

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA:  
“ESTUDIO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA DIVERSIFICADA EN EDIFICIOS  
RESIDENCIALES”**

**AUTOR:  
LUIS ENRIQUE CEVALLOS SALAZAR**

**DIRECTOR:  
VICTOR HUGO OREJUELA LUNA**

**Quito, Febrero 2015**

---

## **DECLARATORIA DE AUTORÍA**

Yo, Luis Enrique Cevallos Salazar autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Quito, 10 de Febrero de 2015

---

**Luis Enrique Cevallos Salazar**  
**CC: Víctor Hugo Orejuela Luna**

**AUTOR**

## **CERTIFICA**

Haber dirigido y revisado cada uno de los capítulos técnicos de la monografía realizada por el Sr. Luis Enrique Cevallos Salazar, previa a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico en la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Por cumplir los requisitos autoriza su presentación.

Quito, 26 de Febrero de 2015

---

**Ing. Víctor Hugo Orejuela Luna**  
**DIRECTOR**

## **DEDICATORIA.**

*Luis Enrique Cevallos Salazar*

*Como creyente en la existencia de un Ser Divino  
el presente trabajo está dedicado en primer lugar, a Dios  
Quién ha dirigido mi conciencia, ms sentidos e inteligencia  
de la mejor manera por el camino del estudio.*

*Luego, a mis padres por su ejemplo  
de honradez y trabajo; dedico además, a mi esposa e hijos  
que con su paciencia y apoyo fueron  
el estímulo para alcanzar la meta.*

*No debo olvidar el dedicar este esfuerzo a todos y  
cada uno de mis profesores que desde la preparatoria  
compartieron académicamente sus conocimientos.*

## **AGRADECIMIENTO.**

*Luis Enrique Cevallos Salazar*

*La culminación del presente trabajo me permite expresar con profunda gratitud y respeto, mi especial agradecimiento al Ing. Víctor Hugo Orejuela por su sólida ayuda en la dirección y asesoría de la tesis, su orientación, guía, sugerencias y correcciones contribuyeron de manera significativa en todo el desarrollo de la misma.*

## INDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA.....	II
CERTIFICA .....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
INDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE ANEXOS .....	X
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	XI
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
I. LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A. ....	2
1.1 La Empresa Eléctrica Quito S.A. Generalidades.....	2
1.1.1 Breve cronología de su formación .....	3
1.2 Plan Estratégico de la EEQ S.A.....	4
1.3 Plan De Expansión De La EEQ S.A. ....	5
1.3.1 Objetivos del Plan .....	6
1.3.2 Concordancia del plan de expansión con las leyes del sector eléctrico.....	6
1.3.3 Alcance del Plan de Expansión .....	7
1.4 Normativa Actual .....	7
1.4.1 Normas para Sistemas de Distribución .....	8
1.4.2 Parte A. Guía para Diseño de Redes de Distribución .....	8
1.4.3 Abreviaturas eléctricas de la normativa.....	13
1.4.4 Parte B. Unidades de propiedad y de Construcción.....	15
1.4.5 Parte C. Especificaciones técnicas de equipos y materiales.....	15
CAPÍTULO II.....	16
II. DEMANDA ELÉCTRICA EN LA EEQ S.A.....	16
2.1 Área de Concesión de la EEQ.....	16
2.1 Clasificación de los Usuarios según la EEQ S.A.....	18
2.2.1 Clasificación de los Consumidores.....	19
2.2 Determinación de la demanda.....	20
2.2.1 Generalidades.....	20
2.2.2 La demanda diversificada.....	22

2.2.3	Determinación de la demanda máxima coincidente o diversificada DMD .....	22
2.2.4	Determinación de la demanda máxima diversificada de las cocinas de inducción ..	26
2.2.5	Determinación de la demanda de diseño en abonados residenciales.....	27
2.3	Ordenanza municipal y clasificación de uso de suelo .....	30
2.3.1	Ordenanza Metropolitana N° 0024 de zonificación y usos de suelo .....	30
2.3.2	Ordenanza Metropolitana N° 0352: Asignación de ocupación de suelo y edificabilidad.....	31
CAPÍTULO III .....		35
III.	LEVANTAMIENTO Y MEDICIONES DE CAMPO .....	35
3.1	Selección de las Muestras .....	35
3.1.1	Edificaciones seleccionadas como muestra .....	35
3.2	Mediciones de Campo .....	42
3.2.1	Teoría del funcionamiento del analizador.....	43
3.2.2	Métodos de medición de datos del analizador .....	45
3.3	Levantamiento de Datos.....	47
3.3.1	Especificaciones técnicas del analizador usado en el estudio de demanda.....	48
3.4	Compilación de Resultados .....	50
3.4.1	Compilación de mediciones del Edif. Boreal .....	51
3.4.2	Compilación de Mediciones del Edif. Tizziano.....	54
3.4.3	Compilación de Mediciones del Edif. Argentum.....	57
3.4.4	Compilación de Mediciones del Edif. Fortune Plaza.....	61
3.4.5	Compilación de Mediciones del Edif. República .....	64
CAPÍTULO IV .....		68
IV.	EVALUACIÓN DE RESULTADOS .....	68
4.1	Cálculo de Parámetros y Factores con Normas Actuales.....	68
4.1.1	Parámetros de diseño aprobados para el Edif. Boreal.....	68
4.1.2	Parámetros de diseño aprobados para el Edif. Tizziano .....	74
4.1.3	Parámetros de diseño aprobados para el Edif. Argentum .....	78
4.1.4	Parámetros de diseño aprobados para el Edif. Fortune Plaza.....	84
4.1.5	Parámetros de diseño aprobados para el Edif. República .....	89
4.2	Cálculo de Parámetros y Factores con los Resultados de Campo.....	94
4.2.1	Cálculo DD y FD con resultados de campo del edificio Boreal .....	94
4.2.2	Cálculo DD y FD con resultados de campo del edificio Tizziano.....	95
4.2.3	Cálculo DD y FD con resultados de campo del edificio Argentum.....	97

4.2.4	Cálculo DD y FD con resultados de campo del edificio Fortune .....	99
4.2.5	Cálculo DD y FD con resultados de campo del edificio República .....	101
4.3	Análisis y Comparación de los Resultados.....	103
4.4	Parámetros y Factores Recomendados.....	106
CONCLUSIONES .....		120
RECOMENDACIONES .....		123
REFERENCIAS.....		125
ANEXOS.....		127

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa del área de concesión otorgado por el CONELEC.....	16
Figura 2.	Ubicación en plano del Edificio Boreal .....	37
Figura 3.	Ubicación en plano del Edificio Tizziano .....	38
Figura 4.	Ubicación en plano del Edificio Argentum .....	39
Figura 5.	Ubicación en plano del Edificio Fortune Plaza .....	41
Figura 6.	Ubicación en plano del Edificio República.....	42
Figura 7.	Dispositivo analizador de energía y accesorios.....	48
Figura 8.	Configuración de parámetros para el registro de datos del edificio Boreal.....	51
Figura 9.	Gráfico de la curva de demanda del Edificio Boreal .....	53
Figura 10.	Curvas de Carga diaria del Edificio Boreal.....	54
Figura 11.	Configuración de parámetros para el registro de datos del edificio Tizziano.....	54
Figura 12.	Gráfico de la curva de demanda de la Edificio Tizziano.....	55
Figura 13.	Curvas de Carga diaria del Edificio Tizziano .....	57
Figura 14.	Configuración de parámetros para el registro de datos del edificio Argentum.....	57
Figura 15.	Gráfico de la curva de demanda del Edificio Argentum .....	59
Figura 16.	Curvas de Carga diaria del Edificio Argentum .....	61
Figura 17.	Configuración de parámetros para el registro de datos del edificio Fortune Plaza .....	61
Figura 18.	Gráfico de la curva de demanda del Edificio Fortune Plaza.....	62
Figura 19.	Curvas de Carga diaria del Edificio Fortune Plaza .....	64
Figura 20.	Configuración de parámetros para el registro de datos del edificio República .....	64
Figura 21.	Gráfico de la curva de demanda del Edificio República.....	65
Figura 22.	Curvas de Carga diaria del Edificio República.....	67
Figura 23.	Cálculo de la demanda total de diseño para el Edif. Boreal.....	71
Figura 24.	Planilla de cálculo de DMU de oficinas del Edif. Boreal.....	72
Figura 25.	Planilla de cálculo de la DMU para servicios generales del Edif. Boreal .....	73
Figura 26.	Cálculo de la demanda total de diseño para el Edif. Tizziano .....	76
Figura 27.	Planilla de cálculo de la DMU para SSGG del Edif. Tizziano .....	77
Figura 28.	Planilla de cálculo de la DMU para unidades habitacionales del Edif. Argentum.....	80
Figura 29.	Planilla de cálculo de la DMU para unidades habitacionales del Edif. Argentum.....	81
Figura 30.	Planilla de cálculo de la DMU para oficinas y SSGG del Edif. Argentum .....	82
Figura 31.	Planilla de cálculo de la DMU para SSGG del Edif. Argentum.....	83
Figura 32.	Planilla de cálculo de la DMU para SSGG y potencia del transformador del Edif. Argentum.....	84
Figura 33.	Planilla de cálculo de la DMU para unidades ocupacionales del Edif. Fortune.....	86
Figura 34.	Planilla de cálculo de la DMU para unidades ocupacionales del Edif. Fortune.....	87
Figura 35.	Planilla de cálculo de la DMU para SSGG del Edif. Fortune .....	88
Figura 36.	Planilla de cálculo de la DMU para SSGG y potencia del transformador del Edif. Fortune .....	89
Figura 37.	Planilla de cálculo de la DMU para unidades ocupacionales y potencia del transformador del Edif. República .....	92

Figura 38. Planilla de cálculo de la DMU para SSGG del Edif. República .....	93
Figura 39. Valores en kVA de la demanda de diseño y la real .....	104
Figura 40. Valor y % sobrestimado de Demanda de Diseño .....	105
Figura 41. Curva de Fact. Diversidad, de Tendencia y Ecuación Exponencial norma año 2006 ..	109
Figura 42. Curva de Fact. Diversidad, de Tendencia y Ecuación Logarítmica norma año 2006 ..	109
Figura 43. Curva de Fact. Diversid, de Tendencia y Ecua. Polinomial 2do.Orden norma año 2006 .....	110
Figura 44. Curva de Fact. Diversid, de Tendencia y Ecua. Polinomial 3er.Orden norma año 2006 .....	110
Figura 45. Curva de Fact. Diversidad, de Tendencia y Ecuación Lineal norma año 2006.....	111
Figura 46. Curva del Factor M, de Tendencia y Ecuación Exponencial normativa año 2009.....	112
Figura 47. Curva del Factor M, de Tendencia y Ecuación Logarítmica Norma año 2009.....	112
Figura 48. Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Polinomial 2do.orden norma año 2009.....	113
Figura 49. Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Polinomial 3er. orden norma año 2009 .....	113
Figura 50. Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Lineal norma año 2009.....	114
Figura 51. Curva del Factor M, de Tendencia y Ecuación Exponencial, datos reales .....	115
Figura 52. Curva del Factor M, de Tendencia y Ecuación Logarítmica, datos reales .....	115
Figura 53. Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Lineal con Datos Reales.....	116
Figura 54. Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Polinomial 2do.orden, Datos Reales .....	116
Figura 55. Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Polinomial 3er. orden, datos reales.....	117
Figura 56. Potencia Nominal de los Transformadores y Demandas Máximas de los Edificios .....	119
Figura 57. Porcentaje de utilización de los Transformadores .....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. La EEQ en cifras, datos generales.....	3
Tabla 2. Porcentajes de Distribución del Capital Social de la EEQ.....	4
Tabla 3. Valores de los voltajes nominales de los sistemas de la EEQ .....	9
Tabla 4. Abreviaturas para uso en el diseño de redes de distribución .....	14
Tabla 5. Cifras de electrificación de abonados.....	19
Tabla 6. Categorías de estrato y escalas de consumo.....	20
Tabla 7. Proyección de crecimiento medio de abonados del servicio eléctrico .....	22
Tabla 8. Factores M para cálculo de la DMD demanda máxima diversificada .....	24
Tabla 9. Factores N para cálculo de la DMD demanda máxima diversificada.....	24
Tabla 10. DMD [kW] demanda máxima diversificada considerando los factores M y N sin afectación de cargas de cocinas de inducción.....	26
Tabla 11. Demanda máxima diversificada de cocinas de inducción .....	26
Tabla 12. Tipos de uso de suelo.....	31
Tabla 13. Cuadro de asignación de ocupación de suelo y edificabilidad .....	33
Tabla 14. Símbolos para los valores registrados por el analizador de red. ....	45
Tabla 15. Datos de los 1723 registros tomados por el equipo analizador E. Boreal.....	52
Tabla 16. Cuadro de cargas diarias del Edificio Boreal.....	53
Tabla 17. Datos de los 2.007 registros tomados por el equipo analizador E. Tizziano.....	55
Tabla 18. Cuadro de cargas diarias del Edificio Tizziano .....	56
Tabla 19. Datos de los 2.569 registros tomados por el equipo analizador E. Argentum.....	58
Tabla 20. Cuadro de cargas diarias del Edificio Argentum .....	60
Tabla 21. Datos de los 2.873 registros tomados por el equipo analizador E. Fortune.....	62
Tabla 22. Cuadro de cargas diarias del Edificio Fortune Plaza .....	63
Tabla 23. Datos de los 1.558 registros tomados por el equipo analizador E. República .....	65
Tabla 24. Cuadro de cargas diarias del Edificio República.....	66
Tabla 25. DD al inicio del proyecto y demandas obtenidas de la investigación Edif. Boreal.....	94
Tabla 26. Estimación del Factor M para 46 usuarios con datos obtenidos del Edif. Boreal.....	95
Tabla 27. DD al inicio del proyecto y demandas obtenidas de la investigación Edif. Tizziano .....	96
Tabla 28. Estimación del Factor M para 49 usuarios con datos obtenidos del Edif. Tizziano .....	96
Tabla 29. DD al inicio del proyecto y demandas obtenidas de la investigación Edif. Argentum.....	98

Tabla 30. <i>DD y FD estimado para 30 departamentos Edif. Argentum</i> .....	98
Tabla 31. <i>DD al inicio del proyecto y demandas obtenidas de la investigación Edif. Fortune</i> .....	100
Tabla 32. <i>DD y FD estimado para 26 departamentos Edif. Fortune Plaza</i> .....	100
Tabla 33. <i>DD al inicio del proyecto y demandas obtenidas de la investigación Edif. República</i> ...	102
Tabla 34. <i>DD y FD estimado para 38 oficinas Edif. República</i> .....	103
Tabla 35. <i>Comparación de resultados entre las demandas de diseño y real</i> .....	103
Tabla 36. <i>Factores de Demanda de diseño, y Estimados</i> .....	107
Tabla 37. <i>Tabla de Factor M estimado Edif. Boreal</i> .....	107
Tabla 38. <i>Tabla de Factor M estimado Edif. Tizziano</i> .....	108
Tabla 39. <i>Factor de utilización de los transformadores</i> .....	118

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mediciones de Campo Edif. Boreal .....	127
Anexo 2. Curva de Carga por todo el período Ed. Boreal.....	130
Anexo 3. Fotografía instalación analizador .....	130
Anexo 4. Cuadro de Cargas diarias Edificio Boreal.....	131
Anexo 5. Curvas de carga diaria Edif. Boreal.....	132
Anexo 6. Mediciones de campo Edificio Tizziano. (Arch. Excel).....	133
Anexo 7. Curva de Carga por todo el período Edif. Tizziano .....	135
Anexo 8. Fotografía instalación analizador .....	135
Anexo 9. Cuadro de Cargas diarias Edif. Tizziano .....	136
Anexo 10. Curvas de Carga diaria Edif. Tizziano .....	137
Anexo 11. Mediciones de campo Edificio Argentum. (Arch. Excel).....	139
Anexo 12. Curva de Carga por todo el período Edif. Argentum.....	141
Anexo 13. Fotografía instalación analizador .....	141
Anexo 14. Cuadro de Cargas diarias Edif. Argentum .....	142
Anexo 15. Curvas de Carga diaria Edif. Argentum.....	143
Anexo 16. Mediciones de campo Edificio Fortune Plaza. (Arch. Excel) .....	145
Anexo 17. Curva de Carga por todo el período Edif. Fortune .....	147
Anexo 18. Fotografía instalación analizador .....	147
Anexo 19. Cuadro de Cargas diarias Edif. Fortune Plaza .....	149
Anexo 20. Curvas de Carga diaria Edif. Fortune .....	150
Anexo 21. Mediciones de campo Edificio República. (Arch. Excel) .....	152
Anexo 22. Curva de Carga por todo el período Edif. República.....	154
Anexo 23. Fotografía instalación analizador .....	154
Anexo 24. Cuadro de Cargas diarias Edif. República.....	155
Anexo 25. Curvas de Carga diaria Edif. República .....	156

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

CONELEC	Consejo Nacional de Electricidad
DD	Demanda de Diseño
DMD	Demanda Máxima Diversificada
DMDci	Demanda Máxima Diversificada de Cocinas de Inducción
DMU	Demanda Máxima Unitaria
$D_{max_{coin}}$	Demanda Máxima Coincidente
DA/P	Demanda de alumbrado público
DPT	Demanda de pérdidas técnicas resistivas en la red secundaria
E.E.Q.SA	Empresa Eléctrica Quito S.A.
E.E.Q.	Empresa Eléctrica Quito
FD	Factor de Diversidad
FDM	Factor de Demanda
FP	Factor de Potencia
FFUn	Factor de Frecuencia de Uso de una carga individual
FSn	Factor de Simultaneidad para la carga individual
kW	Capacidad del Transformador o Demandas en kilovatios
kWh	Kilovatios hora
kVA	Capacidad del Transformador o Demandas en kilo-voltamperios
MEER	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
N	Número de Usuarios o Abonados
SEQ	Sistema Eléctrico Quito
SSEG	Servicios Generales
Ti	Tasa de Incremento acumulativa media anual de la Demanda
VA	Volta-amperios
W	Vatios

## RESUMEN

### “Estudio de la Demanda Eléctrica Diversificada en Edificios Residenciales”

Luis Enrique Cevallos Salazar

luisecevalloss@hotmail.com

Universidad Politécnica Salesiana

*Resumen*— En este trabajo de tesis se presenta los resultados del estudio de la demanda eléctrica diversificada para una muestra de cinco edificios nuevos, ubicados en el sector norte de la ciudad de Quito, que reciben la electricidad del sistema de distribución de la Empresa Eléctrico Quito S.A. En cada uno de los cinco edificios se realizaron durante 12 días, mediciones de los parámetros reales de demanda mediante un analizador de redes.

