metodología siguiente:

- a. El alcance estará en términos de la extensión de actividades en:
 - Oficina
 - Exhibición
 - Bodega
 - Espacio de trabajo

- b. Los límites físicos / organizacionales en términos de:
 - Sistemas de energía.
 - Procesos.
 - Equipos, herramientas manuales eléctricas.

ETAPA 2: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO.

El desempeño energético se considerará en el uso de la energía en procesos productivos o prestación de servicios de mantenimiento de equipos para la construcción, en las cantidades utilizadas de energía, necesaria para obtener una unidad de producto o servicio y las medidas disponibles para impulsar la eficiencia y el ahorro de energía. Por esta razón, en su proceso de mejora continua, el TM-GM elige las actividades que tengan impacto sobre su desempeño energético.

Para ello se propone los lineamientos para realizar la evaluación del desempeño energético, la que debe ser llenada por el equipo de gestión energética.

Tabla 5.15 Matriz de desempeño energético TM-GM.

MATRIZ DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO TM-GM					
ITEM	USO DE ENERGÍA	CONSUMO DE ENERGÍA	EFICIENCIA ENERGÉTICA	AHORRO DE ENERGÍA	PONDERACIÓN
Cargas eléctricas del taller.	Horas genera consumo de energía.	Consumo kW/h de las cargas.	Porcentaje de eficiencia tabla 5.1	(15%) Ahorro respecto línea base.	Desempeño energético 1 bajo. 5 alto.
Soldadora	8	52,8	0,85	7,92	5
Compresor	8	12	0,80	1,8	5
Taladro de banco	8	8,8	0,55	1,32	4
Taladro de pequeño	8	0,78	0,80	0,117	1
Sistema de visión	24	2,16	0,70	0,324	2
Amoladora pequeña	8	9,6	0,80	1,44	4
Cortadora disco abrsv	4	16	0,80	2,4	5
Cocineta s/n	8	6	0,85	0,9	4
Computadora	8	3,2	0,85	0,48	3
Iluminación	8	4,8	0,60	0,72	3

El desarrollo del SGEN requiere de planificación básica. Obteniendo la situación energética presente del TM-GM para realizar una comparación con los consumos pasados y futuros de energía.

Lo antepuesto, con el objeto de crear la Línea de Base Energética (LBE) en el TM-GM, con la finalidad de definir el parámetro inicial para evaluar los resultados obtenidos por la empresa.

Identificación de los requisitos legales.

Los requisitos legales son:

- Leyes nacionales (reglamentos).
- Normas Oficiales Ecuatorianas (INEN-CONECCEL), MEER, de carácter obligatorio.
- Normas Ecuatorianas, de carácter voluntario. ISO 50001:2009; INEN 47

- Normas de referencia (NRF), utilizadas por entidades gubernamentales AENOR.
- Especificaciones propias de la TM-GM. Normas de conducta.
- Manual de construcciones para instalaciones eléctricas empotradas del MEER.
- Programas voluntarios de eficiencia energética. Tomados de otras empresas.
- Programas de verificación/validación de GEI.

Recopilación de datos energéticos.

Esta actividad es parte de los procedimientos del TM-GM. Cuando el TM-GM se convierta en usuario con un alto consumo de energía.

Los pasos a tener en cuenta son:

- Nivel de detalle adecuado: recopilación puntual (equipos/ procesos) con mediciones directas o un simple análisis de planillas del TM-GM de servicios de energía.
- Identificar documentos de usos y consumos de energía: se puede recopilar las facturas de servicios energéticos, las lecturas de medidores y otros datos de uso y consumo.
- Recopilar datos operativos en instalaciones: para normalizar y comparar, se necesita recopilar datos no relacionados con la energía en las instalaciones correspondientes, como son: tamaño de la instalación, edificación, horas de operación, niveles de producción, etc.
- Conteo de todas las fuentes de energía: un inventario del energético comprado (electricidad) con sus respectivas unidades de energía (kWh).

Línea base energética.

Para la LBE es necesario determinar los elementos que presentan un consumo energético como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5.16 Línea base con indicadores de desempeño energético TM-GM.

LINEA BASE CON INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO TM-GM		
Consumo energético	Indicador desempeño energético IDEn	Unidades
Consumo de electricidad en un equipo determinado de la TM-GM. (ar 100,94 kW)	403,76 kWh/mes; 20,19 USD/mes	kWh/lote 80 maml
Herramientas manuales eléctricas. (80%)	323,01 kWh/mes; 16,15 USD/mes	kWh/ lote 80 maml.
Factor de potencia (sin compensar)	0,6168	Adim. (Penalizada)
Mes de mayor consumo (mes abril)	39,73	\$/mes
Ahorro energético (actual)	0 %	USD/año
Ahorro energético mensual (al 13 %).	0	USD/mes
Ahorro energético anual (al 13 %).	0	USD/año
Pérdidas de energía en la red, reporte <i>Easy Power</i> .	0,8	kW.
Pérdidas de energía en la red, reporte <i>Easy Power</i> .	0,6	kVAr

Análisis de los datos energéticos

Permite identificar las medidas de reducción del consumo energético y los usos significativos de la energía, dentro de los cuales se encuentran incluidos los procesos, sistemas o equipos considerados como relevantes por el equipo de gestión de la energía.

Tabla 5.17 Análisis de los datos energéticos del TM-GM.

ANÁLISIS DE LOS DATOS ENERGÉTICOS DEL TM-GM.			
Consumo energético	Indicador de desempeño energético	Comentario	Procedimiento
Consumo de electricidad en un equipo determinado de la TM-GM.(ar 100,94 kW)	403,76 kWh/mes; 20,19 USD/mes	Nivel de consumo.	Valor lecturas en contador lote 80 módulos andamios metálicos.
Herramientas manuales eléctricas. (80%)	323,01 kWh/mes; 16,15 USD/mes	Nivel de consumo.	Valor registrado 80 módulos de andamios metálicos.
Factor de potencia (sin compensar)	0,6168	Valor de factor de potencia.	Se recomienda el Fluke y uso del Software EASY POWER
Factor de potencia (compensado)	0,977	Valor de factor de potencia.	Se recomienda el Fluke y uso del Software EASY POWER
Mes de mayor consumo (abril)	39,73 USD	Valor pagado.	Se acude a las planillas de facturación de la distribuidora EEQ.
Ahorro energético (actual)	0 %	No se registra ahorro.	Situación en estado actual ningún nivel de ahorro.
Ahorro energético mensual (al 13 %).	52,49 kWh; 2,62 USD	Ahorro mensual.	Nivel de ahorro mensual sugerido.
Ahorro energético anual (al 13 %).	629,88 kWh; 31,49 USD	Ahorro anual.	Nivel de ahorro anual sugerido.
Pérdidas de energía en la red. Reporte Easy Power.	0,5 kW	Energía perdida.	Nivel de pérdidas de energía.
Pérdidas de potencia reactiva en la red. Reporte Easy Power.	0,4 kVAr	Potencia reactiva.	Nivel de pérdidas de potencia reactiva presentes en la red.

Evaluación técnica y auditoría en el TM-GM

La línea base energética del TM-GM y el desempeño energético es información necesaria para llevar a cabo una auditoría o revisión energética.

Las auditorías energéticas, son exámenes exhaustivos llevados a cabo por profesionales de la energía y/o ingenieros que evalúan el rendimiento real de los sistemas y equipos de una instalación en el TM-GM, contra su nivel de rendimiento de diseño o en contra de la mejor tecnología disponible. La diferencia entre éstos es el potencial de ahorro energético y la reducción de costos de operación y mantenimiento.

Los pasos principales para la realización de evaluaciones técnicas y auditorías en el TM-GM son:

- Formar un equipo de expertos en el TM-GM, que cuenten con la competencia para cubrir todos los sistemas que utilizan energía. Es recomendable incluir a los ingenieros, especialistas en sistemas, y elementos de soporte. El apoyo externo es útil y ofrece una perspectiva objetiva o experta.
- Planificar y desarrollar una estrategia, que identifica y prioriza los sistemas de evaluación, asigna a los miembros del equipo las tareas y las fechas de finalización de las actividades. Utiliza los resultados de la evaluación comparativa para identificar rendimientos bajos de instalaciones en el TM-GM cuyos equipos y sistemas deben ser objeto de una evaluación más exhaustiva.
- Redactar un informe final, con base en los resultados de la auditoría en el TM-GM, que describa el proceso adecuado para reducir el consumo de energía y mejorar el desempeño energético. Incluir en el informe recomendaciones de medidas operativas o ajustes en la operación de equipos. De igual forma realizar un balance financiero donde se estiman los recursos necesarios en el TM-GM, para completar las actividades incluidas dentro del proceso.

De la auditoría o evaluación técnica se derivan acciones que el TM-GM implementará como operaciones en el día a día para fines de mejora de su desempeño energético.

Se recomienda que para la evaluación técnica y auditoría se use el analizador de redes que permite determinar valores puntuales del desempeño energético de cada una de las cargas.

Punto de referencia

Con puntos de referencia del desempeño energético del TM-GM para poder compararse con:

- Un desempeño pasado: una comparación actual contra un desempeño histórico establecido en una línea de base energética.
- Promedio de la industria: con base en indicadores de desempeño, como promedios de algún sector específico.
- Mejores desempeños: comparación con los mejores de la industria o sector, no con promedios.
- Mejores prácticas: la comparación cualitativa de algunas prácticas consideradas como las mejores en la industria y/o sector.

Los pasos clave en la evaluación del TM-GM son:

- Determinar el nivel de evaluación comparativa (por ejemplo, los equipos, las líneas de proceso, instalaciones del TM-GM).
- Desarrollar indicadores.
- Llevar a cabo las comparaciones.
- Seguimiento de rendimiento en el tiempo.

Se sugiere que esta investigación sea tomada en cuenta como un punto de referencia ya que se ha iniciado un estudio de las condiciones del taller TM-GM y se propone la aplicación de este sistema de gestión energética.

Seguimiento para el TM-GM

- **Alcance:** el sistema de seguimiento se encuentra determinado por el tamaño y nivel de información recolectada, así como la frecuencia con la que se miden, registran y analizan los datos energéticos.
- **Mantenimiento:** el sistema de seguimiento debe ser fácil de usar, actualizar y mantener.
- **Reporte y comunicación:** utilizar sistemas de seguimiento que puedan comunicar y motivar dentro del TM-GM, a las partes interesadas del desempeño energético. El desarrollo de formatos debe considerar que la información que se plasma es comprensible a todos los niveles del TM-GM.