Se presenta un resumen de las normas de diseño de la Empresa Eléctrica Quito S.A. y de las ordenanzas municipales, y se incluyen los estudios de carga y de demanda de cada uno de los edificios. Los principales resultados de las mediciones son presentados mediante gráficos y tablas que resumen los parámetros más relevantes; y, que permiten comparar los valores reales con aquellos empleados en los diseños originales aprobados por la empresa eléctrica.

Con base en las mediciones realizadas se ha determinado para cada edificio las curvas de demanda real, la demanda máxima y la hora de ocurrencia, para días laborables y de fines de semana. Además se ha calculado los factores de carga y los factores de demanda diversificada.

También se presentan Conclusiones y Recomendaciones

*Palabras Clave*—*Demanda de Diseño, Factor de Demanda, Demanda Diversificada, Curva de Demanda, Factor de Coincidencia.*

## **ABSTRACT**

### **"Study of the diversified electric demand in residential buildings"**

Luis Enrique Cevallos Salazar

luisecevalloss@hotmail.com

Universidad Politécnica Salesiana

*Abstract*— in this work are presented the results of the study of the diversified electric demand for a sample of five new buildings located in the northern part of the city of Quito, which receive electricity from Power Distribution System of Empresa Eléctrica Quito S.A.

For each one of the five buildings were made measurements of the real parameters of electricity demand using a network analyzer during 12 days. In addition, this work presents a summary of the load and demand studies for each of the buildings. The main results of the measurements are presented through graphs and tables summarizing the most relevant electric parameters to make a comparison between the real values of demand with those used in the original designs approved by the company of electricity.

For each building; curves of electrical demand real, maximum demand and time of occurrence for weekdays and weekends, are showed. Also, estimated load factors and diversified demand factors, are included.

Conclusions and Recommendations are also presented.

*Keywords*— *Design demand; demand factor; diversified demand; demand curve; coincidence factor.*

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la demanda eléctrica en general pero particularmente la residencial requiere de un suministro de energía con parámetros de diseño que estén actualizados en las normativas de las empresas eléctricas, las cuales deben incluir factores de demanda coincidente acordes con las cargas reales de los consumidores. La determinación de un proyecto de diseño para la estimación de la demanda máxima diversificada de un edificio nuevo, requiere que los factores de diversidad sean acordes con las demandas reales con el propósito de que no existan diferencias de demanda en el diseño por exceso o por defecto, y que afecten técnica y económicamente tanto a la Empresa Eléctrica como a los usuarios. Si una demanda de diseño es mayor que la real, las instalaciones pueden estar sobredimensionadas y por lo tanto las inversiones serán excesivas e innecesarias; y por el contrario, si la demanda de diseño es menor a la real, las instalaciones no tendrán la capacidad de satisfacer la demanda de los usuarios y no se podrá proporcionar la cantidad requerida, afectando por causa de este hecho a la Empresa Eléctrica y a los usuarios en el servicio y en su economía.

Con lo expuesto, el estudio de campo realizado en los edificios permite obtener los parámetros de demanda real con los cuales se sustenta la formulación de los factores de diversidad sugeridos para abonados de edificios nuevos. Cabe indicar que no se encuentra dentro del alcance de este proyecto el realizar una nueva normativa. Sin embargo se presentan conceptos y parámetros generales vinculados con la demanda eléctrica, y las ordenanzas municipales relacionadas con las características de las viviendas y los tipos de usuarios.

Finalmente a través de los factores de diversidad estimados y mediante el análisis de los resultados de demanda real y de diseño, se realizarán las conclusiones y recomendaciones con el propósito de que el dimensionamiento de una demanda de diseño esté más acorde a las demandas reales, y de esta forma tener una posterior instalación de transformadores de distribución en los edificios con capacidades que no estén ni sobre ni sub estimados.

## CAPÍTULO I

### I. LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

El presente capítulo hace referencia a la Empresa Eléctrica Quito como distribuidora de electricidad, sus datos generales y una breve cronología de su historia. Luego se señala las características de su Plan Estratégico y de Expansión que los desarrollará hasta el año 2021. Finalmente el capítulo detalla aspectos de la Normativa actual vigente que involucra las normas para los Sistemas de Distribución para la ejecución de proyectos de demanda eléctrica.

#### 1.1 La Empresa Eléctrica Quito S.A. Generalidades

La Empresa Eléctrica Quito S.A. mantiene cómo misión el proveer a la ciudad y a toda el área que constituye su concesión un servicio público de electricidad eficiente, con responsabilidad socio ambiental, que contribuya a la satisfacción de sus necesidades y de desarrollo. [1]

Los datos abajo en el cuadro, muestran los parámetros e indicadores de información general emitidos por la EEQ por el período terminado a diciembre del año 2013.

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	
DATOS E INDICADORES GENERALES A DICIEMBRE 2013	
<b>Área de concesión:</b>	14.971 Km <sup>2</sup> , cubriendo las siguientes provincias y cantones: <b>Pichincha:</b> Quito, Rumiñahui, Mejía, Pedro Vicente Maldonado, San Miguel de los Bancos, parte de Puerto Quito y Cayambe. <b>Napo:</b> Quijos y El Chaco.
<b>Clientes regulados facturados:</b>	965.442 contadores de energía.
<b>Población electrificada:</b>	2'776.807 de habitantes.
<b>Cobertura:</b>	99,54%
<b>Generación propia:</b>	512 GWh, 5 centrales de generación hidroeléctrica y 1 térmica.
<b>Subtransmisión:</b>	1.089 MVA, 36 subestaciones de distribución.

<b>Distribución:</b>	2.294 MVA, 177 circuitos primarios, 35.761 transformadores de distribución.
<b>Red primaria [M.V]:</b>	7.744 Km.
<b>Red secundaria [B.V]:</b>	6.776 Km.
<b>Alumbrado público:</b>	233.895 luminarias.
<b>Facturación anual total (incluye terceros):</b>	US \$ 364,84 millones.
<b>Procesos:</b>	100% de procesos certificados bajo la Norma Internacional ISO 9001:2008, en la totalidad del área de servicio.

**Tabla 1.** La EEQ en cifras, datos generales

**Fuente:** [2] Empresa Eléctrica Quito S.A, "La EEQ en cifras indicadores, proyecto SIGDE, CNEL Sucumbíos - Empresa Eléctrica Quito." Quito, 2013.

Disponibe.: <http://www.eeq.com.ec:8080/nosotros/la-eeq-en-cifras>

### 1.1.1 Breve cronología de su formación

Esta empresa inauguró sus actividades en el campo de la energía eléctrica con de la creación de una empresa denominada "La Eléctrica" con una planta ubicada en el sector de Chimbacalle cuya potencia que producía era de apenas 200 kW, únicamente para abastecer el consumo de la iluminación nocturna de la Iglesia de la Compañía y 60 lámparas de alumbrado público. "La Eléctrica" crea una nueva planta con el nombre de "Central Guápulo" en las afueras de la ciudad en el sector que tiene el mismo nombre, con una capacidad de producción de 200 kW, igual a la capacidad instalada en la planta de Chimbacalle. [3]

En el año 1900 se realizó un aporte de capital de 500.000 dólares y cuyas acciones eran en su mayoría de origen estadounidense, a partir de ese momento se la empezó a conocer con el nombre de "La Empresa Americana" su nombre societario fue "The Quito Light and Power Company". Incrementó su volumen de producción a 920 kW en el año de 1908, aumentando así su potencia con más del ciento por ciento de la potencia inicial que era de 400 kW en el año 1900. Luego de casi 25 años de servicio de la empresa "The Electric Light and Power Company", se produce un cambio a nivel societario donde esta empresa traspasa sus bienes y activos en forma de venta a la compañía ecuatoriana recién creada y

denominada “La Eléctrica de Quito C.A. [3]

El 18 de agosto de 1972 el Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL, adquiere parte del paquete accionario eléctrico y pasan a formar una sociedad con el IESS hasta el año de 1998. Luego INECEL fenece y se transfieren las acciones al Fondo de Solidaridad con el 56,992. En el año 2009 el Gobierno suprime este Fondo, y las acciones son reintegradas al Estado Ecuatoriano como su principal tenedor representada por el MEER Ministerio de Electricidad y Energía Renovable hasta la presente fecha con el mismo porcentaje de acciones (63,89315%) del capital social de la EEQ S.A. [3]

Actualmente el capital social está distribuido entre varias entidades y cuyo monto total asciende a \$ 185´062.750,00 dólares americanos repartidos de acuerdo con el siguiente detalle de porcentajes: [4]

<b>Distribución del Capital Social de la EEQ S.A.</b>	
Ministerio de Electricidad y Energía Renovable	63,89315%
Municipio Metropolitano de Quito	26,81370%
Honorable Consejo Provincial de Pichincha	8,03968%
Industriales y Comerciantes de Pichincha	1,14846%
Consejo Provincial del Napo	0,10501%
Total:	100,00000%

**Tabla 2.** *Porcentajes de Distribución del Capital Social de la EEQ*

**Fuente:** [4] *Empresa Eléctrica Quito S.A, PLAN ESTRATÉGICO de la EEQ S.A. 2012 - 2015. p.11.*

## **1.2 Plan Estratégico de la EEQ S.A.**

Ante los requerimientos que sustentan las políticas del sector eléctrico del País y particularmente del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable MEER, se pretende lograr un sector eléctrico estratégico de mayor eficiencia; para esto, La Empresa Eléctrica Quito S.A. ha elaborado un plan estratégico para contribuir con el cambio de la matriz y eficiencia energética. [4]

El plan estratégico de igual manera es el resultado del análisis de varios tópicos que involucran y vinculan su Sostenibilidad Institucional, lo que significa que debe

existir la seguridad de que los recursos que cubren sus necesidades que posee la empresa en el presente, no comprometan los recursos que deberían cubrir las necesidades del futuro en las áreas económica, ambiental y social, además de enmarcarse dentro de los cánones de la ética, la moral y la responsabilidad con la sociedad y el medio ambiente. [4]

### **1.3 Plan De Expansión De La EEQ S.A.**

Conforme con la Regulación Complementaria N°.1 para la aplicación del mandato N°.15, la cual establece que toda planificación para cualquier expansión del sistema eléctrico en los sistemas de distribución, deberá ser ejecutada por las respectivas empresas distribuidoras que son las encargadas de la prestación del servicio eléctrico dentro de su área de concesión en un periodo de diez años, siendo previamente analizada y aprobada por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC. [5]

La Empresa Eléctrica Quito a través de su plan de expansión elaborado, le permite cumplir y estar en correlación con las leyes, normativas, y mandatos vigentes que se relacionan con los niveles de calidad de servicio hacia sus abonados; extendiendo su cobertura eléctrica, optimizando su infraestructura eléctrica, reduciendo sus pérdidas de energía y desarrollando sus niveles de calidad y eficiencia del servicio eléctrico. [6]

Apoyar el cambio del sector eléctrico del Ecuador es una de las políticas institucionales de la EEQ, otra es el proporcionar un servicio público de electricidad óptimo fortaleciendo sus sistemas de gestión de calidad. [1] Para cumplir estas políticas la empresa ha desarrollado un Plan de Expansión del Sistema Eléctrico como herramienta estratégica para su crecimiento y evolución como empresa eléctrica distribuidora. El Plan de Expansión responde entonces, a los requerimientos de demanda de energía eléctrica que se encuentra en constante crecimiento acorde con el incremento de abonados localizados dentro de su área de concesión. [6]

### **1.3.1 Objetivos del Plan**

El Plan de Expansión del Sistema Eléctrico elaborado por la EEQ ha sido concebido para ser ejecutado en un período de diez años contados a partir del 2011, el mismo que tiene como propósito conseguir los objetivos dentro de la planificación del sistema eléctrico Quito (SEQ) de la EEQ [6] y que son:

- a) *“Resolver en el inmediato plazo las restricciones o deficiencias operativas del sistema existente, si las hubiera.”* [6]
- b) *“Atender sin restricciones, las necesidades de carga eléctrica de nuestros clientes y del crecimiento del mercado, en los próximos 10 años.”* [6]
- c) *“Que el plan de expansión propuesto garantice la seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico, en condiciones normales y contingencia simple, como: salida de una línea de subtransmisión, salida de un transformador de 138/46kV y/o de una unidad de la central hidráulica Nayón.”* [6]
- d) *“Desarrollar un sistema eléctrico que sea eficiente y cumpla con las regulaciones de calidad del servicio del CONELEC.”* [6]
- e) *“Que el Plan de Obras definido sea auto sustentable y con el menor impacto ambiental.”* [6]

### **1.3.2 Concordancia del plan de expansión con las leyes del sector eléctrico**

El Plan de expansión es una consecuencia o resultado de varios requerimientos que se imponen desde ciertas leyes, reglamentos, regulaciones y resoluciones que se hallan sentadas en correlación con el régimen del sector eléctrico ecuatoriano.

De acuerdo con la Ley del Régimen del Sector Eléctrico el principal organismo gubernamental que regula el sector eléctrico ecuatoriano actualmente es el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, este por lo tanto, es la unidad reguladora de ciertas actividades de la Empresa Eléctrica Quito, [7] ente que además tiene elaborado el denominado Plan Maestro de Electrificación para el

periodo comprendido entre los años 2011 - 2021 y cuyo propósito general es servir de instrumento integral para la toma de decisiones dentro del sector eléctrico, lo cual permitirá garantizar un continuo suministro de energía eléctrica a cada vez más pobladores del País en un corto, mediano y largo plazo con calidad, con eficiencia y bajo los criterios, normas técnicas, económicas, financieras, sociales y ambientales, y de esta forma establecer la conveniencia para ejecutar los proyectos y planes de expansión. [8]

### **1.3.3 Alcance del Plan de Expansión**

El propósito de la EEQ con respecto a la definición del alcance del plan de expansión es describir en forma clara los procesos lógicos del proyecto a través de la planificación de la expansión del sistema eléctrico [6] para conseguir los principales objetivos que se señalan a continuación:

- *“El estudio eléctrico del sistema existente, su evaluación y diagnóstico, si hay restricciones o deficiencias, definir sus soluciones inmediatas o emergentes.” [6]*
- *“El análisis de los datos estadísticos de energía y potencia generada, facturada y demandada del sistema de potencia, así como, de la estructura y evolución de nuestro mercado eléctrico, por tipo de consumidor, con el fin de determinar las tasas de crecimiento correspondientes.” [6]*
- *“El pronóstico de cargas y definición de nuevos equipamientos a nivel del sistema y por subestaciones de distribución, para demanda máxima, media y mínima del sistema, de los próximos 10 años.” [6]*
- *“La determinación de índices de calidad, seguridad y confiabilidad del servicio, como: voltajes, pérdidas eléctricas, cargabilidad de los equipos e instalaciones, factores de potencia, etc., relativos al sistema eléctrico y sus instalaciones por subsistema.” [6]*

### **1.4 Normativa Actual**

La normativa vigente para los Sistemas de Distribución de la Empresa Eléctrica Quito tiene como objetivo principal el optimizar el funcionamiento de estos

sistemas, la misma que está conformada fundamentalmente por tres Partes que detallan los criterios y procedimientos técnicos que deben necesariamente ser considerados al realizar el diseño de una red eléctrica de distribución. [9]

#### **1.4.1 Normas para Sistemas de Distribución**

Las Normas para los Sistemas de Distribución conforman las partes A, B y C de la normativa, estas constituyen un conjunto de criterios, recomendaciones y normas básicas de carácter técnico que deben ser cumplidas en las instalaciones ejecutadas por los técnicos de la EEQ o por profesionales externos. Las partes mencionadas se clasifican de la siguiente manera: [9]

- Parte A: Guía para diseño de redes de distribución
- Parte B: Unidades de propiedad y de Construcción
- Parte C: Especificaciones técnicas de equipos y materiales

#### **1.4.2 Parte A. Guía para Diseño de Redes de Distribución**

La parte A constituye la Guía para el Diseño de Redes de Distribución, cuyo segmento pertinente a la estimación de la demanda eléctrica diversificada dentro de la sección A -11 es objeto de estudio en este trabajo, el cual se lo particulariza en el capítulo II subsecuente. El objetivo principal de esta normativa en su parte A es establecer dentro del área de concesión de la EEQ, las técnicas teórico-prácticas en una forma estándar, para regular los sistemas de distribución en las distintas etapas del diseño y construcción de una red eléctrica. [10]

Para el caso que compete a este trabajo es necesario conocer los conceptos, configuraciones, definiciones y abreviaturas usadas en el área eléctrica que se detallan en la sección A-01 y A-02, las mismas que se relacionan con la distribución eléctrica en el diseño de instalaciones de tipo residencial y específicamente en infraestructuras de edificios residenciales.

#### **Voltajes de Servicio**

Los valores de los voltajes de la tabla N°. 5 son voltajes nominales existentes en

los diferentes sectores del sistema eléctrico de la EEQ.

Área	Nivel de Voltaje	Und.
Transmisión y Subtransmisión	46; 138	kV
Alimentadores y Redes Primarias de Distribución	6,3 22,8 GRDY / 13,2 13,2 GRDY / 7,6	kV
Circuitos Secundarios Trifásicos	220/127; 210/121	V
Circuitos Secundarios Monofásicos	240/120	V

**Tabla 3.** Valores de los voltajes nominales de los sistemas de la EEQ

**Fuente:** [10] Empresa Eléctrica Quito S.A., “NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, PARTE A, GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.”, Quito, 2014, p. 17.

## Definiciones de Términos Eléctricos de la Normativa

LA sección A-02 de la parte A de la normativa contiene las diversas definiciones de los términos eléctricos que se utilizan en los textos de las normas generales de la EEQ. La descripción de cada uno de los términos puntualiza claramente la acepción que debe darse al contenido de las normas para que no existan interpretaciones o significados diferentes que se pudieran dar a una palabra o expresión. [10]

### Sistema de Distribución

*“La parte del Sistema de Potencia, comprendida entre las barras de alto voltaje de las subestaciones de distribución y los puntos de suministro de energía a los consumidores, formada por elementos y equipos eléctricos.” [10]*

### Subestación de Distribución

*“Dentro del sistema de Potencia, es la instalación que incluye la recepción de las líneas de transmisión y subtransmisión, el transformador de reducción de alto voltaje, la salida de las redes primarias y los equipos asociados de protección, control y seccionamiento.” [10]*

### **Red de Distribución**

*“Conjunto de elementos componentes del Sistema de Distribución tales como: conductores, aisladores, estructuras de soporte, canalizaciones, equipos de protección, etc.” [10]*

### **Red de Distribución Subterránea**

*“Red de distribución cuyos elementos se encuentran instalados bajo el nivel del suelo.” [10]*

### **Red de Distribución Aérea**

*“La red de distribución en la cual los elementos de la instalación se disponen sobre estructuras de soporte erigidas sobre el terreno.” [10]*

### **Red Primaria**

*“La parte de la red de distribución que opera al voltaje primario del Sistema.” [10]*

### **Alimentador**

*“La sección de la red primaria que se inicia en las barras de medio voltaje de la Subestación de Distribución y que constituye, por su capacidad de transporte, la parte principal de la red.” [10]*

### **Ramal**

*“La sección de la red primaria que se deriva de un alimentador, para alcanzar un área determinada de suministro.” [10]*

### **Centro de Transformación**

*“La parte de la red primaria que comprende el transformador de distribución y sus elementos de protección y seccionamiento.” [10]*

### **Centro de Transformación Aéreo**

*“Centro de transformación instalado sobre una estructura de soporte en redes aéreas.” [10]*

### **Centro de Transformación en Cámara Eléctrica**

*“Centro de transformación instalado en un local cubierto diseñado y construido*

*exclusivamente para el alojamiento de los equipos, en redes subterráneas.” [10]*

### **Red Secundaria**

*“Parte de la Red de Distribución que opera al voltaje secundario del sistema o voltaje de utilización.” [10]*

### **Circuito Secundario**

*“La sección de la red secundaria comprendida entre el centro de transformación y el extremo más alejado de la misma que recibe alimentación del transformador de distribución correspondiente, incluyendo los ramales derivados de puntos intermedios.” [10]*

### **Punto de Seccionamiento**

*“Punto de la red primaria o secundaria en el cual se instala elementos de corte manual o automático, que permiten aislar eléctricamente dos secciones de la red.” [10]*

### **Derivación o acometida**

*“La instalación que conecta un punto de la red de distribución a la carga del consumidor.” [10]*

### **Consumidor, usuario, abonado o cliente**

*“Persona natural o jurídica que ha suscrito un convenio con la Empresa para el suministro de energía eléctrica dentro de una residencia, establecimiento, edificio o local.” [10]*

### **Red de Alumbrado Público**

*“La parte de la Red de Distribución que opera al voltaje secundario del sistema y desde la cual se alimentan y controlan las luminarias para el alumbrado de vías y espacios de uso público.” [10]*

### **Luminarias**

*“Equipo eléctrico constituido por la fuente luminosa (lámpara), receptáculo,*

*reflectores, refractores y accesorios incorporados, que se utiliza para el alumbrado público.” [10]*

### **Canalización**

*“El conjunto de elementos destinados a alojar y proteger los conductores contra agentes externos.” [10]*

### **Puesta a Tierra**

*“El conjunto de elementos destinados a proveer una conexión permanente, entre un punto de la red o entre los terminales de un equipo y tierra.” [10]*

### **Equipamientos**

*“Se refiere al suelo destinado a actividades e instalaciones que generen bienes y servicios que posibiliten la recreación, cultura, salud, educación, transporte, servicios públicos e infraestructura, y que independiente de su carácter público o privado pueden ubicarse en combinación con otros usos en lotes o edificaciones, en concordancia con la cobertura.” [10]*

### **Voltaje Nominal**

*“Valor de voltaje de referencia utilizado para identificar una red eléctrica.” [10]*

### **Voltaje de Placa**

*“Voltaje al cual están referidas las características de operación y funcionamiento de un equipo. Este voltaje sirve de referencia para definir las características de operación y permitir el desempeño óptimo del equipo” [10]*

### **Voltaje de Utilización**

*“Voltaje obtenido en los terminales de un dispositivo eléctrico o máquina. Es el voltaje existente en el tomacorriente al cual se va a conectar el equipo. Se debe tener presente que el voltaje de utilización no es el existente en la acometida, ya que de la acometida a los terminales de los dispositivos o de los tomacorrientes se produce una caída de voltaje propia de la instalación eléctrica interior.” [10]*

### **Voltaje de Suministro**

*“Es el valor del voltaje del servicio que el Distribuidor suministra en el punto de entrega al Consumidor en un instante dado. El voltaje de suministro en los sectores rurales debe ser el mismo que el establecido para los sectores urbanos. La diferencia con el perfil de voltaje urbano estará dada por la distribución de las caídas de voltaje en cada componente del sistema.” [10]*

### **Caída de Voltaje**

*“Es la diferencia entre el voltaje de alimentación y el voltaje de carga, referido al voltaje nominal” [10]*

### **Espacio de Trabajo en Instalación Eléctrica**

*“Es el espacio de trabajo libre mínimo en dirección del acceso hacia partes vivas, sea este horizontal o vertical de una instalación eléctrica, tales como transformadores, equipos de protección y seccionamiento, interruptores automáticos, tableros de distribución, paneles de control, controladores de motores, relevadores y equipo similar. Las distancias deben medirse desde las partes vivas, si están expuestas, o desde el frente o abertura de la envolvente si están encerradas.” [10]*

### **Regulación de Voltaje**

*“Es el porcentaje de caída de voltaje de una línea con referencia al voltaje de carga” [10]*

*Porcentaje regulación de voltaje:*

$$\% rV = \frac{|Va| - |Vc|}{|Vc|} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

$|Va|$  = Módulo del voltaje del extremo de alimentación.

$|Vc|$  = Módulo del voltaje del extremo de carga.

### **1.4.3 Abreviaturas eléctricas de la normativa**

La tabla N<sup>o</sup>. 6 muestra las abreviaturas de los términos eléctricos que

generalmente se los utilizan en los proyectos de distribución haciendo referencia a los diferentes textos de la normativa de la EEQ.

Descripción	Abrev
Alto Voltaje	AV
Medio Voltaje	MV
Bajo Voltaje	BV
Alumbrado público	AP
Carga instalada	CI
Carga instalada por consumidor representativo	CIR
Centro de transformación	CT
Coefficiente de utilización del suelo	CUS
Demanda de diseño	DD
Demanda máxima diversificada	DMD
Demanda máxima diversificada de cocinas de inducción	DMDCI
Demanda máxima diversificada de cargas especiales	DMDCE
Demanda máxima unitaria	DMU
Factor de diversidad	FD
Factor de demanda	FDM
Factor de frecuencia de uso de la carga individual	FFUn
Factor de mantenimiento	Fm
Factor de potencia	FP
Factor de simultaneidad para la carga individual	FSn
Factor de uniformidad	FU
Capacidad del transformador en kVA	kVA ( t )
Demanda correspondiente a un tramo en kVA	kVA ( d )
Número de abonados usuarios	N
Nivel de iluminación mínimo	Nlmin
Nivel de iluminación medio	Nlmed
Potencia o carga nominal de los artefactos individuales	Pn
Sobre el nivel del mar	Snm
Tasa de incremento acumulativa media anual de la demanda	Ti
Espacio de trabajo en instalación eléctrica	ET
Altura de trabajo en instalación eléctrica	AT

**Tabla 4.** Abreviaturas para uso en el diseño de redes de distribución

**Fuente:** [10] Empresa Eléctrica Quito S.A., "NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, PARTE A, GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN." Quito, pp. 25-27, 2014.

La sección A-11 de la parte A de la normativa señala los Parámetros de Diseño de un sistema de distribución, los mismos que son tratados en el capítulo II de este trabajo para la determinación de la demanda eléctrica diversificada.

#### **1.4.4 Parte B. Unidades de propiedad y de Construcción**

Al igual que la parte A de la normativa, la parte B contiene las normas que constituyen el conjunto de disposiciones que deben ser aplicadas en la construcción de los sistemas de distribución en las áreas urbanas y rurales. Su contenido se basa en diferentes secciones de normas que involucran elementos de construcción, implantación, montaje, dimensionamiento de estructuras y materiales a utilizarse en instalaciones para redes a nivel de 6.3 y 22.8 kV, además las normas se las aplica para las estructuras de soporte en la construcción de redes a 22.8 GRDY / 13.2 kV en las áreas rurales. La clasificación siguiente detalla en forma resumida los componentes de la parte B [11] de la normativa.

- *“Consideraciones generales para la implantación de postes*
- *Disposiciones básicas de los conductores sobre las estructuras*
- *Separaciones mínimas de seguridad*
- *Disposición de listas de materiales y guías de su utilización*
- *Disposiciones y estructuras para redes aéreas y subterráneas de distribución*
- *Disposiciones para el tipo de montaje, fijación y ensamblaje de los equipos*
- *Disposiciones para la instalación de conexiones a tierra de los equipos*
- *Designación de las unidades para la contratación y ejecución de obras” [11]*

#### **1.4.5 Parte C. Especificaciones técnicas de equipos y materiales**

El diseño de un sistema de distribución en la EEQ prevé el cumplimiento de especificaciones técnicas en los equipos y en los materiales a usarse, por ello esta parte C [12] de la normativa pretende instituir estas especificaciones de una forma estándar en todos los proyectos, fundamentalmente en los siguientes equipos

- Especificaciones técnicas de transformadores de distribución
- Especificaciones técnicas de herrajes, bastidores, crucetas y otros
- Especificaciones técnicas de luminarias

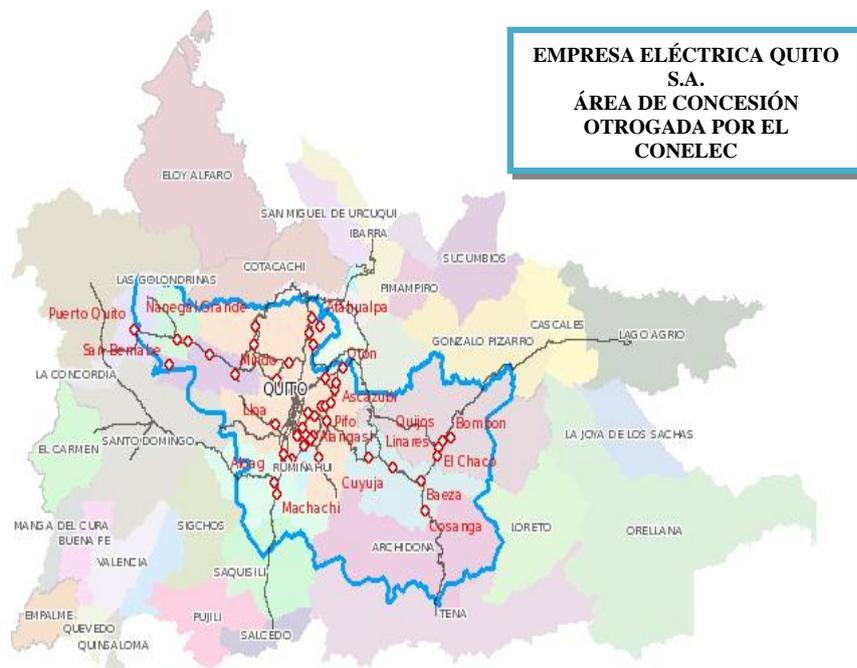
## CAPÍTULO II

### II. DEMANDA ELÉCTRICA EN LA EEQ S.A.

Esta sección realiza una visión general de la demanda eléctrica de la EEQ, su área de concesión determinada por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC. Se da a conocer la clasificación de usuarios según la normativa y se pone énfasis en la determinación de la demanda eléctrica dentro del área urbana del SEQ Sector Eléctrico. Finalmente se realiza una descripción de las ordenanzas municipales que regulan la construcción de edificaciones.

#### 2.1 Área de Concesión de la EEQ

La superficie de concesión es otorgada por el CONELEC para que opere la Empresa Eléctrica Quito; ésta comprende un área geográfica de 14.971 Km<sup>2</sup> que corresponde a los territorios del Distrito Metropolitano de Quito, los cantones de la provincia de Pichincha y varias ciudades, cantones de otras provincias conforme al detalle que se describe a continuación de la figura 1. [13]



**Figura 1.** Mapa del área de concesión otorgado por el CONELEC

**Fuente:** [13] Empresa Eléctrica Quito S.A., “Área de concesión asignada por el CONELEC.” Quito, p. <http://www.eeq.com.ec:8080/nosotros/area-de-conces>, 2013.