El sistema de seguimiento en el TM-GM, permite analizar las desviaciones y cambios de los siguientes aspectos clave:

- Datos energéticos.
- Uso del Sistema de energía.
- Indicadores de eficiencia energética.
- Variables relevantes.

Al final de la evaluación del desempeño energético en el TM-GM, se obtiene lo siguiente:

- Clasificación del consumo actual de energía por las instalaciones y líneas de producción.
- Identificación de las instalaciones de alto desempeño para el reconocimiento y prácticas replicables.

- Priorización de las instalaciones de bajo desempeño para la implementación de mejoras inmediatas.
- Comprensión de la contribución de los gastos de energía en los costos operativos.
- Desarrollo de una perspectiva histórica y el contexto de las acciones y decisiones futuras.
- Establecimiento de puntos de referencia para la medición y reconocimiento a buenos desempeños.

ETAPA 3: OBJETIVOS Y METAS.

Marco de trabajo

El alcance de los objetivos de desempeño incluye varios niveles del TM-GM, así como diversos periodos de tiempo para la culminación de las metas.

El nivel organizacional del TM-GM en el que se establecerán los objetivos de rendimiento depende de la naturaleza del TM-GM y de cómo se utiliza la energía. Los niveles organizacionales más comunes para el establecimiento de objetivos son:

- **Toda la organización.** Los objetivos que abarcan a toda el TM-GM proporcionan un marco para la comunicación del éxito de la gestión de la energía ante los actores internos y externos involucrados.

- **Por instalación.** En este nivel, los objetivos pueden variar de acuerdo con el rendimiento concreto por cada instalación, con base en los resultados obtenidos en la comparación o en una auditoría energética.
- **Los objetivos al nivel de instalación.** Son establecidos para cumplir las metas del TM-GM.
- **Por proceso o equipo.** El TM-GM puede encontrar útil el establecimiento de metas concretas para líneas de proceso y equipos cuando el consumo de energía se concentra en áreas específicas.

Potencial de mejora.

- Revisar los datos de rendimiento para evaluar el desempeño y el establecimiento de la línea de base.
- Compara un patrón de medida y evalúa la oportunidad de mejora.
- Evaluar los proyectos pasados y mejores prácticas para transferir estas prácticas a otras partes del TM-GM.
- Revisar las auditorías y las evaluaciones técnicas con el objeto de reducir el consumo de energía identificado durante las evaluaciones técnicas y auditorías de instalaciones con un bajo desempeño.
- Vincular los objetivos estratégicos del TM-GM, objetivos operacionales estratégicos y reducciones de costos para la fijación de metas.

Objetivos y metas.

Los objetivos son reconocidos por la alta dirección como una misión para todo el TM-GM. Por otro lado, el establecimiento de plazos apropiados y realistas para

los objetivos asegura que estos sean relevantes y promuevan el cambio. Una combinación de objetivos de corto y largo plazo es eficaz.

Objetivos de corto plazo (3 meses).

- Disminuir el consumo de energía con el mismo lote de producción.
- Que el personal desarrolle una cultura de ahorro de energía.
- Capacitar a los trabajadores en normas referentes a la eficiencia energética.

Objetivos de largo plazo (1 año).

- Incrementar la producción bajo índices menores de consumo de energía
- Lograr un ahorro en el consumo de energía cercano o por debajo del 15%.
- Lograr un sistema de gestión energética consolidado en el tiempo

La forma más común de expresar metas incluye:

- **Reducción definida:** las metas energéticas se presentan en términos de una cantidad o porcentaje específico de disminución en el consumo de energía, como por ejemplo, una reducción del 15 % en consumo.
- **Mejor desempeño:** este objetivo apunta a un nivel de desempeño en comparación con un punto de referencia.
- **Mejora de la eficiencia:** las metas se expresan como una reducción en la intensidad energética o de un indicador de desempeño energético.
- **Impacto ambiental:** estos objetivos se traducen en ahorro de energía con la consecuente disminución de emisiones de ser el caso, en este ámbito se al establecerse una mejora de la red eléctrica, el impacto ambiental es relativamente bajo.

ETAPA 4: PLANES DE ACCIÓN EN LA TM-GM.

Con los objetivos y metas, la TM-GM se encuentra preparada para el desarrollo de una hoja de trabajo para la mejora del desempeño energético, misma que es la base para la creación de los planes de acción.

El alcance y el tamaño de los planes de acción dependen del TM-GM, su desarrollo comprende los siguientes pasos.

Etapas y fines.

Cada plan de acción debe incluir su objetivo y metas específicas, así como las etapas que contempla.

Asignación de funciones y recursos

Un plan de acción debe definir el objetivo del mismo, las metas, las acciones específicas, el responsable para cada acción, la fecha compromiso, los recursos necesarios, así como el plan de verificación de las metas y objetivos.

Tabla 5.18 Plan de acción en el TM-GM.

ASPECTOS RELEVANTES DEL PLAN DE ACCIÓN EN EL TM-GM					
Objetivo	Meta	Actividad dentro del Plan de Acción	Indicadores de desempeño energético.	Control operacional	Medición y seguimiento.
Área donde se planea reducir (uso de	Cuantificación. 3 Áreas de trabajo.	Actividades. Encendido de luces, tiempos muertos,	IDEn asociado(s) 5,47 kW/Producto	Especificación, hoja de trabajo, instrucciones.	Parámetros que se le dará seguimiento. 20

energía)	Oficinas de ventas y exhibición.	interrupciones.	(módulo terminado)	Hoja Excel con los consumidores.	maml/ semana
Reducir el consumo de electricidad	15 % de ahorro 5 % consumo	Programa de capacitación para operadores.	0,757 kW/Producto (módulo terminado)	Instrucciones de trabajo. Planificación de operaciones.	Rendimiento de la energía. 90%.

Se recomienda que el plan de acción contenga los siguientes ítems:

- Introducción
- ¿Por qué un plan para ahorrar energía?
- Plan de acción de ahorro de energía
 - Ámbito de aplicación
 - Características del plan
 - Bases del plan
 - El consumo energético
 - Objetivos del plan
 - Medidas y actuaciones
 - Descripción de las medidas priorizadas
- Anexos
 - Listado de medidas y actuaciones no priorizadas
 - Personas implicadas en la ejecución del plan
 - Ayudas
 - Plantilla de programación de actuaciones

ETAPA 5: PONER EN PRÁCTICA LOS PLANES DE ACCIÓN.

Plan de comunicación en el TM-GM.

Es dar a conocer información relevante sobre el desempeño energético de la TM-GM. La comunicación interna refuerza el compromiso de los empleados con la política energética y motiva para el logro de los objetivos y metas. En cuanto a la comunicación externa, existen diversos motivos por los que el TM-GM debe comunicar sobre su desempeño energético o su SGE_n, dentro de los cuales se encuentran:

- Cumplimiento con requisitos legales.
- Satisfacer a aliados estratégicos.

Dicho plan reflejará, de manera transparente, los logros obtenidos por el TM-GM. Para asegurar una comunicación eficiente, deben considerarse los siguientes aspectos:

- Definir los medios adecuados y relevantes de difusión.
- Identificar la información necesaria a comunicar.
- Adaptar los mensajes a transmitir, dependiendo de cada nivel del TM-GM.

Sensibilización del personal de TM-GM.

Acciones generales de sensibilización en el TM-GM.

Conviene elaborar campañas de sensibilización y de participación de todos los colaboradores. Al desarrollar una estrategia de sensibilización, es recomendable centrarse en los aspectos clave del SGEN:

- La importancia del uso y consumo de energía para el TM-GM
- Los impactos asociados a los usos y consumos de energía para la el TM-GM (financieros, ambientales, etc.).
- Las metas y objetivos definidos por la organización.
- Los planes de acción desarrollados para la mejora del desempeño energético.
- Los mecanismos definidos para realizar el seguimiento y evaluación de los resultados obtenidos.

Los mecanismos útiles para el establecimiento de una estrategia de sensibilización, son:

- **Programas de orientación para empleados:** proporcionan información básica del TM-GM, sobre el uso de energía y pueden estar dirigidos a nuevos empleados.

- **Campañas de difusión:** permiten dar a conocer a distintos tipos de usuarios los resultados e información relevante sobre el SGE_n del TM-GM. Entre los medios más utilizados para dichos fines se encuentran:
 - Carteles y anuncios en áreas comunes que traten sobre el uso de energía. Afiches
 - Sitios de intranet e internet para publicar información sobre el uso de la energía, sus impactos ambientales y opciones de ahorro de energía. Avisos en los ordenadores.
 - Foros y conferencias dirigidos a los empleados con información sobre las actividades y los resultados de desempeño energético obtenidos por el TM-GM. Video conferencias.

Acciones particulares de sensibilización en el TM-GM.

Las acciones particulares de sensibilización están dirigidas a los involucrados en la operación del SGE_n, enfocándose en mejorar la comprensión sobre los planes de acción y variables que influyen en el desempeño energético del TM-GM. Por esta razón, la sensibilización del personal involucrado con el SGE_n refuerza el compromiso con el TM-GM y asegura una práctica de calidad con visión de largo plazo.

Al momento de desarrollar la estrategia particular de sensibilización, se recomienda tomar en consideración los siguientes aspectos:

- **Resumen de estadísticas:** incluye datos sobre usos y consumos de energía, como también sobre los costos asociados a la misma;
- **Fuentes de energía:** considera información sobre las fuentes de energía utilizadas en el TM-GM (matriz energética); y
- **Consumos de energía en los equipos:** información sobre el rendimiento energético de los equipos, procesos y sistemas que los empleados utilizan regularmente como parte de su trabajo.

Fortalecimiento de las competencias en el TM-GM.

Paso 5.3 Fortalecer competencias en el TM-GM.

Una vez que se han completado las acciones generales y particulares de sensibilización, es recomendable generar una estrategia con ayuda de la alta gerencia y todos quienes son parte del TM-GM. Dicha estrategia debe estar enfocada a dos objetivos principales:

- Identificar las necesidades de capacitación.
- Desarrollar los programas de capacitación correspondientes.

Identificar necesidades de capacitación en el TM-GM.

Es diferenciar el perfil de las personas a las que estará dirigida la capacitación. Lo anterior ayudará a determinar contenidos, estructura y duración de dichas capacitaciones. En términos generales, suelen identificarse tres perfiles típicos de personal al interior del TM-GM.

Tabla 5.19 Perfiles en el TM-GM.

PERFILES GENERALES IDENTIFICADOS EN EL TM-GM			
Tipo de perfil	Característica	Enfoque de capacitación	Capacitación transversal
1er nivel Dirección/ Gerencial	Representante del SGEn	Impulso a las habilidades de gestión, manejo de grupos y planeación estratégica. Desarrollo de capacidades en materia de gestión de la energía, requisitos y aspectos clave del SGEn.	Sensibilización sobre el contexto de la gestión de la energía. Impactos asociados al uso y consumo de energía. Desempeño energético.
2do nivel Administrativo	Integrante del equipo de gestión de la energía	Enfoque técnico sobre identificación, priorización y selección de medidas de eficiencia energética, interpretación y comunicación de resultados. Desarrollo de capacidades en materia de requisitos y aspectos	Eficiencia energética. Procesos de recopilación, comunicación, transformación, análisis y reporte de información y resultados.

		clave del SGEEn.	
3er nivel Operativo	Encargado de aplicar los planes de acción.	Enfoque técnico sobre controles operacionales y mejores prácticas. Enfoque general sobre requisitos y aspectos clave del SGEEn.	

ETAPA 6: EVALUACIÓN DEL PROGRESO.

Seguimiento y Control.

Un sistema de evaluación continua permite identificar oportunamente las acciones necesarias para asegurar el cumplimiento de los objetivos de desempeño energético establecidos por el TM-GM.

El SGEEn en el TM-GM, es eficaz con información representativa y de calidad. Los datos son recopilados en un intervalo de tiempo que permita visualizar los progresos del sistema. Es recomendable es definir periodos de consolidación semanales y mensuales.

El análisis de la información obtenida identifica los siguientes aspectos:

- Nivel de progreso alcanzado.
- Barreras identificadas.
- Beneficios obtenidos.

Medición de los resultados

Contempla un plan de verificación para evaluar y validar los resultados obtenidos.

Los aspectos clave son:

- Recopilar datos sobre el consumo de energía y los costos asociados.
- Comparar el desempeño energético con la línea de base energética.
- Comparar el desempeño contra los objetivos establecidos.
- Comparar los resultados entre pares (benchmarking) y, si es posible, con competidores para establecer un entendimiento sobre el nivel de desempeño energético en el que se encuentra el TM-GM.

El logro de un desempeño energético mejorado es el resultado del análisis del desempeño energético actual y del diseño, además de la aplicación y seguimiento a los planes de acción elaborados por el TM-GM.

Revisión de los planes de acción en el TM-GM

La revisión de los planes de acción en el TM-GM, identifica áreas de oportunidad para el diseño o actualización de futuros planes y, la detección de buenas prácticas para análisis y documentación, debe incluir:

- Analizar los planes de acción: solicitar la retroalimentación del equipo de gestión de la energía y de todos los involucrados con la aplicación de estos planes.
- Identificar los factores críticos asociados al cumplimiento o incumplimiento de los objetivos y metas.
- Cuantificar los beneficios adicionales, tales como confort de los empleados, mejoras en la productividad, impacto en las ventas, gastos de operación y mantenimiento, entre otros.

La revisión de los planes de acción permite:

- Crear una visión hacia la aplicación de nuevas acciones (tecnologías, prácticas, programas).
- Evitar repetir errores con actividades que no efectivas.
- Evaluar la efectividad de los recursos utilizados para la ejecución de los planes de acción (sistemas, herramientas, etc.).
- Proporcionar al personal la oportunidad de contribuir y entender el proceso de gestión de la energía.
- Generar aprendizajes que impulsan la mejora continua del SGE.

ETAPA 7: RECONOCIMIENTO DE LOGROS EN EL TM-GM.

Este reconocimiento se busca ante partes interesadas que se encuentren fuera de las fronteras del TM-GM, pues mejora el posicionamiento competitivo y la reputación del TM-GM.

Reconocimiento interno.

Reconocer los logros individuales y de los equipos responsables en el TM-GM es clave, para mantener el apoyo y soporte para iniciativas de gestión de la energía. Recompensar esfuerzos particulares es un ejemplo que motiva a los integrantes del TM-GM a través de una mayor satisfacción en el trabajo. El reconocimiento puede fortalecer la moral de todas las personas involucradas en la gestión de la energía.

Estos reconocimientos pueden estar dirigidos a:

- El personal a nivel individual: reconocer las contribuciones y los logros de las personas al SGE en el TM-GM.
- Los equipos responsables: reconocer los logros de los equipos, departamentos y otros grupos dentro del TM-GM.

- Una instalación: recompensar los logros o el desempeño de una instalación completa en el TM-GM.

Criterios de reconocimiento, aquellos enfocados a:

- Las mejores ideas sobre ahorro de energía.
- La mayor reducción de consumo de energía.
- El aumento de los ahorros por costo.

Reconocimiento externo.

Obtener el reconocimiento de un organismo de evaluación de tercera parte sobre los resultados del SGE_n, implementados por el TM-GM, proporciona un respaldo a la mejora de su imagen pública y al incremento de su competitividad. Una reputación sólida contribuye a mejorar las ventajas competitivas ante: clientes, inversionistas, consumidores, gobierno, etc.

Maneras de lograr el reconocimiento externo al SGE_n del TM-GM se citan a continuación:

- Participación en programas voluntarios impulsados por el sector gubernamental, asociaciones, etc.
- Certificación del SGE_n en el TM-GM, como elemento que brinde respaldo y sustento ante partes interesadas.

ETAPA 8: ASEGURAMIENTO DE LA MEJORA CONTINUA DEL SGE_n EN EL TM-GM.

La evaluación de los resultados consolidados del sistema corresponde a la alta dirección en el TM-GM.

Revisiones por la dirección.

Para que esta revisión tenga éxito en el TM-GM, es necesario que se realice poco después de haber concluido el primer ciclo de ejecución de los planes de acción, una vez que se han obtenido los primeros resultados y beneficios tras el diseño e implementación del SGEEn.

Aspectos clave que son tratados en una revisión por la alta dirección son:

- Resultados de desempeño energético en el TM-GM, incluyendo las tendencias de facturas, registros o bitácoras en las que se documentan los progresos relacionados.
- Análisis del cumplimiento de objetivos y metas.
- Barreras y oportunidades de mejora identificadas.
- Revisión de la política energética.
- Revisión de los requisitos legales.
- Planes de acción para futuros periodos.

Paso 8.2 Decisiones para mejorar el SGEEn.

Los resultados de la revisión por parte de la dirección deben incluir todas las decisiones y acciones para garantizar una mejora continua y que se relacionen con:

- El desempeño energético del TM-GM.
- La política energética.
- Los IDEn.
- Los objetivos, metas u otros elementos del SGEEn, consistentes con el compromiso del TM-GM con la mejora continua y la asignación de recursos.

Un SGEEn no es un proyecto, sino un proceso de mejora continua, que debe ser reforzado año con año. En la medida en que el TM-GM fortalece el desarrollo de sus capacidades y transita hacia una ruta de madurez, permite un desempeño

energético sostenido y una cultura laboral sólida, enfocada y comprometida con la empresa.

5.7 Conclusiones de la propuesta.

- Se logró alcanzar los niveles de factor de potencia elevándolo de 0,6168 al nivel de 0,977.
- Una reducción de pérdidas de potencias significativa en el orden de los 0,8 kW y 0,6 kVAr hasta 0,4 kW y 0,5 kVAr.
- Se propuso para el TM-GM, un plan de mejoras de gestión energía con características adecuadas a la empresa.
- Este programa será adoptado por el TM-GM, para favorecer la economía y tecnología al utilizar un sistema de distribución de energía eléctrica eficiente.
- La caracterización energética del TM-GM es de gran valor para dicha empresa, puesto que se convierte en un elemento clave para las actividades encaminadas a la gestión y uso racional de la energía.
- Los análisis realizados y los datos obtenidos son de gran confiabilidad, por lo tanto sirven de base para posteriores estudios y programación de actividades a realizar en las instalaciones de la empresa TM-GM.
- El estudio y análisis de las herramientas de la caracterización llamado diagrama de Pareto, permitió conocer las áreas y equipos claves en cuanto al consumo de energía eléctrica, análisis importantes para los jefes del TM-GM, para encaminar y priorizar diferentes proyectos productivos.
- Al realizar el análisis del porcentaje que representa el consumo mensual de electricidad con respecto a los valores anuales se aprecia que los consumos son casi estables en los meses marzo, abril y mayo de temporada alta, mientras que en los meses de temporada baja, se disminuye en un veinte por ciento; ya que intuitivamente se debe a que en el segundo intervalo, disminuye el uso del taller mecánico e instalaciones de oficinas, por poca afluencia de clientes.
- Por la implementación de todas las medidas, para la energía eléctrica descritas en este diagnóstico energético, mediante el factor de potencia

compensado, se obtiene un ahorro de: $(0,977 - 0,6168) = 0,3602$ que representa el 36,02 %; de manera conservadora, con un consumo promedio de 232,89 kWh al mes y sobre la base de un ahorro mensual del 13,85 % esto es 32,25 kWh que resulta en 1,67 USD/mes, esto significa un ahorro anual de 20,13 USD/año; es decir 387,06 kWh al año. Luego con el sistema compensado, con los 232,89 kWh al mes, el ahorro al mes es de 36,02 % que resulta en 83,89 kWh y 4,36 USD/mes, esto significa un ahorro anual de 52,35 USD/año; es decir 1006,64 kWh al año. En otros términos, es el despilfarro actual del sistema descompensado de energía para las máquinas eléctricas manuales, analizadas en el TM-GM.

- Debido al insignificante nivel de ingresos por motivo del ahorro en energía se acude al financiamiento externo, mediante un crédito sin encaje.
- Es necesario la implantación del SGen en el TM-GM, ya que actualmente no lo posee. También inducir hacia la cultura de ahorro energético a todos los colaboradores del taller y oficinas, para evitar el despilfarro de energía; desde el nivel más alto hasta el más bajo, es una excelente práctica que se puede llevar a cabo a costo reducido, generando ahorros significativos.
- Este resultado por concepto de ahorro de energía eléctrica, nos pone al margen de cualquier tipo de financiamiento; como se había señalado, se trata de una empresa artesanal y de recursos limitados, que con cierta frecuencia, presenta daños y reparaciones en la red interna, sea por calentamientos o desperfectos en la red eléctrica. $Multa = (3/5)*((0.90/F.P.) - 1) * \text{Facturación por consumo de energía} = (3/5)*((0.90/0.6168) - 1) * 232,89 = 64.15$, EQUIVALENTE A 3,37\$/mes, que totaliza \$ 2438 por los 38 meses de consumo.
- Sin embargo es importante indicar, que más allá de un significativo ahorro, se evitarían cuantiosos gastos y pérdidas económicas por suspensiones de servicio de suministro de electricidad, si el TM-GM es penalizada por bajo factor de potencia.