## Provincias, ciudades, cantones y parroquias del área de concesión

### PROVINCIA DE PICHINCHA

- **“DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO:** las parroquias urbanas de la ciudad de Quito así como las siguientes parroquias suburbanas y rurales: Pacto, Gualea, Nanegalito, Nanegal, Nono, Lloa, Calacalí, San José de Minas, Atahualpa, Chavezpamba, Perucho, San Antonio de Pichincha, Puéllaro, Pomasqui, Calderón, Guayllabamba, El Quinche, Checa, Yaruquí, Tababela, Puenbo, Zámbriza, Llano Chico, Nayón, Cumbayá, Tumbaco, Pifo, Conocoto, Guangopolo, Alangasí, La Merced, Amaguaña y Pintag.” [13]
- **“CANTÓN RUMIÑAHUI:** parroquias urbanas de la ciudad de Sangolquí y las parroquias rurales Cotogchoa y Rumipamba.” [13]
- **“CANTON MEJÍA:** parroquias urbanas de la ciudad de Machachi y todas las parroquias rurales, Cutuglahua, Uyumbicho, Tambillo, Aloag, Aloasí, El Chaupi, Miguel Cornejo Astorga (Tandapi) en su mitad oriental.” [13]
- **“CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO** en toda su extensión.” [13]
- **“CANTÓN SAN MIGUEL DE LOS BANCOS:** cabecera cantonal y parroquia de Mindo. No se incluye un 20% de la zona occidental que limita con la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.” [13]
- **“CANTÓN PUERTO QUITO** en un 50% de su extensión en la parte occidental.” [13]
- **“CANTÓN CAYAMBE** en un 20% de su parte sur y sur occidental (Azcázubi, Otón y parte de Cangahua).” [13]

### PROVINCIA DEL NAPO

- **“CANTÓN QUIJOS:** ciudad de Baeza y las parroquias rurales: Papallacta, Cuyuja, Borja, Cosanga y Sumaco.” [13]
- **“CANTÓN EL CHACO:** exceptuando un 30% de su extremo oriental.” [13]
- **“CANTÓN ARCHIDONA,** excepto la ciudad de Archidona.” [13]
-

## **PROVINCIA DEL COTOPAXI**

*“Norte del cantón LATACUNGA en un 15% de su extensión.” [13]*

*“**PROVINCIA SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS:** Parroquias rurales: Valle Hermoso (5% de su extensión en su parte noroccidental), Alluriquín (10% de su extensión en su parte noroccidental), pre parroquia rural Las Mercedes (50% de su extensión en su parte noroccidental).” [13]*

*“**PROVINCIA DE IMBABURA:** Algunos sectores limítrofes con la Provincia de Pichincha.” [13]*

En resumen el área otorgada por el CONELEC que cubre los 14.971 Km<sup>2</sup> corresponde a la demanda de energía de los cantones Quito, Rumiñahui, Mejía, Pedro Vicente Maldonado, San Miguel de los Bancos, parte de Puerto Quito y Cayambe que corresponden a la Provincia de Pichincha; además de los cantones Quijos y el Chaco de la provincia del Napo, parte norte de la provincia de Cotopaxi, ciertos sectores que geográficamente limitan con la provincia de Imbabura, y ciertas parroquias rurales de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Por otro lado a partir de finales del año 2013 la Corporación Nacional de Electricidad CNEL-EP Unidad de Negocio Sucumbíos se encuentra bajo la administración de la EEQ cuya área comprende 37.842 Km<sup>2</sup> entre las provincias de Orellana y Sucumbíos. [13]

### **2.1 Clasificación de los Usuarios según la EEQ S.A.**

Las cifras de población que cuentan con el servicio de electricidad dentro del área concesionada por el CONELEC señalado en el punto anterior cubren un grado de electrificación del 99.54 % con una población estimada de 2'776.807 habitantes; la tabla 7 muestra las cifras en detalle de facturación de abonados, porcentaje de electrificación y población beneficiada con el servicio. [14]

Descripción	Cifras
Población Electrificada	2'776.807
Grado de Electrificación	99,54%
Total servicios eléctricos. [Clientes regulados facturados acumulados a Dic-2013]	965.442
Facturación anual - Balance de energía [GWh]	3.998,56
Facturación anual total, incluye terceros [Millones US\$]	364,84
Facturación anual por venta de energía [Millones US\$]	294,42
Generación propia [GWh]	512*
* Representa el 12,83 % de la demanda de energía de la EEQ	

**Tabla 5.** Cifras de electrificación de abonados

**Fuente:** [14] E. E. Q. S. A. Velasteguí, Iván, "Informe de Rendición de Cuentas del Año 2013." Quito, p. 46, 2013.

### 2.2.1 Clasificación de los Consumidores

Un proyecto de demanda eléctrica debe establecer previamente ciertos parámetros para realizar el dimensionamiento y localización de los elementos de una red, a esto deben sumarse los criterios de tipo técnico y económico que permitirán justificar una selección definitiva de la configuración, localización, dimensiones y capacidades de los elementos que compondrán dicha red eléctrica. Los criterios y parámetros que recomienda la EEQ están dirigidos principalmente para el diseño de redes de distribución en sectores residenciales del área metropolitana de Quito donde la construcción de edificios es el uso más frecuente, sin embargo para la aplicación en otro tipo de proyectos, la normativa de la EEQ establece los principios y la metodología que se deben aplicar. [10]

Para el caso de este trabajo los clientes residenciales a los cuales abastece la EEQ dentro de su área de concesión se encuentran divididos en una clasificación establecida en seis categorías de estratos de consumo, donde cada una de ellas posee un rango mínimo-máximo de consumo cuya unidad de medida está dada por el consumo mensual de los clientes en kWh [kWh / mes / cliente]. A través de las categorías de cada estrato se puede determinar las demandas máximas coincidentes.

ESTRATOS DE CONSUMO	
Categoría de Estrato de Consumo	Escalas de Consumo [kWh/mes/cliente] No se considera la influencia de las cocinas de inducción para los Usuarios tipo C, D y E
E	0 - 100
D	101 - 150
C	151 - 250
B	251 - 350
A	351 - 500
A1	501 - 900

**Tabla 6.** Categorías de estrato y escalas de consumo

**Fuente:** [10] Empresa Eléctrica Quito S.A., "NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, PARTE A, GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN." Quito, p.87, 2014.

Para definir un estrato de consumo de acuerdo a los rangos que se muestra en la tabla N° 8 para desarrollar un proyecto específico se debe cumplir con los lineamientos siguientes:

- Ubicar el sitio del proyecto
- El sitio debe estar georeferenciado
- Usar el plano que corresponda de acuerdo a, si el proyecto está en el área urbana o rural. [10]

Los planos se encuentran disponibles en los apéndices A-11-A páginas 1 y 2 de la parte A de la normativa donde están definidas las zonas con los factores respectivos de distancia que son usados para el cálculo de la mano de obra.

## 2.2 Determinación de la demanda

### 2.2.1 Generalidades

La demanda de energía del Sistema Eléctrico Quito hasta finales del mes de diciembre del año 2013 fue de 3.988,56 GWh, [14] que comparado con la demanda del año 2012 existió una tasa de crecimiento del 3,74%. La cobertura de demanda para este sector específico fue proporcionada por diferentes fuentes de generación eléctrica de acuerdo al siguiente detalle:

Generación pública	84,31%
Generación privada	7,26%

Importación de energía	8,04%
Autoprodutores	0,39%

El 8,04% corresponde a la energía que fue recibida por las distribuidoras y las importaciones realizadas desde Colombia a través de las interconexiones entre los sistemas de los dos países, mientras que el 0.39% fue energía tomada de la generación de los autoprodutores que no constan y están fuera del mercado eléctrico. El precio promedio de compra de estos rubros fue de US\$ 53,83 por MWh. Por otro lado, de mantenerse la tasa de crecimiento anual del 3,74%, la demanda de energía del sistema eléctrico Quito en el año 2014 estaría bordeando los 4.150 GWh [14]

El contexto macroeconómico del país en la última década permite que los entes reguladores del sector eléctrico de gobierno así como a las distribuidoras tengan un mejor tratamiento metodológico para la elaboración de las proyecciones de la demanda eléctrica. De esta manera se ha llegado a determinar que el mercado eléctrico de los consumidores del sector residencial nacional ha estado creciendo a partir del año 2010 a un ritmo intensivo lo que finalmente se ha podido proyectar que hasta el año 2020 la tasa promedio anual de consumo residencial unitario en MWh es del 5.8% así como lo señala la tabla N° 9.

PROYECCIÓN DE ABONADOS DE SERVICIO ELÉCTRICO						
Año	Residencial	Comercial	Industrial	Alumbrado Público y Otros	Total de Abonados	Consumo Residencial Unitario anual MWh
2009	3.190.000	363.863	43.400	48.508	3.645.771	1,470
2010	3.378.435	385.645	45.300	49.608	3.858.988	1,494
2011	3.518.725	407.968	47.144	50.468	4.024.305	1,535
2012	3.637.551	429.644	48.874	51.368	4.167.436	1,578
2013	3.745.676	449.468	50.480	52.182	4.297.806	1,619
2014	3.846.558	466.639	52.004	52.956	4.418.156	1,659
2015	3.939.238	481.455	53.470	53.732	4.527.895	1,819
2016	4.025.613	495.672	54.895	54.509	4.630.690	2,054
2017	4.106.956	509.280	56.292	55.287	4.727.816	2,269
2018	4.183.170	522.363	57.671	56.066	4.819.269	2,475
2019	4.254.921	535.026	59.038	56.846	4.905.830	2,635
2020	4.322.718	547.323	60.400	57.625	4.988.067	2,744
Crecimiento 2009-2020	2,8%	3,8%	3,1%	1,6%	2,9%	5,8%

**Tabla 7.** *Proyección de crecimiento medio de abonados del servicio eléctrico*  
**Fuente:** [5] CONELEC. Marcelo Meira. Medardo Caden. Gina Moreta y Otros., “Plan Maestro de electrificación CONELEC 2009-2020.” Quito, pp. 1–506, 2009.

De acuerdo con la proyección global de la demanda eléctrica por categorías o sectores de consumo elaborada por el CONELEC en el plan maestro de electrificación para el periodo 2013-2022, se espera que la cantidad de clientes residenciales mantenga su tendencia de crecimiento pero a un ritmo menor, alcanzando un promedio del 3.9% con una total de 5,5 millones de clientes hasta el año 2022. El ritmo desacelerado es debido al alto grado de cobertura que ya se ha alcanzado desde el año 2010 con el 94.77% y también debido a la mínima variación de la tasa promedio anual de crecimiento de la población. Para el caso de la EEQ la cantidad proyectada hasta el año 2022 es de 1'210.107 abonados y un total de energía vendida de 5,806 GWh y un 6.5% de pérdidas técnicas. [8]

### **2.2.2 La demanda diversificada**

Hasta antes de Febrero del año 2014, el procedimiento para determinar la Demanda Máxima Coincidente o Demanda Diversificada (DMD) estaba estructurado para establecer los parámetros de diseño en todos los proyectos residenciales sin considerar la influencia de consumo de las cocinas de inducción. El uso masivo de este tipo de cocinas forma parte del plan nacional de cocción eficiente, desarrollado por el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, y este a su vez como consecuencia del cambio de la matriz energética que se está ejecutando en el país. En efecto la anterior normativa contenía solamente 5 categorías de estratos de consumo A, B, C, D y E cuyas escalas de consumo se mantenían entre 0 y 500 [kWh/mes/cliente]. La norma actual posee un nuevo estrato clasificado como de tipo A1 con el rango de consumo entre 501 a 900 [kWh/mes/cliente]; (ver tabla N° 8). [10]

### **2.2.3 Determinación de la demanda máxima coincidente o diversificada DMD**

El incremento de demanda debido al inicio de plan nacional de cocción eficiente, a través del cambio de las cocinas de gas licuado de petróleo GLP por el uso de

cocinas de inducción, hace que la demanda máxima diversificada DMD sufra también un aumento por la carga de estos artefactos de inducción en todos los tipos de estratos de consumo ya conocidos.

La determinación de la demanda máxima diversificada para los estratos de consumo C, D, y E, los cuales concentran el rango de entre 0 y 250 [kWh/mes/cliente], se lo determina mediante la ecuación siguiente: [10]

$$DMD = (FactorM \times FactorN) + DMD_{Ci} \quad (2)$$

Donde:

**DMD:** Demanda máxima diversificada

**Factor M:** Es el factor de coincidencia y depende del número de clientes. [10]

**Factor N:** Es el factor que relaciona la energía consumida de cada cliente por cada mes con la demanda máxima. [10]

**DMD<sub>Ci</sub>:** Demanda máxima diversificada de cocinas de inducción.

Para determinar la demanda máxima diversificada en los estratos de consumo clasificados como A1, A y B cuyo rango está entre 251 y 900 [kWh/mes/cliente] se obtiene con la ecuación: [10]

$$DMD = (FactorM \times FactorN) \quad (3)$$

Donde:

Los valores del Factor M y Factor N se los detalla en las siguientes tablas; APÉNDICE A-11-B: [10]

Nro. de usuarios	Factor M						
1 a 4	1,00	50	63,5	96	113	320	335
5	9,49	51	64,7	97	114	330	344
6	10,8	52	65,7	98	115	340	354
7	12,1	53	66,7	99	116	350	364
8	13,5	54	68	100	117	360	373
9	14,8	55	69	105	122	370	383
10	16,1	56	70,2	110	128	380	393
11	17,4	57	71,2	115	133	390	403
12	18,7	58	72,3	120	138	400	412
13	20,1	59	73,6	125	143	410	422
14	21,4	60	74,5	130	148	420	432
15	22,7	61	75,6	135	153	430	442
16	24,00	62	76,7	140	159	440	452
17	25,3	63	77,8	145	163	450	462
18	26,6	64	78,9	150	168	460	472

19	27,8	65	80	155	173	470	481
20	29,2	66	81,1	160	178	480	491
21	30,4	67	82,2	165	183	490	501
22	31,7	68	83,2	170	188	500	512
23	32,8	69	84,3	175	193	510	522
24	33,9	70	85,4	180	198	520	532
25	34,9	71	86,5	185	203	530	542
26	36,00	72	87,6	190	208	540	551
27	37,2	73	88,7	195	213	550	561
28	38,9	74	89,7	200	218	560	571
29	39,5	75	90,8	205	223	570	582
30	40,7	76	91,8	210	228	580	592
31	41,9	77	92,9	215	233	590	601
32	43,1	78	93,9	220	238	600	612
33	44,3	79	95	225	243	620	631
34	45,4	80	96	230	247	640	652
35	46,6	81	97,2	235	252	660	672
36	47,7	82	98,3	240	257	680	692
37	48,9	83	99,2	245	262	700	713
38	50,00	84	100	250	267	720	733
39	51,25	85	101	255	272	740	753
40	52,3	86	102	260	276	760	772
41	53,4	87	103	265	282	780	793
42	54,5	88	104	270	287	800	812
43	55,4	89	105,5	275	291	820	832
44	56,7	90	107	280	296	840	853
45	57,9	91	108	285	301	860	873
46	59,00	92	109	290	306	880	891
47	60,2	93	110	295	310	900	911
48	61,4	94	111	300	315	1000	1010
49	62,4	95	112	310	325	1400	1400

**Tabla 8.** Factores M para cálculo de la DMD demanda máxima diversificada  
**Fuente:** [10] Empresa Eléctrica Quito S.A., "NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, PARTE A, GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN." Quito, p. 108, 2014.

Factor N	
Categoría	Factor N
E	0,348
D	0,497
C	0,784
B	1,057
A	1,45
<b>A1</b>	<b>2,44</b>

**Tabla 9.** Factores N para cálculo de la DMD demanda máxima diversificada  
**Fuente:** [10] Empresa Eléctrica Quito S.A., "NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, PARTE A, GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN." Quito, p. 108, 2014.

La tabla 10 siguiente muestra los factores de Demanda Máxima Diversificada hasta un número de 100 usuarios, determinada de acuerdo con los factores M y N mostrados en las tablas 8 y 9 sin considerar las cargas de cocinas de inducción.