5.8 Recomendaciones de la propuesta.

- Se recomienda un análisis exhaustivo de las condiciones de desempeño energético, en las instalaciones del TM-GM, para todo tipo de proceso productivo y/o mantenimiento.
- Las consultas a los equipos de trabajo sean realizadas con relativa frecuencia, ya que es una forma muy económica de generar cambios en el comportamiento energético de las personas.
- Tomar en cuenta la participación de profesionales externos para eventuales asesorías en materia energética.
- Todo proceso productivo debe desarrollarse o diseñarse previo el conocimiento o valoración de las condiciones energéticas instaladas. A más del sustento legal y financiero. Con las debidas precauciones se evitaría futuras sanciones.
- Concientizar al personal sobre el uso adecuado de la energía y en todas las áreas de la empresa.
- Es importante la implantación del SGen, ya que el TM-GM no lo posee.
- También es necesario inducir a su personal, hacia la cultura de ahorro energético en el taller y oficinas, para evitar el despilfarro de energía; desde el nivel más alto hasta el más bajo, es una excelente práctica que se puede llevar a cabo a costo reducido, generando ahorros significativos.

5.9 Conclusiones Generales.

- La primera acción del TM-GM, es implementar un programa de gestión eficiente de energía, para la mejorar su estado de situación actual, con optimización de los recursos, toma de conciencia y el comprometimiento de todos de los miembros de la empresa, reducir el consumo de energía, y disminuir impactos ambientales.
- De los datos obtenidos del simulador de redes y en función de los criterios de calidad de la energía eléctrica, se determinó que el transformador de alimentación está cargado en el orden del 52,8 %, superior al 40 % exigible.

- Un aspecto importante constituye las mediciones, para determinar los parámetros de corriente, voltaje, como también el factor de potencia que se aspira llegue a los niveles de 0,98; mientras que el índice o nivel de ahorro mejore en un 13,85 % o aún más al 15 %. En tanto que la producción, que a través del plan de mejoras se incrementará en el orden de los 21 módulos livianos por semana laboral y la imagen empresarial del TM-GM se eleve ostensiblemente, con atención al cliente en el orden de las 150 visitas. Con la intención de ubicarse en el ranking de las 1000 empresas más grandes e importantes del Ecuador.
- El éxito y los beneficios de las mejoras propuestas depende de la actitud de los directivos del taller mecánico, del personal, de sus recursos y un adecuado seguimiento de la gestión energética en el TM-GM.

5.10 Recomendaciones Generales.

- Fomentar temas de tesis con estudios completos, en la calidad de energía eléctrica y funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos, que sean desarrolladas por maestrantes de ingeniería eléctrica, de las instituciones educativas a nivel nacional.
- Integrar un modelo de gestión de energía, con el modelo de gestión de la calidad del taller mecánico del TM-GM, para obtener la certificación en eficiencia energética; al fomentar la cultura de buen uso, control periódico y correctivos necesarios.
- Profundizar el estudio de reducción de consumo de energía, estudiando la incorporación de otras fuentes de energía, de bajo costo y mínimo impacto ambiental en el TM-GM y similares.
- Es importante considerar la posibilidad de adquirir un transformador de uso particular del TM-GM.
- Recomendable también la soldadora trabaje con el selector a 220 V.
- Se sugiere que las herramientas eléctricas manuales más utilizadas, que ya han cumplido su vida útil, se reemplacen por máquinas nuevas, con bajo mantenimiento y coeficiente de consumo de energía.

BIBLIOGRAFÍA

CITADA:

1. Ambiente. *Guía práctica para el ahorro y uso eficiente de la energía*. 89 págs. Obtenido-de-<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/GUIA-PRACTICA-PARA-EL-AHORRO-Y-USO-EFICIENTE-DE-ENERGIA-22NovBAJAa.pdf>
2. Balcells Josep. (2012), *Eficiencia en el uso de la energía eléctrica*. 1ra edición, España, LEXUS, ISBN978-84- 267-1695-8, 286 págs. [Consultado el 2015], Tomado de: https://books.google.com.ec/books?id=fmCa9L6nTDoC&pg=PA63&source=gbs_toc_r&cad=3#v=onepage&q&f=false
3. Campos Juan. 2007. Calidad de la energía eléctrica. Fecha de consulta: 26 de junio del 2013. Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>
4. Circutor. *Procesos y beneficios de la Eficiencia Energética Eléctrica*. (2012), Pág. 1, [Consultado 2014] Obtenido de: <http://circutor.es/es/formacion/eficiencia-energetica-electrica/que-es-la-eficiencia-energetica-electrica>
5. Constitución 2008 Dejemos el pasado atrás. Asamblea Nacional. (2008), *Constitución de la República del Ecuador*. Págs. 25-26. [Obtenido-el-2013]de: http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
6. *Ídem*, 5.
7. *Ídem*, 5.
8. *Ídem*, 5.
9. Conuee/GIZ. (2014), *Manual para la implementación de un sistema de gestión de la energía*. instituciones editoras. México, D.F. [Recuperado 2014]-de: http://www.conuee.gob.mx/pdfs/ManualGestionEnergia_V2_1.pdf
10. *Ídem*, 9.

11. Conelec. *Calidad del servicio eléctrico de distribución*. Regulación N°. CONELEC-004/01. (Consultado Octubre 2015), pág. 25. Tomado de: www.conelec.gob.ec/normativa/CalidadDeServicio.doc
12. Easy power. Modo demo (2015), pág 1. http://www.easypower.com/products/easysolv/easysolv_demo.php. Easypower.com, demo.
13. Fluke®. 8335. AEMC Power-Ipad. [Consultado el 2013] de: <http://www.atecorp.com/products/aemc/8335.aspx>
14. Gutiérrez Moya E. (Septiembre 2004), *Modelización del impacto de la temperatura en la demanda residencial de energía eléctrica*, VIII Congreso de ingeniería de organización Leganés, [Consultado 2015], Págs.8
http://www.researchgate.net/publication/266463452_Modelizacin_del_impacto_de_la_temperatura_en_la_demanda_residencial_de_energa_elctrica
15. Gutiérrez Moya E. *Ídem*. 22
16. Hernández Miguel, García Labrador Luis. (2013), Consulta: Julio 2015, *Diagnóstico energético*, Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Pinar del Río, 3 Pág.
[Consultado-el-2013]-Obtenido-de:
<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia25/HTML/articulo09.htm>
17. Hernández M y García Labrador L. *Ídem*. 24.
18. Hernández Miguel. (2011), *“Diagnóstico Energético”*, Cuba, Universidad del Pinar del Río. [Consultado 2 de marzo del 2013]. Disponible en web: www.cubasolar.cu
19. ISO Organización. “Normas ISO 50001”. (2013), Suiza. [Consultado 2 de enero del 2013]. Disponible en: www.iso.org/iso, <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso50001.htm>
20. Marcombo. *Eficiencia en el uso de la energía eléctrica*, [Consultado el 2015], Extracto del libro. Págs. 4

- <http://www.marcombo.com/Descargas/9788426716958-EFICIENCIA%20EN%20EL%20USO%20DE%20LA%20ENERGIA%20ELECTRICA/EXTRACTO%20DEL%20LIBRO.pdf>
21. MEER, Plan de Normalización y Etiquetado, (2011), pág.1 [Consultado 2013], Tomado de: <http://www.energia.gob.ec/plan-de-normalizacion-y-etiquetado/pdf>
 22. Microsoft Excel. http://www.ehowenespanol.com/caracteristicas-basicas-ms-excel-lista_143569/ (2015), pdf
 23. Norma IEEE-519. (1992), 50 págs. [Consultado 2013] de: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6295/03Prc03de09.pdf;jsessionid=EFC55A3CF03493042DEED95FAA4A6F69.tdx1?sequence=3>
 24. Reglamento baja tensión. España, Art. 3 y 4, pág. 2. [Recuperado octubre 2015] de: http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/RBT/rbt_articulos.pdf
 25. Rtr-energía. *Los armónicos*. (2006), [Consultado 2015], 52 págs. Tomado de: http://www.rtrenergia.es/downloads/armonicos_2012.pdf
 26. Schneider-Eduscol. *Guía de instalaciones eléctricas*. 2008, 476 págs. <http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/946/946-guia-instalaciones-electricas-2008-s.e.pdf>
 27. Schneider-Eduscol. *Guía de instalaciones eléctricas*. Ídem. 29.
 28. Schneider-Eduscol. *Guía de instalaciones eléctricas*. Ídem. 30.
 29. Universidad del Atlántico, Universidad autónoma de occidente. *Calidad de la energía eléctrica*. Págs. 25 [Consultado 2013]. Tomado de: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>
 30. Victoria A Marco Antonio. *Reducción de costos en el área de servicios generales*, [Consultado 2015]. UTEQ, Págs. 47. <http://www.uteq.edu.mx/tesis/IPOI/0540.pdf>
 31. *Ídem*. 30
 32. *Ídem*. 30
 33. *Ídem*. 30
 34. *Ídem*. 30
 35. *Ídem*. 30
 36. Wikipedia. *Definición Amperímetro*, pág. 1. [Obtenido 2015] de:

- <https://es.wikipedia.org/wiki/Amper%C3%ADmetro>
37. Wikipedia. *Definición Voltímetro*, pág. 1. [Obtenido 2015]de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Volt%C3%ADmetro>
38. Wikipedia., *ISO, Organización Internacional de Normalización*. Pág. 1. [Obtenido 2015] de: <https://es.wikipedia.org>

CONSULTADA:

1. Adam Félix, (1990), *Andragogía y Docencia Universitaria*. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Caracas – Venezuela.
2. Adell, Jordi; SALES, A. (1999). "*El profesor on-line*": *elementos para la definición de un nuevo rol docente*". Actas de EDUTEC 99." Sevilla: Universidad de Sevilla.
3. AENOR. (2011), Norma Española UNE - EN ISO 50001. Vocabulario; AENOR Ediciones; Madrid, España.
4. Apuntes normas de calidad. (2009), Consultado 4de marzo del 2013, disponible en:
www://solonormasdecalidad.blogspot.com/2009/01/antecedentes-historia-origen-de-iso.html
5. Aguilar V, Rodriguez J. *Parámetros de la formación permanente para la formación inicial NT*. Biblioteca V-UB
6. Alcalá Adolfo. (2001), *Pedagogía y Andragogía. Semejanzas y Diferencias*. Ponencia. Segunda Jornada de Investigación. UNA. Caracas – Venezuela.
7. Alonso Catalina. (1997), *La informática desde la perspectiva de los educadores*. Madrid: UNED
8. Álvarez de zayas, Carlos M. *Didáctica: La Escuela en la vida*. / Carlos M. Álvarez de Zayas, La Habana: Editorial Pueblo y Educación, (1999) – 178 pág.
9. Andrade Franklin. (2008), *Módulo Andragogía*. Compilación. Versión impresa para Maestría en Docencia y Educación Superior.
10. Bautista Antonio. (2000), "Tres temas tecnológicos para la formación del profesorado" *Revista de Educación*, 322.