Nº Usuarios	Estrato A	Estrato B	Estrato C	Estrato D	Estrato E		Nº Usuarios	Estrato A	Estrato B	Estrato C	Estrato D	Estrato E
1	4,70	3,40	2,50	1,60	1,10		51	93,80	68,40	50,70	32,20	22,50
2	8,30	6,10	4,50	2,80	2,00		52	95,30	69,40	51,50	32,70	22,90
3	10,20	7,40	5,50	3,50	2,50		53	96,70	70,50	52,30	33,10	23,20
4	12,10	8,80	6,60	4,20	2,90		54	98,60	71,90	53,30	33,80	23,70
5	13,80	10,00	7,40	4,70	3,30		55	100,10	72,90	54,10	34,30	24,00
6	15,70	11,40	8,50	5,40	3,80		56	101,80	74,20	55,00	34,90	24,40
7	17,50	12,80	9,50	6,00	4,20		57	103,20	75,30	55,80	35,40	24,80
8	19,60	14,30	10,60	6,70	4,70		58	104,80	76,40	56,70	35,90	25,20
9	21,50	15,60	11,60	7,40	5,20		59	106,70	77,80	57,70	36,60	25,60
10	23,30	17,00	12,60	8,00	5,60		60	108,00	78,70	58,40	37,00	25,90
11	25,20	18,40	13,60	8,60	6,10		61	109,60	79,90	59,30	37,60	26,30
12	27,10	19,80	14,70	9,30	6,50		62	111,20	81,10	60,10	38,10	26,70
13	29,10	21,20	15,80	10,00	7,00		63	112,80	82,20	61,00	38,70	27,10
14	31,00	22,60	16,80	10,60	7,40		64	114,40	83,40	61,90	39,20	27,50
15	32,90	24,00	17,80	11,30	7,90		65	116,00	84,60	62,70	39,80	27,80
16	34,80	25,40	18,80	11,90	8,40		66	117,60	85,70	63,60	40,30	28,20
17	36,70	26,70	19,80	12,60	8,80		67	119,10	86,80	64,40	40,80	28,60
18	38,60	28,10	20,90	13,20	9,30		68	120,60	87,90	65,20	41,40	29,00
19	40,30	29,40	21,80	13,80	9,70		69	122,20	89,10	66,10	41,90	29,30
20	42,30	30,90	22,90	14,50	10,20		70	123,80	90,30	67,00	42,40	29,70
21	44,10	32,10	23,80	15,10	10,60		71	125,40	91,40	67,80	43,00	30,10
22	46,00	33,50	24,90	15,80	11,00		72	127,00	92,60	68,70	43,50	30,50
23	47,60	34,70	25,70	16,30	11,40		73	128,50	93,70	69,50	44,10	30,90
24	49,20	35,80	26,60	16,80	11,80		74	130,10	94,80	70,30	44,60	31,20
25	50,60	36,90	27,40	17,30	12,10		75	131,60	95,90	71,10	45,10	31,60
26	52,20	38,10	28,20	17,90	12,50		76	133,10	97,00	72,00	45,60	31,90
27	53,90	39,30	29,20	18,50	12,90		77	134,60	98,10	72,80	46,10	32,30
28	56,40	41,10	30,50	19,30	13,50		78	136,20	99,30	73,60	46,70	32,70
29	57,30	41,80	31,00	19,60	13,70		79	137,70	100,40	74,40	47,20	33,00
30	59,00	43,00	31,90	20,20	14,20		80	139,20	101,50	75,30	47,70	33,40
31	60,80	44,30	32,80	20,80	14,60		81	140,90	102,70	76,20	48,30	33,80
32	62,50	45,60	33,80	21,40	15,00		82	142,50	103,90	77,10	48,90	34,20
33	64,20	46,80	34,70	22,00	15,40		83	143,80	104,80	77,70	49,30	34,50
34	65,80	48,00	35,60	22,60	15,80		84	145,00	105,70	78,40	49,70	34,80
35	67,60	49,30	36,50	23,20	16,20		85	146,50	106,80	79,20	50,20	35,10
36	69,20	50,40	37,40	23,70	16,60		86	147,90	107,80	80,00	50,70	35,50
37	70,90	51,70	38,30	24,30	17,00		87	149,40	108,90	80,80	51,20	35,80
38	72,50	52,90	39,20	24,90	17,40		88	150,80	109,90	81,50	51,70	36,20
39	74,30	54,20	40,20	25,50	17,80		89	153,00	111,50	82,70	52,40	36,70
40	75,80	55,30	41,00	26,00	18,20		90	155,20	113,10	83,90	53,20	37,20

41	77,40	56,40	41,90	26,50	18,60		91	156,60	114,20	84,70	53,70	37,60
42	79,00	57,60	42,70	27,10	19,00		92	158,10	115,20	85,50	54,20	37,90
43	80,30	58,60	43,40	27,50	19,30		93	80,50	58,70	43,50	27,60	19,30
44	82,20	59,90	44,50	28,20	19,70		94	161,00	117,30	87,00	55,20	38,60
45	84,00	61,20	45,40	28,80	20,10		95	162,40	118,40	87,80	55,70	39,00
46	85,60	62,40	46,30	29,30	20,50		96	163,90	119,40	88,60	56,20	39,30
47	87,30	63,60	47,20	29,90	20,90		97	165,30	120,50	89,40	56,70	39,70
48	89,00	64,90	48,10	30,50	21,40		98	166,80	121,60	90,20	57,20	40,00
49	90,50	66,00	48,90	31,00	21,70		99	168,20	122,60	90,90	57,70	40,40
50	92,10	67,10	49,80	31,60	22,10		100	169,70	123,70	91,70	58,10	40,70

**Tabla 10.** DMD [kW] demanda máxima diversificada considerando los factores M y N sin afectación de cargas de cocinas de inducción

**Fuente:** [10] Empresa Eléctrica Quito S.A., "NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, PARTE A, GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN." Quito, p. 88, 2014.

Nótese que cuando tenga un número mayor a 100 usuarios, se debe usar la fórmula N° (1) con los valores de los factores M y N de la tablas 10 y 11.

#### 2.2.4 Determinación de la demanda máxima diversificada de las cocinas de inducción

Con la implementación del uso masivo de cocinas de inducción en todo el país, los parámetros de diseño de un proyecto residencial deben ser determinados añadiendo los factores de la demanda máxima diversificada de las cocinas de inducción, para lo cual la EEQ muestra los valores de estas demandas diversificadas como lo detalla la tabla 13. [10]

Nº de Cocinas de Inducción	DMDci (kW)
1	1,44
2	2,65
3	3,50
4	3,89
5	3,10

**Tabla 11.** Demanda máxima diversificada de cocinas de inducción

**Fuente:** [10] Empresa Eléctrica Quito S.A., "NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, PARTE A, GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN." Quito, p. 91, 2014.

La tabla anterior muestra las demandas máximas diversificadas solamente hasta

5 usuarios, sin embargo cuando se tenga más que 5 se deberá usar la ecuación:  
[10]

$$DMD_{CI} = 0.6 \times N_{CI} \times FC_{CI} \times DMU_{CI} \quad (4)$$

Donde:

**DMD<sub>CI</sub>**: Demanda máxima diversificada de cocinas de inducción

**N<sub>CI</sub>** : Número de cocinas de inducción

**FC<sub>CI</sub>** : Factor de coincidencia

**DMU<sub>CI</sub>**: Demanda máxima unitaria de cocinas de inducción con un valor constante de 2,4 kW obtenido mediante el siguiente procedimiento: [10]

$$DMU_{CI} = CI \times FD \quad (5)$$

$$DMU_{CI} = 3 \text{ kW} \times 0,8$$

$$\mathbf{DMU_{CI} = 2,4 \text{ kW}}$$

Donde:

**CI**: Carga instalada de una cocina de inducción

**FD**: Factor de demanda de una cocina de inducción

El cálculo para determinar el **Factor de Coincidencia FC<sub>CI</sub>** para las cocinas de inducción se lo obtiene a través de la ecuación: [10]

$$FC_{CI} = e^{-0,7243} \times N_{CI}^{-0,128443} + 0,037 \quad (6)$$

Nota. Para calcular la DMD demanda máxima diversificada en edificios donde en su mayoría los abonados son residenciales, los usuarios comerciales deben ser considerados como residenciales. [10]

### 2.2.5 Determinación de la demanda de diseño en abonados residenciales

La EEQ determina que para el dimensionamiento de los elementos de una red y para el cálculo de caída del voltaje; se debe considerar que: a partir de cada uno de los puntos de los circuitos de alimentación, incide el número variable de consumidores, el mismo que depende de la ubicación del punto considerado en

relación a la fuente y a las cargas distribuidas, debido a que las demandas máximas unitarias no son coincidentes en el tiempo y por lo tanto la potencia transferida a la carga es en general menor que la sumatoria de las demandas máximas individuales. [10]

Como consecuencia de lo mencionado en el párrafo anterior, la demanda a ser considerada para el dimensionamiento de la red en un punto dado debe ser calculada con la ecuación: [10]

Para usuarios residenciales de estratos tipo **A1, A y B**:

$$DD = \frac{DMD + D_{AP} + D_{PT}}{FP} \quad (7)$$

Para usuarios residenciales de estratos tipo **C, D, E**:

$$DD = \frac{DMD + DMD_{CI} + D_{AP} + D_{PT}}{FP} \quad (8)$$

Donde:

**DD** : Demanda de diseño en los bornes secundarios del transformador [kVA]

**DMD<sub>CI</sub>**: Demanda máxima diversificada de cocinas de inducción [kW]

**D<sub>AP</sub>** : Demanda de alumbrado público [kW]

**D<sub>PT</sub>** : Demanda de pérdidas técnicas resistivas (en la red secundaria, en acometidas, en medidores de energía) [kW]

**FP** : Factor de potencia [0,95]

**Pérdidas técnicas:** La demanda de pérdidas técnicas resistivas se obtiene de la multiplicación de la DMD demanda máxima diversificada por el porcentaje de pérdidas técnicas del 3,6%. [10]

**Pérdidas de demanda de alumbrado público:** La pérdidas de demanda que corresponde al alumbrado público es característico de cada proyecto de acuerdo a las potencias nominales de las luminarias de 100W, 150W, 250W y 450W. [10]

**Cámaras de Transformación en estratos A1, A, B:** Para las cámaras de transformación a instalar en edificios residenciales cuyos abonados sean de

estrato tipo A1, A y B, y donde no se incluya una red secundaria; la Demanda de pérdidas técnicas en el alimentador desde el transformador al tablero de medidores y en los mismos medidores de energía, se debe considerar el 1% de la DMD. Por lo tanto, para el cálculo de la demanda de diseño DD para las cámaras de transformación se emplea la ecuación 9: [10]

$$DD = \frac{(DMD + D_{PT})}{FP} \quad (9)$$

**Cámaras de Transformación en estratos C, D, E:** Para las cámaras de transformación a instalar en edificios residenciales cuyos abonados sean de estrato tipo A1, A y B, y donde no se incluya una red secundaria; la Demanda de pérdidas técnicas en el alimentador desde el transformador al tablero de medidores y en los mismos medidores de energía, se debe considerar el 1% de la DMD. Por lo tanto, para el cálculo de la demanda de diseño DD para las cámaras de transformación se emplea la ecuación 10: [10]

$$DD = \frac{DMD + DMD_{CI} + D_{PT}}{FP} \quad (10)$$

Donde:

**DD** : Demanda de diseño en los bornes secundarios del transformador [kVA]

**DMD<sub>CI</sub>**: Demanda máxima diversificada de cocinas de inducción [kW] [10]

**D<sub>PT</sub>** : Demanda de pérdidas técnicas resistivas (en acometidas, en medidores de energía) [kW] [10]

**FP** : Factor de potencia [0,95] [10]

## **2.3 Ordenanza municipal y clasificación de uso de suelo**

### **2.3.1 Ordenanza Metropolitana N° 0024 de zonificación y usos de suelo**

La clasificación de uso de suelo según la normativa vigente de la EEQ está constituida de acuerdo con la ordenanza de zonificación N° 0024 publicada por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito del 8 de agosto de 2006, [15] la cual determina la distribución general del suelo. Dicha ordenanza establece en los artículos 10 y 11 la clasificación de las zonas de uso de suelo residencial (R) y las zonas de uso múltiple (M) como muestra la tabla 14. [15]

Las definiciones que sustentan la tipología y el uso del suelo se describen en la sección II en los artículos 9, 10, y 11 de la ordenanza.

**Art. 9. Distribución general de los usos de suelo.-** Los usos de suelo generales definidos en el Régimen del Suelo son los siguientes: residencial, múltiple, comercial y de servicios, industrial, equipamiento, protección ecológica, preservación patrimonial, recurso natural y agrícola residencial. [15]

**Art. 10. Uso Residencial:** Es el suelo destinado a vivienda en forma exclusiva o combinada con otros usos de suelo y factible de implantarse en todo el DMQ. Para efectos de regular la combinación de usos, el uso residencial se divide en las siguientes categorías: Residencial 1, Residencial 2, Residencial 3, expresadas en la tabla 14 anterior. [15]

**Art. 11. Uso Múltiple:** corresponde a las áreas de centralidad en las que pueden coexistir la residencia, comercio, industria de bajo y mediano impacto, servicios y equipamientos compatibles o condicionados. [15]

Uso	Tipología	Símbolo	Actividades / Establecimientos	Ocupación del suelo	Área del lote (m2) Coeficiente de ocupación del suelo [COS] (%)
Residencial	Residencial 1	R1	Viviendas con otros usos de barrio	Baja densidad	600 < Lotes < 1 000 m2. COS < 50%
Residencial	Residencial 2	R2	Viviendas con usos sectoriales predominantes	Mediana densidad	400 < Lotes < 600 m2. 50% < COS < 80%
Residencial	Residencial 3	R3	Viviendas con usos zonales condicionados	Alta densidad	Lotes < 400 m2. COS > 80%
Múltiple	Múltiple	M1	Usos diversos de carácter zonal y de ciudad compatibles	-	-

**Tabla 12.** *Tipos de uso de suelo*

**Fuente:** [15] *Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, "Ordenanza Municipal 0024 de Zonificación, Plan de Uso y Ocupación del Suelo. PUOS."* Quito, p. 25, 2006.

### 2.3.2 Ordenanza Metropolitana N° 0352: Asignación de ocupación de suelo y edificabilidad

La ordenanza metropolitana N° 0352 que involucra la asignación de ocupación de suelo y las características de edificabilidad a partir del año 2013 particularmente para el área urbana del sector norte de la ciudad de Quito ha sido una de las variables para las proyecciones de incremento de abonados residenciales que han realizado tanto la EEQ y el CONELEC y que van en concordancia con la permisividad de construcción de edificaciones de hasta 30 pisos, lo cual permite el siguiente análisis de proyección de abonados residenciales.

La planificación de la EEQ en cuanto se refiere a la estimación de abonados totales hasta el año 2020 son de 1'469.022[6] de acuerdo con su plan de expansión. Por su parte el CONELEC ha desarrollado sus proyecciones en este rubro a nivel nacional, lo cual permite efectuar una ponderación simple y obtener con esas cifras un factor estimado de abonados residenciales para el Sistema Eléctrico Quito. Según el CONELEC al año 2010 se tiene registrado en el sector residencial 3'378.435[5] abonados a nivel nacional, mientras que la EEQSA registra 724.447[6] abonados residenciales en el Sistema Eléctrico Quito. La relación entre estas dos cifras permite obtener un porcentaje de 21.44% que sirve

como factor de estimación residencial para el año 2020. Por lo tanto si la cifra estimada del CONELEC para el año 2020 es de 4'322.718 de abonados residenciales, multiplicado por el factor determinado anteriormente, se puede considerar que el número de abonados residenciales en el Sistema Eléctrico Quito probablemente serían 926.932, cantidad que es parte del total general de abonados proyectados de 1'469.022,[6] dato señalado al inicio del párrafo.

La ordenanza N° 352 expide en su contexto “el plan especial bicentenario para la consolidación del parque de la ciudad y el desarrollo de su entorno urbano”, [16] el cual contiene las normativas para el redesarrollo urbanístico en las áreas alrededor del perímetro del que fue el antiguo aeropuerto de la ciudad.

**Artículo 1.- Definición y ámbito de aplicación.-** El Plan Especial Bicentenario para la consolidación del Parque de la Ciudad y el redesarrollo de su entorno urbano (en adelante, “Plan”) es el instrumento complementario que regula la planificación territorial y gestión del área de influencia del Parque de la Ciudad (en adelante, “Parque”), localizado en el terreno ocupado por el actual Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre, que comprende un área de 1.064,70 hectáreas, entre las Avs. Mariscal Sucre, Rigoberto Heredia, Del Maestro, Santa Lucía, 6 de Diciembre, El Inca, Juan Galarza, Brasil y Edmundo Carvajal.

El área del Plan contiene los lotes de terreno que conforman el área en el que se encuentra ubicado el Aeropuerto Mariscal Sucre, según lo estipulado en el artículo 1 de la Resolución del Consejo Metropolitano N°. C 408 de 11 de julio de 2012. El área del Plan contiene un área de transformación urbanística de 372,40 hectáreas. [16]

**Artículo 2.- Objetivo general.-** El Plan establece las disposiciones y normas de uso, ocupación e intervención de suelo, que garanticen un apropiado desarrollo territorial, los modelos de gestión, el régimen de derechos y obligaciones y los instrumentos para su ejecución, generando óptimas condiciones de ocupación del suelo, el manejo sustentable de sus recursos naturales y ecológicos, el desarrollo de sus potencialidades urbanísticas, turísticas, **residenciales**, y de servicios; y, racionalice la inversión y el uso de los recursos públicos y privados. [16]

## Artículo 24.- Normas urbanísticas para los tratamientos urbanísticos.-

Normas relativas al aprovechamiento urbanístico, ocupación y volumetría: [16]

La tabla 15 muestra la asignación de ocupación del suelo y edificabilidad, es decir, se observa parámetros como el número de pisos, altura máxima, lotización, etc.

Tratamientos	Zonificación	Altura Máxima		Retiros Mínimos (m)			Distancia entre Bloques	Cos Pb	Cos Total	Habilitación del Suelo	
		Pisos	Metros	F	L	P				Metros	%
NUEVO DESARROLLO	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A10016-25	16	48	5	5	5	V	25	400	10.000	n.a.
	A10012-25	12	36	5	5	5	V	25	300	10.000	n.a.
	A10010-25	10	30	5	5	5	V	25	250	10.000	n.a.
	A10008-25	8	24	5	5	5	V	25	200	10.000	n.a.
	A5008-25	8	24	5	5	5	V	25	200	5.000	n.a.
A5012-25	12	36	5	5	5	V	25	300	5.000	n.a.	
REDESARROLLO	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A606-35	6	18	5	5	5	10	35	210	600	15
	A1006-35	6	18	5	5	5	10	35	210	1.000	20
	A1008-35	8	24	5	5	5	10	35	280	1.000	20
	A1010-35	10	30	5	5	5	10	35	350	1.000	20
	A2025-35	25	75	5	5	5	V	25	875	2.000	n.a.
	A5008-25	8	24	5	5	5	10	25	280	5.000	n.a.
	A5010-25	10	30	5	5	(1)	V	25	350	5.000	n.a.
	A5012-25	12	36	5	5	(1)	V	25	420	5.000	n.a.
	A5016-25	16	48	5	5	(1)	V	25	560	5.000	n.a.
	A5020-25	20	60	5	5	(1)	V	25	700	5.000	n.a.
	A5030-25	30	90	5	5	(1)	V	25	1050	5.000	n.a.
	A10010-25	10	30	5	5	5	V	25	250	10.000	n.a.
	A10012-25	12	36	5	5	5	V	25	300	10.000	n.a.
A10016-25	16	48	5	5	5	V	25	400	10.000	n.a.	
RENOVACIÓN	A606-35	6	18	5	5	5	10	35	210	600	15
	A608-35	8	24	5	5	5	10	35	280	600	15
	A810-35	10	30	5	5	5	10	35	350	800	20
	A812-35	12	36	5	5	5	10	35	420	800	20
	A1010-35	10	30	5	5	5	10	35	350	1000	20
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONSOLIDACIÓN : Se mantiene la normativa PUOS

**Tabla 13.** Cuadro de asignación de ocupación de suelo y edificabilidad

Fuente: [16] Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, "ORDENANZA METROPOLITANA N°. 0352 - PLAN ESPECIAL BICENTENARIO-PARQUE DE LA CIUDAD." p. 17, 2013.

Para los sectores bajo tratamiento de nuevo desarrollo, redesarrollo y renovación se determinan alturas mínimas del 50% del número de pisos o alturas máximas indicadas en el cuadro N°.5 de la ordenanza -que se refiere a los

Polígonos para el reparto de cargas y beneficios-. Las alturas máximas definidas para los sectores de nuevo desarrollo, redesarrollo y renovación podrán variar, manteniendo el volumen máximo construible total correspondiente. Las propuestas de modificación de alturas estarán sujetas a la aprobación del órgano responsable del territorio, hábitat y vivienda del Distrito Metropolitano de Quito, de conformidad con el orgánico funcional del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. [16]

**Artículo 25.- Usos de suelo.-** Los usos de suelo permitidos en el área del Plan se establecen en el Plano 6 de la ordenanza, y corresponden a las actividades y/o establecimientos de las tipologías constantes en el presente instrumento y en el PUOS. Consistirán en los siguientes tipos de uso:

- a) **Múltiple:** Usos diversos de carácter zonal y de ciudad compatibles.
- b) **Residencial 3:** Zonas de uso residencial en las que se permiten comercios y servicios y equipamientos de nivel barrial, sectorial y zonal.
- c) **Residencial 2:** Zonas de uso residencial en las que se permiten comercios y servicios de nivel barrial y equipamientos barriales, sectoriales y zonales.
- d) Equipamientos de servicios sociales y públicos.

Para los tratamientos de nuevo desarrollo, redesarrollo y renovación se establecen los siguientes porcentajes mínimos de usos residenciales: Múltiple: 30%; Residencial 3: 50%; Residencial 2: 70%; y, Equipamiento: 0%. [16]

## **CAPÍTULO III**

### **III. LEVANTAMIENTO Y MEDICIONES DE CAMPO**

Este capítulo detalla las características de las edificaciones escogidas como muestras sobre las cuales se realizó la toma y recolección de datos eléctricos a través del equipo analizador de redes. Luego se presenta las especificaciones técnicas del equipo de medición, el cual fue utilizado para registrar el comportamiento de la demanda de los usuarios conectados a la red. El analizador realizó la recopilación y registro de datos en su memoria con los valores de los parámetros eléctricos programados en cada edificación para el análisis en el capítulo IV.

#### **3.1 Selección de las Muestras**

La estadística es utilizada como una herramienta que permite el estudio de la recopilación, organización, proceso y análisis de datos que provienen de muestras obtenidas a través de varios métodos, para llegar a conclusiones a partir de los resultados alcanzados.

El método de muestreo utilizado fue el de tipo no aleatorio donde las muestras fueron determinadas discrecionalmente en función de su accesibilidad pero con una fuerte representatividad en cuanto a la información, sus cualidades y soporte para el desarrollo de la investigación a opinión del autor.

##### **3.1.1 Edificaciones seleccionadas como muestra**

Las edificaciones elegidas son parte de un grupo de estructuras modernas que fueron parte de proyectos desarrollados en la industria de la construcción de la ciudad iniciados desde el año 2008, luego inauguradas y habitadas en algunos casos en el 2012. Todas las muestras son relativamente contemporáneas que pertenecen al sector residencial en el sector norte del suelo urbano de Quito y este a su vez está dentro del área de concesión de la Empresa Eléctrica Quito.

La información que se detalla a continuación puntualiza los datos generales y específicos de las muestras así como también se puede observar la ubicación geográfica de las edificaciones en los planos obtenidos de la información

suministrada por la EEQ a través de los registros de su visor digital geográfico.

[17]

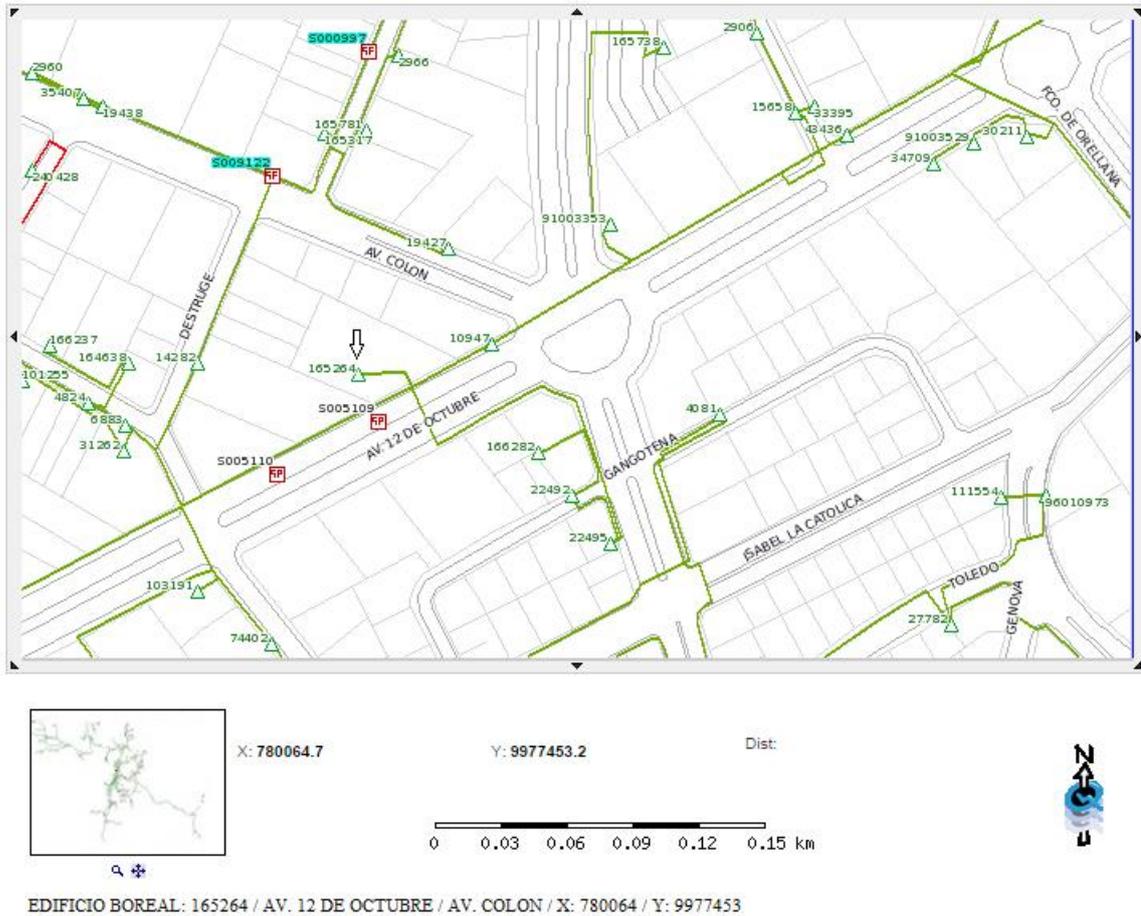
### **Muestra 1.**

#### **EDIFICIO BOREAL**

##### **Datos del Edificio:**

Año de inicio del proyecto	2008
Año de inicio de construcción	2010
Año de inauguración	2011
Ubicación	Av. 12 de Octubre y Colón
Zonificación	A27 (A1016-40)
Área del Terreno	1.895 m <sup>2</sup>
Área de Construcción Total	26.873 m <sup>2</sup>
N° de Subsuelos	5
N° de Pisos	16
N° de Terrazas	1
N° de Unidades de Vivienda	42
N° de Oficinas	176
N° de Bodegas	95
N° de Locales comerciales	3
Potencia del Transformador	300 kVA
Voltaje Primario	6.000 V
Voltaje Secundario	220/127 V

## Ubicación en Plano del Edificio Boreal



**Figura 2.** Ubicación en plano del Edificio Boreal

Fuente: [17] Empresa Eléctrica Quito S.A., "VISOR WEB EEQ." Quito, p. <http://pia.eeq.com.ec/>.

## Muestra 2.

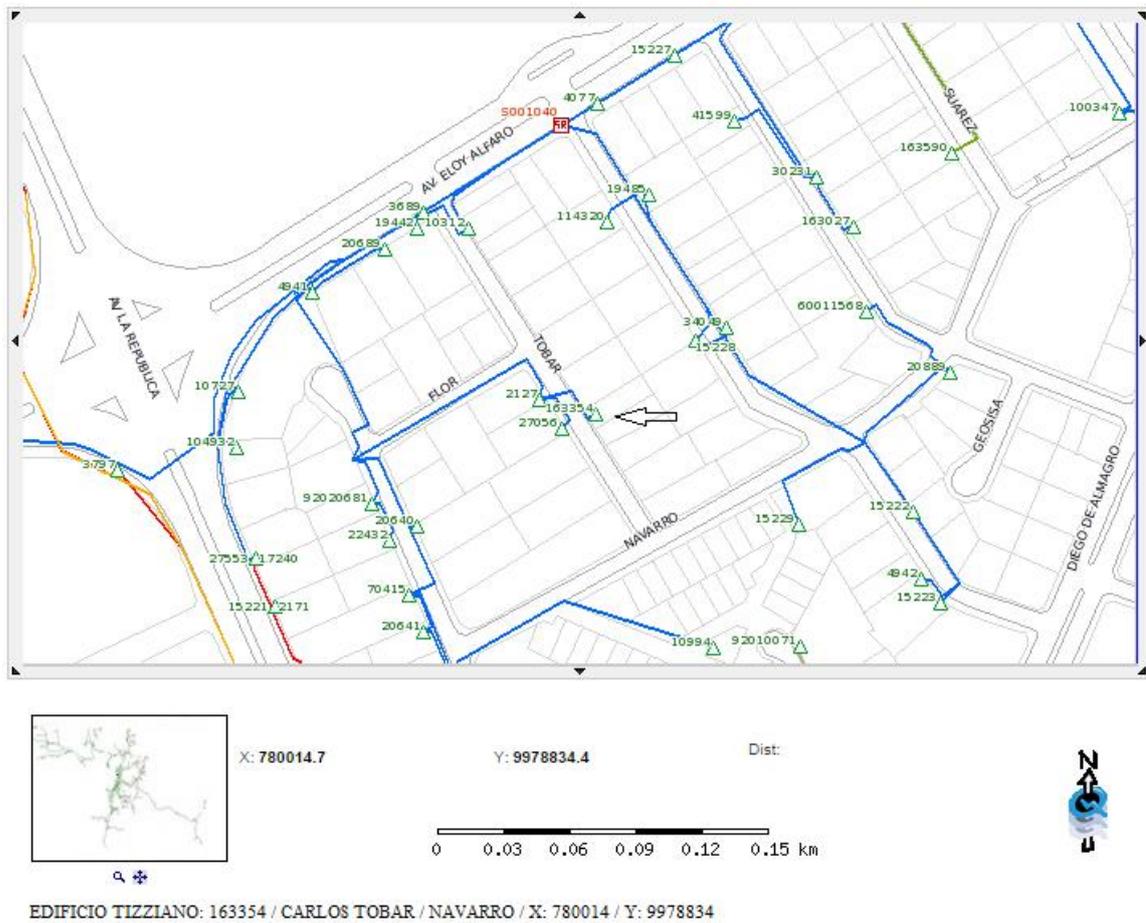
### EDIFICIO TIZIANO

#### Datos del Edificio:

Año de inicio del proyecto	2008
Año de inicio de construcción	2010
Año de inauguración	2012
Ubicación	Carlos Tobar y Av. Eloy Alfaro
Zonificación	A21(A608-50)
Área del Terreno	1.047,95 m <sup>2</sup>
Área de Construcción Total	6.931,85 m <sup>2</sup>
N° de Subsuelos	2
N° de Pisos	8

N° de Torres	1
N° de Unidades de Vivienda	49
N° de Oficinas	3
N° de Bodegas	47
N° de Locales comerciales	3
Potencia del Transformador	150 kVA
Voltaje Primario	6.000 V
Voltaje Secundario	220 / 127 V

### Ubicación en Plano del Edificio Tizziano



**Figura 3.** Ubicación en plano del Edificio Tizziano

Fuente: [17] Empresa Eléctrica Quito S.A., "VISOR WEB EEQ." Quito, p. <http://pia.eeq.com.ec/>.

### Muestra 3.

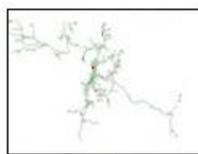
#### EDIFICIO ARGENTUM

##### Datos del Edificio:

Año de inicio del proyecto      2007

Año de inicio de construcción	2007
Año de inauguración	2008
Ubicación	Av. De los Shyris y Suecia
Zonificación	A61949
N° de Subsuelos	5
N° de Pisos	16
N° de Torres	2
N° de Unidades de Vivienda	30
N° de Oficinas	81
N° de Bodegas	84
N° de Locales comerciales	1
Potencia del Transformador	300 kVA
Voltaje Primario	6.000 V
Voltaje Secundario	210 / 121 V

#### Ubicación en Plano del Edificio Argentum



X: 780332.8

Y: 9980057.7

Dist:

0 0.03 0.06 0.09 0.12 0.15 km



EDIFICIO ARGENTUM : 1487347 / AV. DE LOS SHYRIS N35-71 / N36 SUECIA / X: 780364 / Y: 9980065

**Figura 4. Ubicación en plano del Edificio Argentum**

Fuente: [17] Empresa Eléctrica Quito S.A., "VISOR WEB EEQ." Quito, p. <http://pia.eeq.com.ec/>.

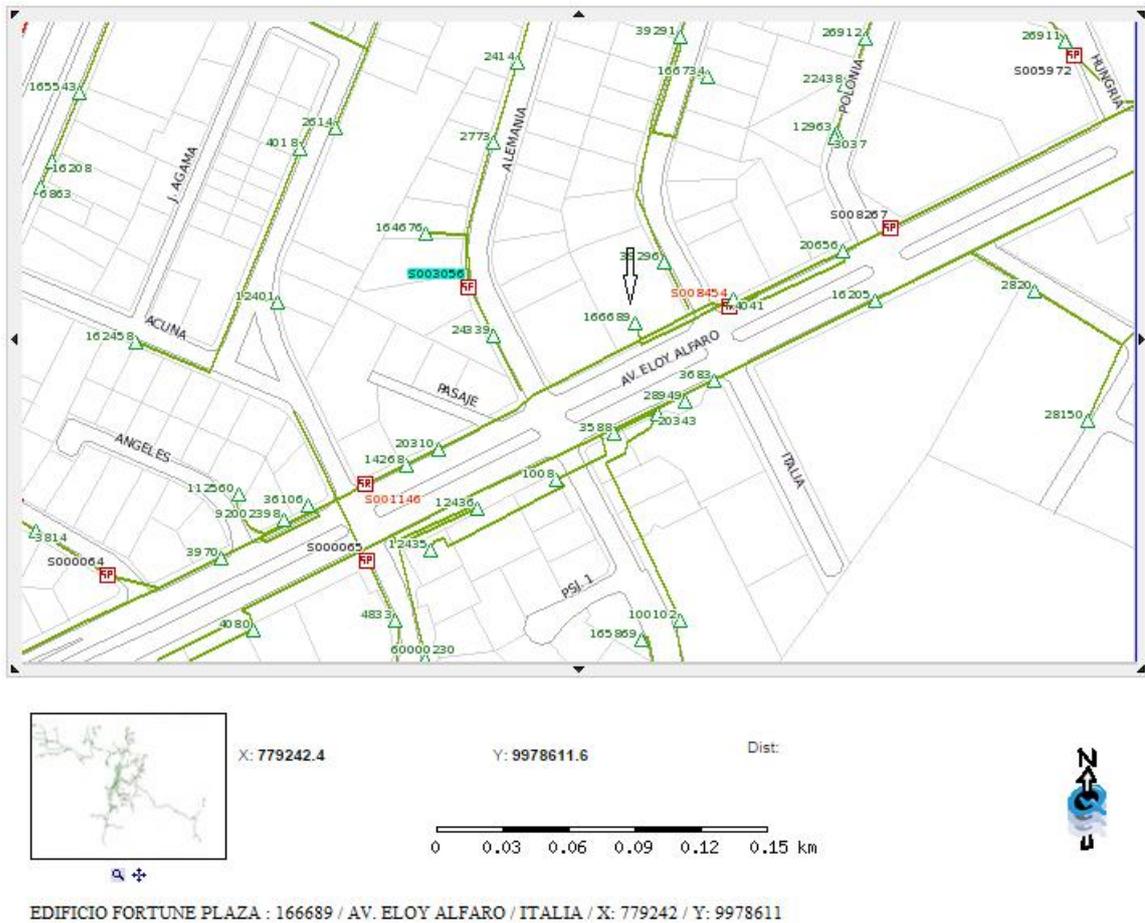
#### **Muestra 4.**

#### **EDIFICIO FORTUNE PLAZA**

##### **Datos del Edificio:**

Año de inicio del proyecto	2007
Año de inicio de construcción	2008
Año de inauguración	2011
Ubicación	Av. Eloy Alfaro y Alemania
Zonificación	A24 - A21
Área del Terreno	3.084 m <sup>2</sup>
Área de Construcción Total	30.016 m <sup>2</sup>
N° de Subsuelos	4
N° de Pisos	12
N° de Torres	2
N° de Unidades de Vivienda	26
N° de Oficinas	149
N° de Bodegas	25
N° de Locales comerciales	5
Potencia del Transformador	450 kVA
Voltaje Primario	6.000 V
Voltaje Secundario	220/127 V

## Ubicación en Plano del Edificio Fortune Plaza



**Figura 5.** Ubicación en plano del Edificio Fortune Plaza

Fuente: [17] Empresa Eléctrica Quito S.A., "VISOR WEB EEQ." Quito, p. <http://pia.eeq.com.ec/>.