11. Barrera García, Aníbal. (2008), *Diseño de sistemas de iluminación, con eficiencia energética*. Universidad de Cienfuegos Cuba.
12. Betancourt Ángela María, Unimedios. (Jun. 13 de 2009), *Dispositivo evitará despilfarro energético en la industria*. Edición: UN Periódico Impreso No. 123. Recuperado de:
<http://www.unperiodico.unal.edu.co/dpe>
13. Borroto Nordelo Aníbal. (2006). *Fundamentos de Gestión Energética y Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía*.
14. Borroto Nordelo Aníbal. 2006. *Desarrollo energético sostenible*.
15. Borroto Nordelo Aníbal. (2006), José Monteagudo Yanes. Marcos de Armas Teyra, José Pérez Landín. Milagros Montesino Pérez. Sergio Montelíer Hernández. (2002), *Ahorro de Energía en Sistema Termomecánico*.
16. Borroto Nordelo Aníbal. (2006), *Sistemas de gestión energética*. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos.
17. Borroto Nordelo. Aníbal; Monteagudo, José; Colectivo de Autores. (2006), *Gestión energética en el Sector Productivo y los Servicios*. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos.
18. Campos J C, Gómez R, Santos L. (2006), *La Eficiencia Energética en la gestión empresarial*. Cuba.
19. CEEMA. (2002), *Manual de procedimientos para efectuar la prueba de la necesidad en una empresa*.
20. CEMA. (2009), *Ahorro de energía en sistemas de suministro eléctrico*.
21. Colectivo de Autores. (2006), *Gestión y Economía Energética..* Universidad-de-Cienfuegos.-Obtenido-de:
Gestion%20y%20Economia%20Energetica%20MAA.doc.
22. Colectivo de Autores. (2006), *Gestión y Economía Energética*. Universidad de Cienfuegos.
23. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía CONUE. Guía para elaborar un diagnóstico energético en instalaciones. Consulta: 26

- de junio del 2013. Disponible en: http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7406/1/R_GUIA3_Diagnostico_Instalacion.pdf Comité Argentino del Consejo Mundial de la Energía. (2004), *Eficiencia Energética: Estudio Mundial Indicadores, Políticas. Evaluación Informe del Consejo Mundial de la Energía*. Obtenido de: www.worldencrav.org.
24. Comité técnico AEN/CTN 216 Energía Renovables. (2007), Norma Española Sistema de Gestión Energética.
 25. Constitución de la República del Ecuador. (2008), Fascículo popular.
 26. Conuee/GIZ. (2014), Manual para la implementación de un sistema de gestión de la energía. instituciones editoras. México, D.F. Recuperado de: http://www.conuee.gob.mx/pdfs/ManualGestionEnergia_V2_1.pdf
 27. De Armas, M, Colectivo de autores. (2007), *Temas especiales de sistemas eléctricos industriales*. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos.
 28. Díaz B F. y Hernández R G. (1999), Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. McGraw Hill, México, 232 pág.
 29. Dopazo García César y Fueyo Díaz Norberto. (2008), *Las nuevas tecnologías energéticas*. It., N°. 82. 10 Pág.
 30. Easy power. Modo demo (2015), pág 1. http://www.easypower.com/products/easysolv/easysolv_demo.php. Easypower.com, demo.
 31. El comercio. (2012), Artículo del Ministerio de Industrias y Productividad del Ecuador.
 32. Fernández Pérez Ramón David. (2007), *Sistema de gestión y pronóstico de energía eléctrica en la UCF*. Tesis de Maestría, Recuperado de: [Ramon%20David%20Femandez%20Perez.pdf](#).
 33. Freire Paulo. (1993), *Una Pedagogía para el Adulto*. Espacio Editorial. Buenos Aires – Argentina.
 34. Freire Jaramillo Geovanny. Octubre (2010), Módulo Metodología de la Educación Superior, Mg, Guayaquil – Ecuador.

35. Gomelsky Roberto. (2003), *Energía y desarrollo sostenible: posibilidades de mandamiento de las tecnologías limpias y eficiencia energética en el Mercosur.*, Chile.
36. Gomez Xavier, Gutierrez Álvaro. (2007), *Diagnóstico energético de segundo grado en la Universidad Autónoma de Occidente, edificio principal ala norte.* Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ingeniería Departamento de Energética y Mecánica.-Recuperado-
de:<http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/316/1/T0003136.pdf>
37. González. (2007), *“Didáctica o dirección del aprendizaje”*. Bogotá. Cooperativa Editorial Magisterio.
38. Hernández Sampier Roberto & Baptista Lucio Pilar Fernández Collado Carlos. (1998), *Metodología de la Investigación.* Segunda Ed., México: Mc Graw-Hill Interamericana.
39. <http://www.ciccp.es/revistait/textos/pdf/05.%20C%3%A9sar%20Dopazo%20y%20Norberto%20Fueyo>. (2015), pdf
40. <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1409/1/2715>. (2015), pdf
41. <http://www.ehowenespanol.com>. (2015), pdf
42. International Organization for Standardization. (2010), *ISO 50001 Futura Norma de Gestión Energética.*
43. Instrumentos de medición. Ecured. [Consultado jueves 20 de agosto de 2015], *Conocimientos con todos y para todos*, 146 908 artículos, Pág. 1. Tomado de: <http://www.ecured.cu/index.php/Lux%C3%B3metro>
44. ITSON, Diagnóstico y propuestas de uso eficiente de energía eléctrica en el área de iluminación del aeropuerto internacional de Cd. Obregón, Sonora, RIEE&C, Revista de ingeniería eléctrica, electrónica y computación, Vol. 4 No. 1, (julio 2008), <http://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/Documents/v4/art6junio08.pdf>
45. Lago Pérez Lázaro. *Sistemas de Gestión Ambiental.* Obtenido de: <http://www.ceproni.moa.minbas.cu>.

46. Ministerio de Industrias y Productividad del Ecuador. *Programas/Servicios, Renova Industria, Descripción del programa.* [Consultado 2013] Tomado de: <http://www.industrias.gob.ec/renova-industria/pdf>
47. Monteagudo Yanes José P. (2009), Curso de preparación a Instructores del Diplomado en Gestión Energética Empresarial para Venezuela.
48. Nieto Gallino V G, Alvarado Moreno O. (2009), *Calidad de energía eléctrica: análisis armónico de sistemas eléctricos de potencia.*
49. Normas. ISO 14001: *Sistemas de gestión ambiental, requisitos con orientación para su uso.*
50. Núñez Salguero Marcelo. (2005), Tesis de Ingeniería Electromecánica. *Diagnóstico en el centro de producción ESPEL.* 90 pág. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2715/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=N%C3%BA%C3%B1ez+Salguero%2C+Franklin+Marcelo>
51. Pichs Ramón. Madruga La Habana. *Tendencias energéticas mundiales: implicaciones sociales y ambientales*, Cuba, pág. 1, [Consultado 2013] Tomado-de:-rpichs@ciem.cu , <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar20/HTML/articulo01.htm>
52. Ramírez A. (2002), *La construcción sostenible. Física y sociedad*, Pág. 13, 30-33.
53. Ramírez Torres. (2008), *Normalización en el ámbito de La Gestión Energética*, Cuba.
54. Reyes Carvajal Tirso & Jáuregui Rigó Sergio, Mestizo Cerón Rafael, (2006), *Análisis de la gestión energética de entidades estatales de la Provincia Villa Clara.*
55. Ríos C Fabián Ing. (2015), Curso: *Electricista Básico de Redes Eléctricas.* Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de Chimborazo-EERSA.-Recuperado-de: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/re>
56. Rojas Luis Francisco. (2008), *Sistema de Gestión Ambiental.*

57. Vázquez Ana María. Sistema de Gestión Ambiental ISO 14000.
58. Wayne C. Turner & Steve Doty. (2006), Energy management Handbook, Sexta edc, EUA: BOARD.
59. Worldeneruv. (2003), *Energía y Desarrollo Susienible en América Latina y el Caribe*. Primera., Chile. Recuperado de: <http://fv\uf.energia.inf.cu/iee-mep/documentl/FID E1.. pdi>". <http://w^loCap2.pdf>
60. Worldeneruv. (2003), *Energía y Desarrollo Susienible en América Latina y el Caribe*. Primera. Chile. Obtenido de: www.worldeneruv.org.

NETGRAFIA:

1. Atee Corp. “*La Metodología del diagnóstico energético consta*”. [en línea]. México, [11 de marzo 2013]. Disponible en la Web: http://www.energizaonline.com/es/index.php?option=com_content&view=article&id=32&Itemid=20&lang=es
2. Apuntes normas de calidad. (2009) .[Consultado 4de marzo del 2013] disponible-en [web:www://solonormasdecalidad.blogspot.com/2009/01/antecedentes-historia-origen-de-iso.html](http://www://solonormasdecalidad.blogspot.com/2009/01/antecedentes-historia-origen-de-iso.html)
3. Balcells Josep. (2012), *Eficiencia en el uso de la energía eléctrica*. 1ra edición, España, LEXUS, ISBN978-84- 267-1695-8
4. Barriestos Andrés, Olaya Javier, Gonzáles Victor. Un modelo spline para el pronóstico de la demanda de la energía eléctrica. *Revista Colombiana de Estadística* (vol 30.)(2): 187-202, 2007. [Consulta: 26 junio 2013]. Disponible-en:<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/EMIS/journals/RCE/V30/v302body/v30n2a03BarriestosOlayaGonzales.pdf>