## Muestra 5.

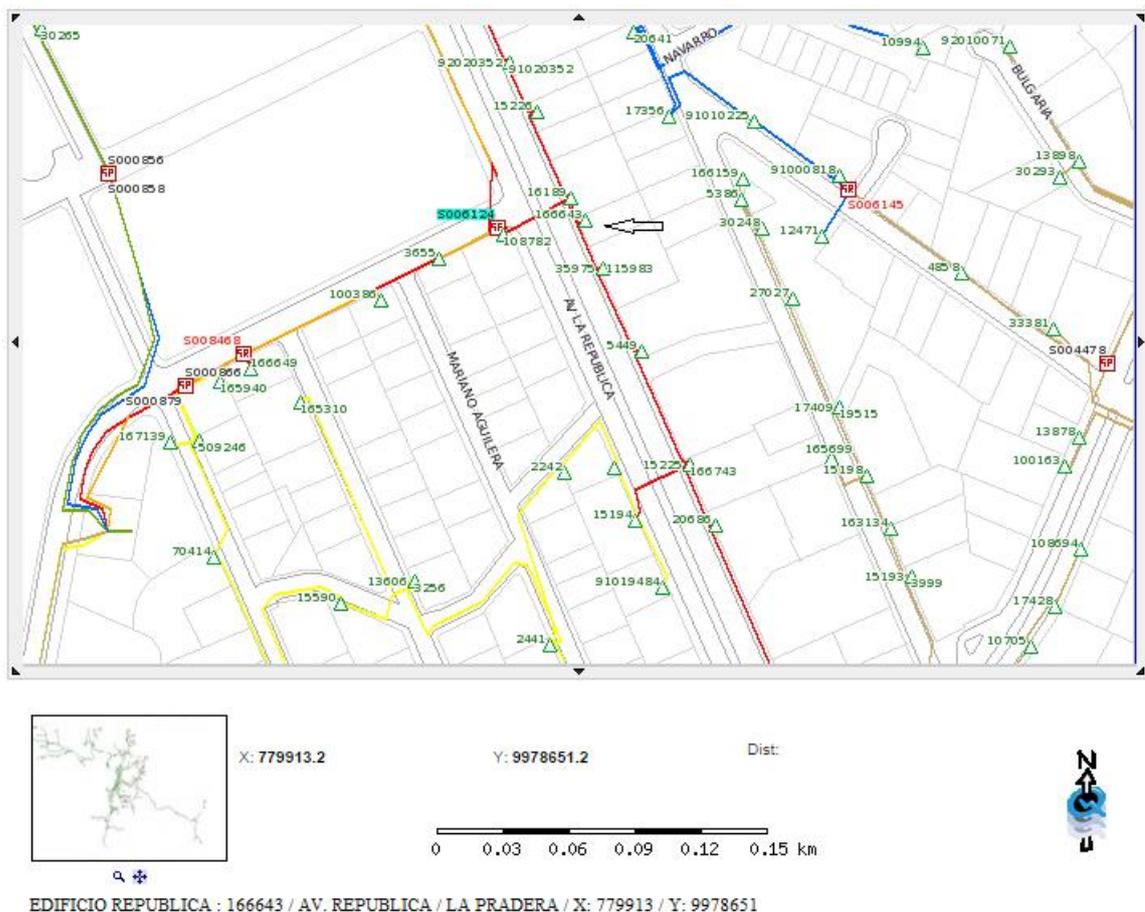
### EDIFICIO REPÚBLICA

#### Datos del Edificio:

Año de inicio del proyecto	2007
Año de inicio de construcción	2008
Año de inauguración	2009
Ubicación	Av. República y La Pradera
Zonificación	A21 / A608-50
Área del Terreno	434 m <sup>2</sup>
Área de Construcción Total	4.772 m <sup>2</sup>
N° de Subsuelos	4
N° de Pisos	12
N° de Torres	1

N° de Oficinas	38
N° de Locales comerciales	1
Potencia del Transformador	125 kVA
Voltaje Primario	6.000 V
Voltaje Secundario	220/127 V

### Ubicación en Plano del Edificio República



**Figura 6.** Ubicación en plano del Edificio República

Fuente: [17] Empresa Eléctrica Quito S.A., "VISOR WEB EEQ." Quito, p. <http://pia.eeq.com.ec/>.

### 3.2 Mediciones de Campo

El propósito de esta sección no es el realizar las mediciones de campo sobre las muestras seleccionadas para conocer parámetros de calidad de energía, sino que se presta especial atención a los datos de potencia en vatios (W) con los cuales se considera y centra los análisis del presente estudio.

El equipo usado para la medición es un analizador de redes de distribución de

energía el mismo que registró los datos de las edificaciones cada 10 minutos. Para el caso de este estudio se usó el analizador de energía acorde con las normas internacionales de medición IEC 61000-4-30 que refiere a los ensayos, técnicas y métodos de medición de calidad de energía.

### **3.2.1 Teoría del funcionamiento del analizador**

El registro de datos es una de las principales funciones del analizador de redes. No obstante, mientras los registra para su posterior análisis, el instrumento puede también realizar las siguientes funciones: [18]

- Análisis estadístico de las señales medidas.
- Análisis periódico: Registro y análisis en línea de diversas señales medidas a lo largo de los periodos preseleccionados.
- Anomalías de tensión: Detección y registro de anomalías de tensión.
- Interrupciones de suministro: Detección y registro de interrupciones de la alimentación.
- Formas de onda
- Sobretensiones transitorias

Aparte del registro de las interrupciones de suministro, que siempre está activado, todas las demás funciones son independientes y pueden ser activadas o desactivadas por el usuario. Los principios de medición son los mismos en todas las funciones de registro y los datos son almacenados en la memoria permanente que pueden ser descargados a una PC para un análisis más detallado y su impresión. La descarga puede ser realizada en línea mientras se está realizando el registro, y una vez que el registro haya finalizado. [18]

Independientemente del estado de registro, el instrumento puede enviar todas las muestras de una señal de entrada a un PC para su análisis y visualización externos cada segundo.

El análisis periódico es realizado a lo largo de un periodo de integración (IP) programable, que el usuario puede seleccionar de 1 s a 15 min. Durante el periodo de integración, el instrumento calcula los valores máximo, mínimo y promedio de las cantidades seleccionadas. Al final del periodo, estos valores son almacenados

en la memoria junto con la fecha y hora de inicio del periodo. [18]

La potencia activa es dividida en dos cantidades: Importación (positiva) y Exportación (negativa). La potencia reactiva y el factor de potencia están divididos en cuatro cantidades: inductiva positiva (+i), capacitiva positiva (+c), inductiva negativa (-i) y capacitiva negativa (-c). La corriente del conductor neutro ( $I_0$ ) es ignorada cuando se realiza la medición de una conexión de tres hilos.

En las mediciones de potencia, tensión y corriente, los valores son almacenados para cada ciclo de entrada. Los armónicos y los valores de THD (distorsión armónica total) son computados en muestras cada 8vo ciclo de entrada.

Para el cálculo de la tensión promedio, las tensiones de menos del 2% de la escala completa ( $0,02 \times U_n$ ) son tratadas como interrupciones de tensión y son excluidas de todos los cálculos.

Los valores máximos y mínimos almacenados están basados en los valores calculados durante cada uno de los ciclos de entrada, mientras que los valores promedio (excepto para tensión, potencia y armónicos) son calculados al final de cada periodo de integración (IP) y están basados en el número de ciclos de entrada en el periodo. [18]

Los valores promedio para potencia, tensión y componentes armónicas ignoran los ciclos de entrada en los que la tensión es menor de  $0,02 \times U_n$ . Además, si se produce una interrupción de la energía eléctrica o un retorno de la energía eléctrica durante un periodo de integración, o si el periodo de integración comienza durante una interrupción de la energía eléctrica, el instrumento iniciará un nuevo ciclo, esto se puede ver en el registro de las interrupciones de la energía eléctrica. [18]

La siguiente tabla ofrece las definiciones de los símbolos de los valores utilizados para los registros de datos procesados por el analizador de red.

<b>DEFINICIONES DE LOS SÍMBOLOS</b>	
<b>Símbolos Generales</b>	
U	Tensión rms
I	Corriente rms
P	Potencia activa

S	Potencia aparente
Q	Potencia reactiva
Io	Corriente rms del conductor neutro
PF	Factor de potencia
Cosφ	Ángulo de fase Tensión-Corriente
THD	Distorsión armónica total
H	Armónicos individuales (%)
h	Armónico individual (V o A)
IP	Periodo de integración
dPF	Factor de potencia de los Armónicos Básicos

**Tabla 14.** Símbolos para los valores registrados por el analizador de red.  
**Fuente:** [18] METREL, "POWER QUALITY ANALYZER MI 2192 Plus Instruction Manual," no. 20. Version 3, Code N°. 20750701, p. 88.

### 3.2.2 Métodos de medición de datos del analizador

Los métodos de medición de datos se basan en las señales de entrada, cada entrada tiene 3 señales de voltaje y 3 de corriente, las cuales se muestrean 128 veces en cada ciclo de entrada. [18]

Los valores de las mediciones básicas son calculados al final de cada período de muestreo y los datos resultantes son almacenados en la memoria del dispositivo analizador disponibles en la pantalla o para ser analizados a través de una PC. [18]

Las siguientes ecuaciones son usadas para el cómputo de las cantidades dadas por la red.

#### Voltaje de fase [ V ] [18]

$$U_x = \sqrt{\frac{1}{128} \sum_{i=1}^{128} u_{x_i}^2} \quad (11)$$

#### Corriente de fase [ A ] [18]

$$I_x = \sqrt{\frac{1}{128} \sum_{i=1}^{128} i_{x_i}^2} \quad (12)$$

**Potencia activa de fase [ W ] [18]**

$$P_x = \sqrt{\frac{1}{128} \sum_{i=1}^{128} u_{x_i} * i_{x_i}} \quad (13)$$

**Potencia Reactiva de fase [ Var ] [18]**

$$Q_x = \sqrt{S_x^2 - P_x^2} \quad (14)$$

**Potencia aparente de fase [ VA ] [18]**

$$S_x = U_x * I_x \quad (15)$$

**$P_t$  Potencia activa total [ W ] [18]**

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 \quad (16)$$

**$Q_t$  Potencia reactiva total [ VAr ] [18]**

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (17)$$

**$S_t$  Potencia aparente total [ VA ] [18]**

$$S_t = \sqrt{P_t^2 - Q_t^2} \quad (18)$$

Cuando se realiza la medición de la potencia y del factor de potencia, los valores pueden ser calculados para cada ciclo individual o promediados a lo largo de un periodo llamado Subperiodo de integración de potencia que puede ser establecido en cualquier valor de entre 1 y 20 ciclos en un tiempo de 400 ms. [18]

Finalmente cuando el analizador de red está registrando una potencia; éste, calcula y registra automáticamente la energía de la potencia seleccionada en un periodo de integración. [18]

### 3.3 Levantamiento de Datos

Los analizadores de red que realizan mediciones y/o análisis de calidad de energía, son instrumentos multifuncionales de tipo portátil para la medición y el análisis de sistemas de energía trifásicos, estos aparatos electrónicos generalmente poseen características de: [18]

- Control, registro y análisis en tiempo real de energía trifásicos (3 ).
- Mediciones:
  - Tensión r.m.s. eficaz
  - Corriente r.m.s. eficaz
  - Potencia: vatios (W), voltamperios reactivos (VAr) y voltamperios (VA)
  - Factor de potencia
  - Energía
  - Análisis de armónicos
  - Análisis estadísticos
  - Anomalías
- Función en modo de registro de grabación, los valores medidos son almacenados en la memoria para su posterior análisis.
- Modos especiales de registro para la captura de formas de onda con varias opciones de activación.
- Modos especiales de registro para el control de la calidad del sistema de suministro observado:
  - Datos periódicos,
  - Formas de onda,
  - Sobretensiones transitorias,
  - Grabación rápida,
- Cálculos de los valores mínimos, promedios y máximos para las cantidades registradas, con varios informes con formatos preestablecidos.
- Modo de osciloscopio para la presentación de las formas de onda, tanto en tiempo real como para el análisis de la forma de onda almacenada.
- Análisis de la distorsión armónica hasta el armónico 63<sup>o</sup>, tanto en línea como en los datos registrados.

- Control y análisis de la energía.
- Puerto de comunicación RS232 para la conexión a una PC.
- Software para Windows para el análisis de los datos y el control del instrumento.

### 3.3.1 Especificaciones técnicas del analizador usado en el estudio de demanda

El analizador utilizado para la recopilación de datos es un equipo de marca METREL modelo MI-2092 cuyas especificaciones técnicas detallan el límite de funcionamiento para el cual ha sido diseñado y probado.

#### Especificaciones generales [18]

El dispositivo posee una pantalla gráfica de cristal líquido con retroalimentación mediante LED con una resolución de 160 x 116 puntos.