5. Beltrán Enrique. “Implementación de un Sistema de gestión Energética”. México. 2012. [Consulta: 13 de marzo del 2013]. Disponible en web:www.pcw.com/mx/sustentabilidad.
6. Borja Prado. Catálogo de buenas prácticas en eficiencia energética. Consulta:26-de-junio-2013.Disponible-en:
http://www.clubsostenibilidad.org/f_publicaciones/bpeticenergetica.pdf
7. Carretero Peña Antonio, Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo indicadores, Colombia. 2007. ISBN: 978-84-8143-752-2
8. Clark William. *Análisis y gestión energética de edificios: métodos, proyectos y sistemas de ahorro energético*, Mcgraw-hill / interamericana de España, S.A., 1998 ISBN 9788448121020. Disponible en: Clark William.
9. Carretero Peña Antonio, Gestión de la eficiencia energética: Cálculo del consumo indicadores, Colombia.(2007), ISBN: 978-84-8143-752-2
10. Carretero Antonio, García Juan. (2012), Gestión de la eficiencia energética: Cálculo del consumo, indicadores y mejora. AENOR. Madrid.España.-Disponible-en:
http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&ved=0CD4QFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.aenor.es%2Faenor%2Fdescargadocumento.asp%3Fnomfich%3D%2FDocumentos%2FComercial%2FArchivos%2FNOV_DOC_Tabla_AEN_24016_1.pdf%26cd_novedad%3D%26cd_novedad_doc%3D1&ei=6FrMUZCSJ46m9gTiuICICw&usg=AFQjCNE-E4kwbVgSxHyzLIcFpPtFjWmakQ&bvm=bv.48340889,d.eWU
11. Campos Juan. 2007. Calidad de la energía eléctrica. Fecha de consulta: 26 de junio del 2013. Disponible en:
<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>
12. Cárdenas Fausto, Marcillo Daniel. (2012), Auditoría energética eléctrica del campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Trabajo de titulación (Proyecto para optar por el título de

- ingeniero eléctrico). Quito: Universidad Politécnica Salesiana, Ingeniería Eléctrica, Recuperado de: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2982>
13. CEFIR. 2013. La matriz energética mundial. Consulta 27 de junio del 2013. Disponible-en: http://cefir.org.uy/atlas/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=2
 14. Colectivo de autores CEEMA. Temas especiales de sistemas eléctricos industriales. Universidad de Cienfuegos: Centro de estudios de energía y medio ambiente, Cienfuegos. 2006.
 15. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía CONUE. Guía para elaborar un diagnóstico energético en instalaciones. Fecha de consulta: 26 de junio del 2013. Disponible en: http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7406/1/R_GUIA3_Diagnostico_Instalacion.pdf
 16. Conelec. Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano, Año 2008.
 17. Cunningham Roberto. La energía. Historia de sus fuentes y transformación. *Petrotecnia*, (6): 52-60, 2003. Disponible en: <http://www.cie.unam.mx/~rbb/ERYS2013-1/Historia-Energia.pdf>
 18. Dorf. *Circuitos Eléctricos*. 6ta edición. Alfaomega. 2010. ISBN 970-15-1098-4
 19. Easypower.com, Modo demo. (2015), pág 1.
 20. El-suministro-global-de-petróleo <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Marzo.htm>
 21. Fernández Collado Carlos, *Metodología de la investigación Científica*, primera edición. Canadá. 1991. ISBN 968-422-933-3
 22. Flickr. https://www.google.com.ec/search?hl=es-419&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=976&bih=687&q=Analizador+de+carga+instalada+en+el+taller&oq=Analizador+de+carga+instalada+en+el+taller&gs_l=img.12...0.0.0.2932.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.mse dr...0...1ac..64.img..0.0.0.3WFIHGp_RwA#imgdii=_&imgrc=MrpE20

- wkLcIWhM%253A%3BRacCdCAyRWAjgM%3Bhttp%253A%252F%252Ffarm5.static.flickr.com%252F4006%252F4239126094_3b15b64574.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Felectronicapascual.com%252Fblog%252F%253Ftag%253Dfuente-conmutada%3B500%3B375
23. Gomez Xavier, Gutierrez Álvaro. (2007), *Diagnóstico energético de segundo grado en la Universidad Autónoma de Occidente, edificio principal ala norte*. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ingeniería Departamento de Energética y Mecánica.-Recuperado-de:
<http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/316/1/T0003136.pdf>
 24. Google-earth. (2013), *Mapas*. Disponible en:
<http://www.softonic.com/s/google-earth-2013>
 25. Hernández Batista, O. E. Gestión Energética en el Hotel Miraflores. Moa.2008.
 26. Hernández Jesús., León Rafael, Ambrosio Armando. Diagnóstico energético y elaboración de propuestas de uso eficiente de energía eléctrica para una institución educativa. *Impulso, revista de electrónica, eléctrica y sistemas computacionales*: 75-81, 2012 Fecha de consulta: 26 de junio del 2013. Disponible en:
http://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/Documents/v1/v1_art14.pdf
 27. Hernández G. "Eficiencia en el suministro eléctrico de baja tensión". Tesis de Maestría. Cuba. 2000.
 28. Hernández Ramírez Gabriel; Montero Laurencio Reineris. Diagnóstico y Auditoria Energética. Moa, 2011.
 29. Hernández Miguel, "Diagnóstico Energético", Cuba, Universidad del Pinar del Río. [Consulta: 2 de marzo del 2013]. Disponible en web:
www.cubasolar.cu
 30. ISO y ONUDI. (2010), Organismos Nacionales de Normalización en Países en Desarrollo. Consulta: 27 de junio del 2013. Disponible en:
http://www.iso.org/iso/fast_forward-es.pdf
 31. ISO. Energy management systems. Requirements with guidance for use. Consulta: 27 de junio del 2013. Disponible en:

http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=51297

32. Jiménez Luis. (2007), Normalización Técnica. Consulta: 27 de junio del 2013. Disponible en: <http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/78.pdf>
33. Manejo de las herramientas y sus normas de seguridad e higiene: Las Herramientas Tomado de: <http://www.areatecnologia.com/que-es-seguridad-higiene.htm>
34. Melejin V T. (2008), *Organización y Planificación de la Economía Energética en las Empresas*. Editorial Energía. Leningrado.
35. Melejin V.T. Organización y Planificación de la Economía Energética en las Empresas. Editorial Energía. Leningrado. 2008.
36. Merlo Franklin. (2006), “*Diagnóstico energético en el edificio principal de la empresa eléctrica Quito*”. Director Mentor Poveda. Escuela Politécnica Nacional.
37. Míguez Claudio. (2013), La eficiencia energética en el uso de la biomasa para la generación de energía eléctrica: optimización energética y exergética. Trabajo de titulación (Grado de Doctor). Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Políticas y Sociología. Xxp. Disponible-en: <http://eprints.ucm.es/17794/1/T34108.pdf>
38. Ministerio de Industrias y Productividad del Ecuador. Promueve-campa.(2013),Disponible-en: <http://www.comercioexterior.com.ec/qs/content/ministerio-de-industrias-promueve-campa%C3%B1a-para-ahorrar-energ%C3%AD>
39. Montenegro Elda. *Normas ISO*. Universidad de Lujan Argentina, 2013 [Consultado 11 de febrero del 2013] disponible en Web <http://www.unlu.edu>
40. Morales Gómez Gonzalo. (2011), *Currículo por Competencias con Enfoque Holístico – Sistémico – Por Procesos.– PhD. 1ra Edición*
41. Natural resources defense council. 2011. *El futuro de la energía limpia en Chile*. Consulta: 26 de junio del 2013. Disponible-en:

- http://www.nrdc.org/laondaverde/international/files/chilecostofenergy_sp.pdf
42. Nilson James W. *Circuitos eléctricos*. VUELAPLUMA (trad). Séptima edición. Prentice Hall. 2011. ISBN 978-84205-4458-8
 43. Norma internacional. ISO/FDIS 50001, (2011), Sistema de gestión de la energía. Requisitos con orientaciones para su uso. Organización Internacional de Normalización.
 44. Olade Organización Latinoamericana de Energía. “Eficiencia energética” 2013. [Consultado el 16 de febrero del 2013]. Disponible en <http://www.cancilleria.gov.co>
 45. Organización ISO. “Normas ISO 0001”, 2013 Suiza [Consultado 2 de enero del 2013]. Disponible en www.iso.org/iso
 46. Olade. Organización Latinoamericana de Energía. “Eficiencia energética” 2013. [Consultado el 16 de febrero del 2013]. Disponible en <http://www.cancilleria.gov.co>
 47. Pérez Carlos, Sánchez Jesús, Montiel Luis, López Mauricio, Varela Rubén. 2008. Propuesta de ahorro de energía a una empresa de la región sur de Sonora a través de un diagnóstico energético. Fecha de consulta: 26 de junio del 2013. Disponible en: <http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no65/81.pdf>
 48. Ramos Cáceres. “Auditoria energética en un edificio de servicios públicos”. Director Ing. Raúl Pazmiño. Escuela Politécnica Nacional. 2010
 49. Riva Amella, J. L. (2009) “*Cómo estimular el aprendizaje*”. Barcelona, España. Editorial Océano.
 50. Rios Fabian, Acometidas y medidores/Pérdidas de energía. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/redes-electricas/redes-electricas.pdf>
 51. Roseneeld Elias, Discoli Carlos, Dubrovsky Hüda, Czajkowski Jorge, San Juan Gustavo, Ferreyro Carlos, Rosenfeld Yael, Gómez Analía, Gentile Carlos, Martini Irme, Hoses Santiago, Pinedo Agustín. (2000), *Uso racional y*

- eficiencia energética en áreas metropolitanas (ure-am): el sector residencial del gran buenos aires y gran la plata, argentina. idehab, Instituto de Estudios del Hábitat, UI n°2, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de: http://www.arquinstal.com.ar/publicaciones/221-ure_entac2000.pdf*
52. Sánchez- Peña. “Gestión de la eficiencia energética: cálculo de indicadores y mejora. AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)
 53. Sarmiento Jadán, Sánchez Freddy. (2009), Análisis de la calidad de la energía eléctrica y estudio de carga de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Trabajo de titulación (Proyecto de Grado para optar el título de Ingenieros Eléctricos). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado de: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/75>
 54. Semplades-Ecuador. Cambio de la Matriz energética. Consulta: 27 de junio del 2013. Disponible en: <http://plan.senplades.gob.ec/estrategia7>
 55. Tesispoli:<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2710/1/CD-498.pdf>
 56. T1. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/redes-electricas/redes-electricas.pdf>
 57. Vázquez Seisdedos Luis, Llosas Albuerne Yolanda, Recio Recio Ángel, Aguilera Castillo Álvaro, Rodríguez Pérez José. (2010), *El diagnóstico energético de la operación en centrales térmicas con el monitoreo de los índices de sobreconsumo. Ciencia en su PC*, (3): 24-40, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181317848003>
 58. Viego Felipe. (2007), Uso Eficiencia de la Energía Eléctrica. [en línea]. Perú: Procobre. Disponible en: <http://www.procobreperu.org>.
 59. Zamora, L. (2010). Cocinas Eficientes una Alternativa Energética y Ecológica para la Cocción de Alimentos. Granma - Cuba: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos.(1)

ANEXOS

ANEXO 1

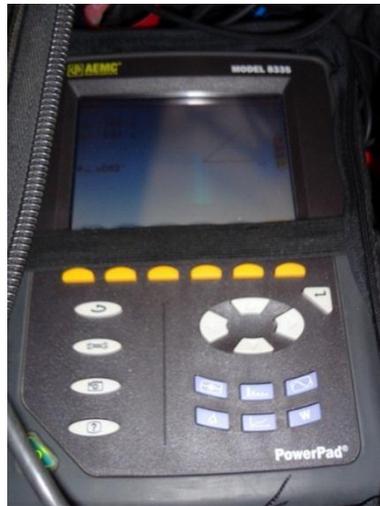
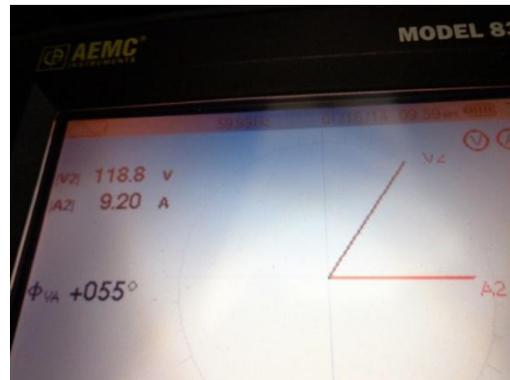
Fotos

CONDICIONES INICIALES DE LA RED ELÉCTRICA DEL TM-GM





USO DEL ANALIZADOR DE REDES EN EL TM-GM



USO DEL LUXÓMETRO EN EL TM-GM.



También llamado *luxmetro* o *light meter*

Fuente: www.promelsa.com

USO DE LUMINARIAS



<http://articulo.mercadolibre.com.ve>



Fuente: www.sodimac.com.pe

USO DE FLUKE



PÉRDIDAS ELÉCTRICAS EN EL TM-GM.					
Concepto	Categoría	Indicadores	Item	Técnicas	Instrumentos
Es la determinación de ahorro y mejora energética.	Perdidas de energía	Energía consumida	kWh 1,6	Calculo	Formulas
	Mantenimiento	Vida útil	Años 4	Depreciación 15% anual	Ficha de observación
	Iluminación	Consumo promedio en los espacios de: oficina, dormitorio, baño, bodega guardiana, exhibición externa.	kW/h 3,3	Observación c/mes	Ficha de observación.
	Computadoras	Consumo promedio en la oficina del taller.	kW/h 100	Observación	Ficha de observación
	Herramientas manuales eléctricas	Consumo promedio de las herramientas eléctricas del taller mecánico.	kW/h 15,07	Observación	Ficha de observación
	Calidad de las Instalaciones Electricas	Sección y estado de los elementos del sistema eléctrico	Buenos y malos	Análisis	Evidencia fotográfica Ver anexos
	Equipos obsoletos	Costo	\$ (20% del presupuesto herramientas)	Observación	Ficha de observación

5 Cómo se decide el nivel óptimo de compensación

Antes de la compensación		Especificación de kVAr de una batería de condensadores que se van a instalar por kW de carga para mejorar $\cos \phi$ (el factor de potencia) o $\tan \phi$ con un valor determinado													
		$\tan \phi$	0,75	0,80	0,86	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
2,29	0,40	1,557	1,691	1,805	1,832	1,861	1,895	1,924	1,959	1,998	2,037	2,085	2,146	2,288	
2,22	0,41	1,474	1,625	1,742	1,769	1,798	1,831	1,840	1,896	1,935	1,973	2,021	2,082	2,225	
2,16	0,42	1,413	1,561	1,681	1,709	1,738	1,771	1,800	1,836	1,874	1,913	1,961	2,022	2,164	
2,10	0,43	1,356	1,499	1,624	1,651	1,680	1,713	1,742	1,778	1,816	1,855	1,903	1,964	2,107	
2,04	0,44	1,290	1,441	1,558	1,585	1,614	1,647	1,677	1,712	1,751	1,790	1,837	1,899	2,041	
1,96	0,45	1,230	1,384	1,501	1,532	1,561	1,592	1,628	1,659	1,695	1,737	1,784	1,846	1,988	
1,93	0,46	1,179	1,330	1,446	1,473	1,502	1,533	1,567	1,600	1,636	1,677	1,725	1,786	1,929	
1,88	0,47	1,130	1,278	1,397	1,425	1,454	1,485	1,519	1,532	1,588	1,629	1,677	1,758	1,881	
1,83	0,48	1,076	1,228	1,343	1,370	1,400	1,430	1,464	1,497	1,534	1,575	1,623	1,684	1,826	
1,78	0,49	1,030	1,179	1,297	1,326	1,355	1,386	1,420	1,453	1,489	1,530	1,578	1,639	1,782	
1,73	0,50	0,982	1,232	1,248	1,276	1,303	1,337	1,369	1,403	1,441	1,481	1,529	1,590	1,732	
1,69	0,51	0,936	1,087	1,202	1,230	1,257	1,291	1,323	1,357	1,395	1,435	1,483	1,544	1,686	
1,64	0,52	0,894	1,043	1,160	1,188	1,215	1,249	1,281	1,315	1,353	1,393	1,441	1,502	1,644	
1,60	0,53	0,850	1,000	1,116	1,144	1,171	1,205	1,237	1,271	1,309	1,349	1,397	1,458	1,600	
1,56	0,54	0,809	0,959	1,075	1,103	1,130	1,164	1,196	1,230	1,268	1,308	1,356	1,417	1,559	
1,52	0,55	0,769	0,918	1,035	1,063	1,090	1,124	1,156	1,190	1,228	1,268	1,316	1,377	1,519	
1,48	0,56	0,730	0,879	0,996	1,024	1,051	1,085	1,117	1,151	1,189	1,229	1,277	1,338	1,480	
1,44	0,57	0,692	0,841	0,958	0,986	1,013	1,047	1,079	1,113	1,151	1,191	1,239	1,300	1,442	
1,40	0,58	0,665	0,805	0,921	0,949	0,976	1,010	1,042	1,076	1,114	1,154	1,202	1,263	1,405	
1,37	0,59	0,618	0,768	0,884	0,912	0,939	0,973	1,005	1,039	1,077	1,117	1,165	1,226	1,368	
1,33	0,60	0,584	0,733	0,849	0,878	0,905	0,939	0,971	1,005	1,043	1,083	1,131	1,192	1,334	
1,30	0,61	0,549	0,699	0,815	0,843	0,870	0,904	0,936	0,970	1,008	1,048	1,096	1,157	1,299	
1,27	0,62	0,515	0,665	0,781	0,809	0,836	0,870	0,902	0,936	0,974	1,014	1,062	1,123	1,265	
1,23	0,63	0,483	0,633	0,749	0,777	0,804	0,838	0,870	0,904	0,942	0,982	1,030	1,091	1,233	
1,20	0,64	0,450	0,601	0,716	0,744	0,771	0,805	0,837	0,871	0,909	0,949	0,997	1,058	1,200	
1,17	0,65	0,419	0,569	0,685	0,713	0,740	0,774	0,806	0,840	0,878	0,918	0,966	1,027	1,169	
1,14	0,66	0,388	0,538	0,654	0,682	0,709	0,743	0,775	0,809	0,847	0,887	0,935	0,996	1,138	
1,11	0,67	0,358	0,508	0,624	0,652	0,679	0,713	0,745	0,779	0,817	0,857	0,905	0,966	1,108	
1,08	0,68	0,329	0,478	0,596	0,623	0,650	0,684	0,716	0,750	0,788	0,828	0,876	0,937	1,079	
1,05	0,69	0,299	0,449	0,565	0,593	0,620	0,654	0,686	0,720	0,758	0,798	0,840	0,901	1,043	
1,02	0,70	0,270	0,420	0,536	0,564	0,591	0,625	0,657	0,691	0,729	0,769	0,811	0,872	1,014	
0,99	0,71	0,242	0,392	0,508	0,536	0,563	0,597	0,629	0,663	0,701	0,741	0,783	0,844	0,986	
0,96	0,72	0,213	0,364	0,479	0,507	0,534	0,568	0,600	0,634	0,672	0,712	0,754	0,815	0,957	
0,94	0,73	0,186	0,336	0,452	0,480	0,507	0,541	0,573	0,607	0,645	0,685	0,727	0,788	0,930	
0,91	0,74	0,159	0,309	0,425	0,453	0,480	0,514	0,546	0,580	0,618	0,658	0,700	0,761	0,903	
0,88	0,75	0,132	0,282	0,398	0,426	0,453	0,487	0,519	0,553	0,591	0,631	0,673	0,734	0,876	
0,86	0,76	0,105	0,255	0,371	0,399	0,426	0,460	0,492	0,526	0,564	0,604	0,646	0,707	0,849	
0,83	0,77	0,079	0,229	0,345	0,373	0,400	0,434	0,466	0,500	0,538	0,578	0,620	0,681	0,823	
0,80	0,78	0,053	0,202	0,319	0,347	0,374	0,408	0,440	0,474	0,512	0,552	0,594	0,655	0,797	
0,78	0,79	0,026	0,176	0,292	0,320	0,347	0,381	0,413	0,447	0,485	0,525	0,567	0,628	0,770	
0,75	0,80		0,150	0,266	0,294	0,321	0,355	0,387	0,421	0,459	0,499	0,541	0,602	0,744	
0,72	0,81		0,124	0,240	0,268	0,295	0,329	0,361	0,395	0,433	0,473	0,515	0,576	0,718	
0,70	0,82		0,098	0,214	0,242	0,269	0,303	0,335	0,369	0,407	0,447	0,489	0,550	0,692	
0,67	0,83		0,072	0,188	0,216	0,243	0,277	0,309	0,343	0,381	0,421	0,463	0,524	0,666	
0,65	0,84		0,046	0,162	0,190	0,217	0,251	0,283	0,317	0,355	0,395	0,437	0,500	0,642	
0,62	0,85		0,020	0,136	0,164	0,191	0,225	0,257	0,291	0,329	0,369	0,411	0,474	0,616	
0,59	0,86			0,109	0,140	0,167	0,198	0,230	0,264	0,301	0,343	0,390	0,453	0,595	
0,57	0,87			0,083	0,114	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,317	0,364	0,427	0,569	
0,54	0,88			0,054	0,085	0,112	0,143	0,175	0,209	0,246	0,288	0,335	0,396	0,538	
0,51	0,89			0,028	0,059	0,086	0,117	0,149	0,183	0,220	0,262	0,309	0,369	0,511	
0,48	0,90				0,031	0,058	0,089	0,121	0,155	0,192	0,234	0,281	0,341	0,484	

Fig. L15: kVAr que se deben instalar por kW de carga para mejorar el factor de potencia de una instalación.

5 Cómo se decide el nivel óptimo de compensación

Antes de la compensación		Especificación de kVAR de una batería de condensadores que se van a instalar por kW de carga para mejorar $\cos \varphi$ (el factor de potencia) o $\tan \varphi$ con un valor determinado													
		$\tan \varphi$	0,75	0,69	0,48	0,46	0,43	0,40	0,36	0,33	0,29	0,25	0,20	0,14	0,0
$\tan \varphi$	$\cos \varphi$	$\cos \varphi$	0,80	0,86	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1
2,29	0,40	1,557	1,691	1,805	1,832	1,861	1,895	1,924	1,959	1,998	2,037	2,085	2,146	2,288	
2,22	0,41	1,474	1,625	1,742	1,769	1,798	1,831	1,840	1,896	1,935	1,973	2,021	2,082	2,225	
2,16	0,42	1,413	1,561	1,681	1,709	1,738	1,771	1,800	1,836	1,874	1,913	1,941	2,022	2,164	
2,10	0,43	1,356	1,499	1,624	1,651	1,680	1,713	1,742	1,778	1,816	1,855	1,903	1,964	2,107	
2,04	0,44	1,290	1,441	1,558	1,585	1,614	1,647	1,677	1,712	1,751	1,790	1,837	1,899	2,041	
1,98	0,45	1,230	1,384	1,501	1,532	1,561	1,592	1,628	1,659	1,695	1,737	1,784	1,846	1,988	
1,93	0,46	1,179	1,330	1,446	1,473	1,502	1,533	1,567	1,600	1,636	1,677	1,725	1,786	1,929	
1,88	0,47	1,130	1,278	1,397	1,425	1,454	1,485	1,519	1,532	1,588	1,629	1,677	1,758	1,881	
1,83	0,48	1,076	1,228	1,343	1,370	1,400	1,430	1,464	1,497	1,534	1,575	1,623	1,684	1,826	
1,78	0,49	1,030	1,179	1,297	1,326	1,355	1,386	1,420	1,453	1,489	1,530	1,578	1,639	1,782	
1,73	0,50	0,982	1,232	1,248	1,276	1,303	1,337	1,369	1,403	1,441	1,481	1,529	1,590	1,732	
1,69	0,51	0,936	1,087	1,202	1,230	1,257	1,291	1,323	1,357	1,395	1,435	1,483	1,544	1,686	
1,64	0,52	0,894	1,043	1,160	1,188	1,215	1,249	1,281	1,315	1,353	1,393	1,441	1,502	1,644	
1,60	0,53	0,850	1,000	1,116	1,144	1,171	1,205	1,237	1,271	1,309	1,349	1,397	1,458	1,600	
1,56	0,54	0,809	0,959	1,075	1,103	1,130	1,164	1,196	1,230	1,268	1,308	1,356	1,417	1,559	
1,52	0,55	0,769	0,918	1,035	1,063	1,090	1,124	1,156	1,190	1,228	1,268	1,316	1,377	1,519	
1,48	0,56	0,730	0,879	0,996	1,024	1,051	1,085	1,117	1,151	1,189	1,229	1,277	1,338	1,480	
1,44	0,57	0,692	0,841	0,958	0,986	1,013	1,047	1,079	1,113	1,151	1,191	1,239	1,300	1,442	
1,40	0,58	0,655	0,805	0,921	0,949	0,976	1,010	1,042	1,076	1,114	1,154	1,202	1,263	1,405	
1,37	0,59	0,618	0,768	0,884	0,912	0,939	0,973	1,005	1,039	1,077	1,117	1,165	1,226	1,368	
1,33	0,60	0,584	0,733	0,849	0,878	0,905	0,939	0,971	1,005	1,043	1,083	1,131	1,192	1,334	
1,30	0,61	0,549	0,699	0,815	0,843	0,870	0,904	0,936	0,970	1,008	1,048	1,096	1,157	1,299	
1,27	0,62	0,515	0,665	0,781	0,809	0,836	0,870	0,902	0,936	0,974	1,014	1,062	1,123	1,265	
1,23	0,63	0,483	0,633	0,749	0,777	0,804	0,838	0,870	0,904	0,942	0,982	1,030	1,091	1,233	
1,20	0,64	0,450	0,601	0,716	0,744	0,771	0,805	0,837	0,871	0,909	0,949	0,997	1,058	1,200	
1,17	0,65	0,419	0,569	0,685	0,713	0,740	0,774	0,806	0,840	0,878	0,918	0,966	1,027	1,169	
1,14	0,66	0,388	0,538	0,654	0,682	0,709	0,743	0,775	0,809	0,847	0,887	0,935	0,996	1,138	
1,11	0,67	0,358	0,508	0,624	0,652	0,679	0,713	0,745	0,779	0,817	0,857	0,905	0,966	1,108	
1,08	0,68	0,329	0,478	0,595	0,623	0,650	0,684	0,716	0,750	0,788	0,828	0,876	0,937	1,079	
1,05	0,69	0,299	0,449	0,565	0,593	0,620	0,654	0,686	0,720	0,758	0,798	0,840	0,907	1,049	
1,02	0,70	0,270	0,420	0,536	0,564	0,591	0,625	0,657	0,691	0,729	0,769	0,811	0,878	1,020	
0,99	0,71	0,242	0,392	0,508	0,536	0,563	0,597	0,629	0,663	0,701	0,741	0,783	0,850	0,992	
0,96	0,72	0,213	0,364	0,479	0,507	0,534	0,568	0,600	0,634	0,672	0,712	0,754	0,821	0,963	
0,94	0,73	0,186	0,336	0,452	0,480	0,507	0,541	0,573	0,607	0,645	0,685	0,727	0,794	0,936	
0,91	0,74	0,159	0,309	0,425	0,453	0,480	0,514	0,546	0,580	0,618	0,658	0,700	0,767	0,909	
0,88	0,75	0,132	0,282	0,398	0,426	0,453	0,487	0,519	0,553	0,591	0,631	0,673	0,740	0,882	
0,86	0,76	0,105	0,255	0,371	0,399	0,426	0,460	0,492	0,526	0,564	0,604	0,652	0,713	0,855	
0,83	0,77	0,079	0,229	0,345	0,373	0,400	0,434	0,466	0,500	0,538	0,578	0,620	0,687	0,829	
0,80	0,78	0,053	0,202	0,319	0,347	0,374	0,408	0,440	0,474	0,512	0,552	0,594	0,661	0,803	
0,78	0,79	0,026	0,176	0,292	0,320	0,347	0,381	0,413	0,447	0,485	0,525	0,567	0,634	0,776	
0,75	0,80		0,150	0,266	0,294	0,321	0,355	0,387	0,421	0,459	0,499	0,541	0,608	0,750	
0,72	0,81		0,124	0,240	0,268	0,295	0,329	0,361	0,395	0,433	0,473	0,515	0,582	0,724	
0,70	0,82		0,098	0,214	0,242	0,269	0,303	0,335	0,369	0,407	0,447	0,489	0,556	0,698	
0,67	0,83		0,072	0,188	0,216	0,243	0,277	0,309	0,343	0,381	0,421	0,463	0,530	0,672	
0,65	0,84		0,046	0,162	0,190	0,217	0,251	0,283	0,317	0,355	0,395	0,437	0,504	0,646	
0,62	0,85		0,020	0,136	0,164	0,191	0,225	0,257	0,291	0,329	0,369	0,417	0,478	0,620	
0,59	0,86			0,109	0,140	0,167	0,198	0,230	0,264	0,301	0,343	0,390	0,450	0,593	
0,57	0,87			0,083	0,114	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,317	0,364	0,424	0,567	
0,54	0,88			0,054	0,085	0,112	0,143	0,175	0,209	0,246	0,288	0,335	0,395	0,538	
0,51	0,89			0,028	0,059	0,086	0,117	0,149	0,183	0,220	0,262	0,309	0,369	0,512	
0,48	0,90				0,031	0,058	0,089	0,121	0,155	0,192	0,234	0,281	0,341	0,484	

Fig. L15: kVAR que se deben instalar por kW de carga para mejorar el factor de potencia de una instalación.

L13

CONSUMOS PROMEDIOS DEL TALLER MECÁNICO DE GRUPO MATRIX

La tabla siguiente permite realizar un cálculo básico del consumo eléctrico del TM-GM en sus áreas de: Talleres, dormitorio, baños y oficinas.
 Para ello debe colocar el número de aparatos en la columna "Nº de aparatos" y el número de horas en "Horas utilizado diariamente".
 El consumo propuesto corresponden a promedios recogidos de distintos aparatos eléctricos, si conoce el consumo exacto de su aparato puede variar la cifra sugerida en la columna "Potencia nominal del aparato" logrando un resultado más exacto.

Categoría o tipo de artefacto y su potencia nominal en W	Potencia nominal del	Nº de aparatos	Horas utilizado diariamente	Consumo en kwh	Fracción de consumo de los	Porcentaje de consumo
 Lámparas de 2 tubos fluorescentes	80 W	5	8,00	3,2	0,06325986	6,3%
 Focos ahorradores fluorescentes	20 W	5	1,00	0,1	0,001976871	0,2%
 Soldadoras de arco eléctrico.	6600 W	1	4,00	26,4	0,521893842	52,2%
 Compresor eléctricos de aire	1500 W	1	2,00	3	0,059306118	5,9%
 Taladro de banco	1100 W	1	2,00	2,2	0,043491154	4,3%
 Sistema de visión	100 W	1	24,00	2,4	0,047444895	4,7%
 Cocineta eléctrica 1500 w	1000 W	1	2,00	2	0,039537412	4,0%
 Cortadora de disco abrasivo	2000 W	1	4,00	8	0,158149649	15,8%
 Amoladora pequeña	1200 W	1	1,00	1,2	0,023722447	2,4%
 Taladro manual	870 W	1	0,50	0,435	0,008599387	0,9%
 Computador	50 W	4	8,00	1,6	0,03162993	3,2%
 Impresora	20 W	1	2,00	0,04	0,000790748	0,1%
 Scanner	20 W	1	0,50	0,01	0,000197687	0,0%
Consumo Total Aproximado (Kwh)				50,585	1	100%

<http://ecodesarrollo.cl/portal1/content/blogsection/12/45/>

Precio (Kwh)	Consumo Total Diario Aproximado (Kwh)	Días Laborables/mes	Consumo Total Mes Aproximado (Kwh)	Costo Total Mes de Consumo
0,052	50,585	20	1011,7	52,6084

El Autor

Meses Laborables/Año	Costo Total Mes de Consumo	Costo Total Año de Consumo
12	52,6084	631,3008

El Autor