Temperatura de funcionamiento	: -10° C + 45° C
Temperatura de almacenamiento	: -20° C + 70° C
Humedad máxima	: 85% RH (0° + 40°C)
Grado de contaminación	: 2
Clasificación de la protección	: Doble aislamiento
Categoría de sobretensión	: Entradas de tensión CAT III 600 V Suministro de energía AC CAT III 300 V
Grado de protección: Dimensiones	: IP 44
Peso sin accesorios	: 2 kg



**Figura 7.** Dispositivo analizador de energía y accesorios

Fuente: [19] E. I. Safety, P. Q. Analysis, and I. E. Quality, "Measuring Instruments and Testers." Metrel 2292

### **Tensiones de entrada en AC**

El analizador tiene una entrada de tensión AC trifásica, 3 entradas, L1-N, L2-N, L3-N. La medición de la tensión es directa, con divisores de tensión internos. En las entradas de tensión no hay fusibles internos. [18]

- “Categoría de sobretensión: CAT III 600 V” [18]
- “Escala de la tensión de entrada: 10 - 550 Vrms” [18]
- “Tensión de sobrecarga permisible: 600 Vrms” [18]
- “Resolución: 0.1 V” [18]
- “Precisión: +/- 0.5 % de lectura +/- 2 dígitos” [18]
- “Factor de cresta máximo: 1.4” [18]
- “Escala de frecuencia: Fundamental 43 – 68 Hz” [18]
- “Periodo de integración r.m.s.: 10 ms (1/2 del ciclo de señal)” [18]

### **Corrientes de entrada en AC**

El equipo tiene tres entradas de corriente en AC, adecuadas para transformadores de corriente de pinza y sensores de corriente de salida de tensión. [18]

- “Escala de tensión de la corriente de entrada: 0,02-1 Vrms” [18]  
“Equivalente a 20 – 1000 A con un transformador de corriente de pinza estándar con una relación de 1000 A / 1 V.” [18]
- “Resolución: 0,3 mV (0,3 A con un transformador de corriente de pinza estándar con una relación de 1000 A / 1V)” [18]
- “Precisión: +/- 0,5% de la lectura y +/- 6 dígitos más la precisión del transformador de corriente” [18]
- “Factor de cresta: 2,5” [18]
- “Sobrecarga máxima permisible: 150% In (corriente sinusoidal)” [18]
- “Tensión de entrada máxima: 1 Vrms” [18]
- “Periodo de integración r.m.s. básico: 10 ms (1/2 ciclo de la señal)” [18]

### **Condiciones de referencia**

“Tensión AC para mediciones de potencia: 0,02 Un – Un” [18]

“Corriente AC : 0,02 In – In” [18]

“Factor de potencia	: 4 cuadrantes (1,00 cap –0,00– 1,00 ind)” [18]
“Frecuencia	: 45 -65 Hz” [18]
“Forma de onda	: Tensión y corriente en AC sinusoidal” [18]
“Factor de distorsión	: < 2 %” [18]
“Suministro eléctrico auxiliar	: 230 V +/- 10%” [18]
“Temperatura ambiente	: 23° C +/- 3° C” [18]
“Humedad	: 60 % +/- 15 %” [18]

**Especificaciones del Hardware digital:** Conversión A / D análogo-digital: 14 bits con 128 muestras por canal y periodo (43-68 Hz) [18]

### **Tipo de Comunicación**

La comunicación se realizara a través de un interfaz tipo RS232 ópticamente aislado en su totalidad. La velocidad está entre 2.400 – 57.600 baudios. Su conector es un dispositivo de 9 pines tipo D. [18]

### **Medidor en Pantalla**

El analizador presenta las cantidades relacionadas con las conexiones de medición por fase seleccionadas, es decir, la tensión medida (U), la corriente (I), y la potencia activa calculada (P), la potencia (S), la potencia reactiva (Q), el factor de potencia (Pf) con su característica (c, I, ninguna),  $\cos \emptyset$  entre U e I, y la tensión Línea – Línea calculada; Cantidades para el sistema trifásico completo, es decir: la potencia activa calculada (Pt), la potencia aparente (St), la potencia reactiva (Qt), el factor de potencia (Pft). [18]

La precisión básica para los parámetros P, Q, S, tienen un +/- 1% de las lecturas y una resolución del 0,01 de los valores mostrados en pantalla. [18]

## **3.4 Compilación de Resultados**

Una vez realizada la captura de datos en las diferentes edificaciones, la compilación de los resultados obtenidos se realiza a través de la conexión entre el dispositivo analizador y un computador mediante el interface RS232. Este proceso permite obtener todos los valores de los datos registrados en la memoria del

equipo durante cada periodo de tiempo en el que se mantuvo conectado el equipo al tablero de distribución del sistema de la red en cada una de las edificaciones.

La descripción numérica resultante de las mediciones permitirá expresar los en términos cuantitativos la demanda eléctrica registrada en los edificios y de cuyo análisis se pretende comparar y evaluar las demandas reales versus las demandas de diseño que fueron determinadas al inicio del proyecto de la edificación según la normativa de la Empresa Eléctrica Quito. Esto permitirá conocer si los transformadores instalados fueron aprobados con la capacidad nominal cercana a la realidad.

Las recuadros de las figuras abajo mostrados de cada una de las edificaciones, evidencia las fechas y el tiempo exacto en el que el dispositivo tomó los registros de los parámetros programados. Las cuantificaciones de voltaje, corriente y la distorsión armónica total (thd) son datos simplemente de referencia pero los valores de potencia en cada fase y la potencia total son las mediciones con las que se trabajará para la determinación de la demanda eléctrica diversificada en el estudio del capítulo IV. Luego se muestran en las tablas de potencia 10 registros que representan las potencias mínimas y máximas que se registraron en el periodo y su porcentaje de uso de la potencia usada en ese período.

### 3.4.1 Compilación de mediciones del Edif. Boreal

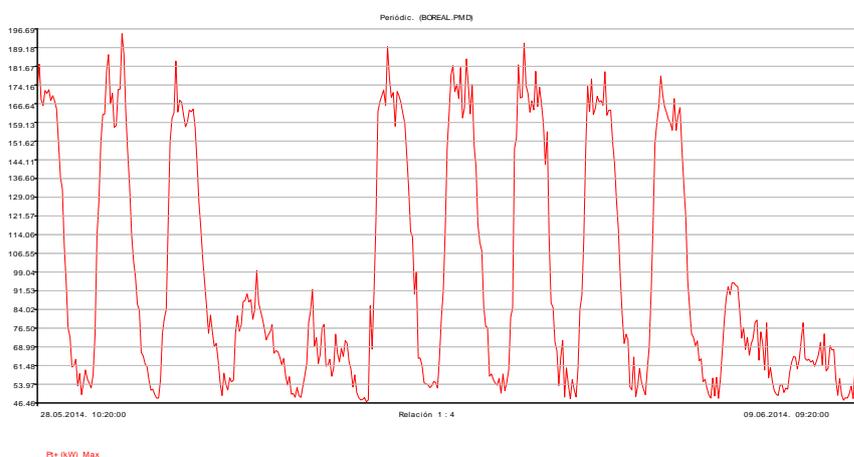
Config. ards y ards		F1	F2	F3	Total
Fabricante	MFTRFI	U1	U2	U3	
Tipo de instrum.	MI 2092 (FV ver: 0.10)	1	I2	I3	
Número serie	16010329	thdI1	thdI2	thdI3	
Nota usu.		thd1	thd2	thd3	
Conexión	4 hilos	uP1	uP2	uP3	F1u
Sub PI puL	1	U12	U23	U13	I1u
Señales selec.	64	S1+	S2+	S3+	S1+
Tiempo inic. prog	MANUAL	S-	S2-	S3-	S-
Tiempo fin. prog	MANUAL	P1+	P2+	P3+	P1+
Tpo. inic. real	28.05.2014 10:20:00	P1-	P2-	P3-	P-
Tpo. fin. real	09.06.2014 09:33:10	PF1+	PF2+	PF3+	PF1+
Frecuencia (Hz)	60	PF1-	PF2-	PF3-	PF-
U nominal (V)	230.0	P1u	P2u	P3u	P1u
Per. int. pos. (s)	600	P1c	P2c	P3c	P1c
Condic. reg. anóm.	Anomalías (ges., (LL 10.0%, HL 10.	P1i	P2i	P3i	P1i
Registro	Dat14in (est. ano. per)	Q1u	Q2u	Q3u	Q1u
Periódico. #	1723	Q1+	Q2+	Q3+	Q1+
Anomalías //	3	Q1c	Q2c	Q3c	Q1c
Int. energ #	0	Q1-	Q2-	Q3-	Q1-

Figura 8. Configuración de parámetros para el registro de datos del edificio Boreal

Para esta edificación el equipo analizador ha almacenado en su memoria interna 1.723 registros de señales tomadas cada 10 minutos durante el periodo comprendido entre el 28 de mayo al 9 de junio de 2014 tal como lo evidencia la pantalla de datos generales de parametrización arriba en la Figura 8. El detalle de la totalidad de registros de ese periodo se los puede observar en la sección de Anexos de este trabajo. Sin embargo para mostrar el valor de las potencias máximas, mínimas, promedio y la energía se ha tomado únicamente los datos mostrados en la tabla 15. El comportamiento de la demanda total del periodo se ve en la figura 9

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1	28.05.2014	10:20:00	108,72	125,24	162,77	20,87
90	29.05.2014	1:10:00	30,22	33,54	46,58	5,59
180	29.05.2014	16:10:00	116,68	134,79	194,74	22,464
250	30.05.2014	3:50:00	26,90	33,11	48,41	5,52
350	30.05.2014	20:30:00	46,19	54,31	86,57	9,05
450	31.05.2014	13:10:00	41,51	50,32	77,65	8,39
549	01.06.2014	5:40:00	26,58	29,17	42,73	4,86
650	01.06.2014	22:30:00	34,66	39,90	57,93	6,65
750	02.06.2014	15:10:00	110,69	126,39	171,55	21,07
850	03.06.2014	7:50:00	49,01	64,24	99,91	10,71
950	04.06.2014	0:30:00	29,81	34,69	53,61	5,78
1050	04.06.2014	17:10:00	101,86	119,38	166,59	19,90
1150	05.06.2014	9:50:00	100,42	116,37	147,01	19,40
1250	06.06.2014	2:30:00	29,98	35,10	53,10	5,85
1350	06.06.2014	19:10:00	63,00	71,58	103,23	11,93
1450	07.06.2014	11:50:00	48,44	55,21	94,72	9,20
1550	08.06.2014	4:30:00	31,22	33,91	53,99	5,65
1690	09.06.2014	3:50:00	28,39	32,55	45,90	5,43
1700	09.06.2014	5:30:00	28,31	31,20	46,88	5,20
1723	09.06.2014	9:20:00	100,11	118,42	159,31	19,74

**Tabla 15.** Datos de los 1723 registros tomados por el equipo analizador E. Boreal



**Figura 9. Gráfico de la curva de demanda del Edificio Boreal**

La tabla N° 16 mostrada abajo indica en detalle las cargas diarias por cada hora del edificio Boreal durante las 24 horas del día por una semana continua, datos con los cuales se determinan las curvas de carga diaria en la figura 10.

Día hora	Jue 29-may-14	Vier 30-may-14	Sáb 31-may-14	Dom 1-jun-14	Lunes 2-jun-14	Mart 3-jun-14	Miérc 4-jun-14
1	48,15	55,27	51,07	52,28	50,64	54,15	49,61
2	48,49	50,56	54,67	56,98	43,45	48,21	48,43
3	47,42	47,47	46,43	45,74	47,82	53,27	48,82
4	56,06	48,31	43,59	47,58	45,08	48,16	49,12
5	52,49	46,16	56,54	49,31	43,32	49,2	54,77
6	57,82	74,16	54,94	46,03	66,82	52,77	57,43
7	72,77	69,02	53,13	45,8	70,21	83,65	71,91
8	98,38	119,29	81,45	58,29	117,32	112,93	112,55
9	139,61	154,56	66,87	64	163,77	140,23	136,13
10	159,06	149,43	76,62	62,67	163,78	178,22	155,2
11	172,37	154,06	90,1	72,72	165,97	171,47	167,31
12	157,37	163,12	87,01	54,63	189,54	174,4	164,67
13	153,4	160,14	80,03	76,46	169,14	164,62	159,27
14	153,01	157,33	68,75	63,33	149,85	153,71	159,32
15	155,66	152,09	65,26	55,11	161,17	174,3	154,65
16	194,74	152,96	81,41	48,16	162,94	157,77	165,34
17	157,68	157,19	76,29	60,45	162,69	145,69	154,69
18	135,89	143,6	69,75	66,15	152,79	134,13	147,32
19	111,06	116,43	73,72	63	125,01	111,69	143,29
20	96,53	97,94	77,91	62,67	99,47	95,26	105,17
21	86,09	80,18	64,19	55,34	83,44	85,1	84,84
22	78,67	62,58	67,08	67,55	74,82	73,49	70,93
23	57,02	74,79	61,9	53,16	64,5	57,19	53,41
24	55,52	52,94	59,27	52,8	61,23	55,18	48,08
D.Máx kW	194,74	163,12	90,1	76,46	189,54	178,22	167,31
Hora D.Máx	16h00	12h00	11h00	13h00	12h00	10h00	11h00
D.Prom kW	106,05	105,82	67,00	57,51	109,78	107,28	106,76

D.Max Prom	151,36	kW
D. Prom. Total	94,31	kW
Factor de Carga prom	0,62	D.promedio tot/ D.Máx prom

**Tabla 16. Cuadro de cargas diarias del Edificio Boreal**

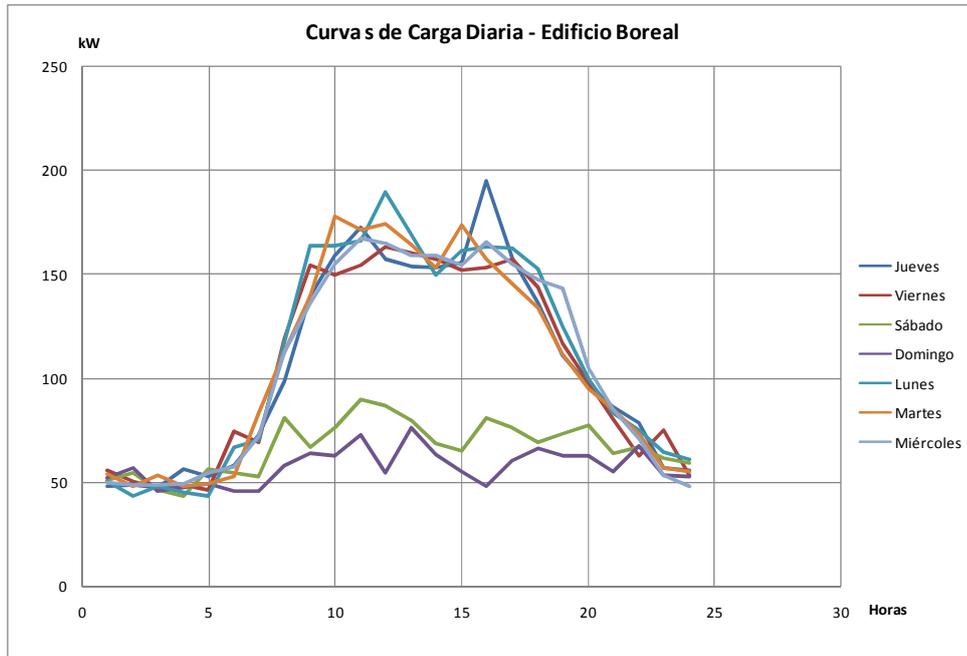


Figura 10. Curvas de Carga diaria del Edificio Boreal

### 3.4.2 Compilación de Mediciones del Edif. Tizziano

PQA Link v5.4 - IZZIANC.FMD

Arch Modcm Data Config Ayud

Config. arch. y análisis

Ejecut.

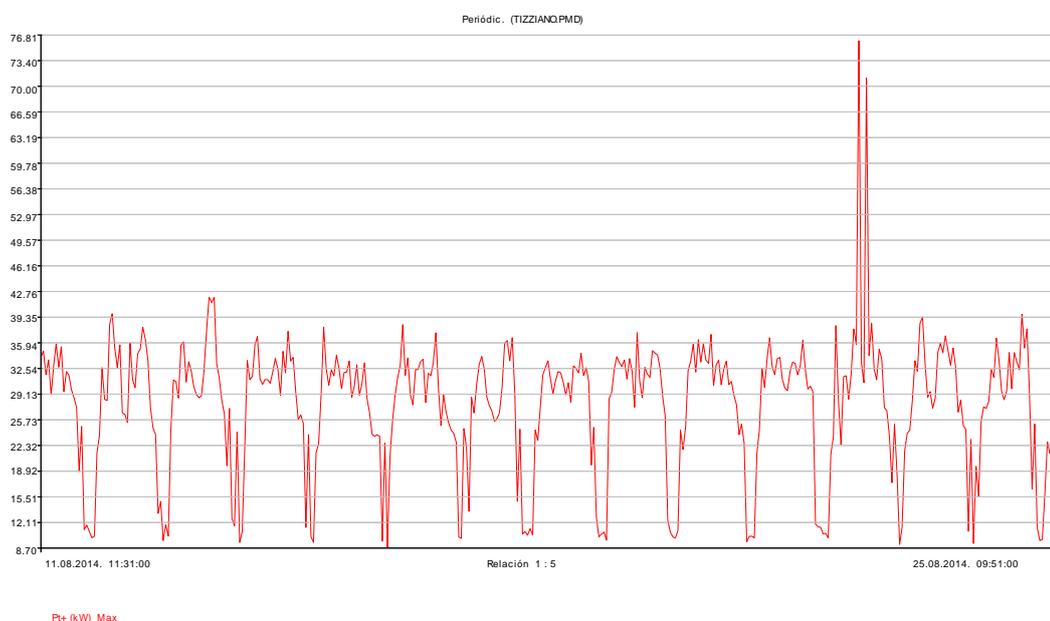
Fabricante	METREL	Γ1	Γ2	Γ3	Total
Tipo de instrum.	M 2092 (FW ver: 5.40)	U1	U2	U3	
Número serie	1C010329	I1	I2	I3	
Nota usu		thd11	thd12	thd13	
Conexión	4 hilos	thd1	thd2	thd3	
Sub PI pot.	1	dPf1	dPf2	dPf3	Freq
Señales so.occ.	63	U12	U23	U13	I ru1
Tiempo inc. prog	MANUAL	S1+	S2+	S3+	St+
Tiempo fin. prog	MANUAL	S1-	S2-	S3-	St-
Tpo. inic. real	11.08.2014. 11:31:00	P1+	P2+	P3+	Pt+
Tpo. fin. real	2E.08.2011. 10:10:18	P1-	P2-	P3-	Pt-
Frecuenc. (Hz)	60	Pf1c+	Pf2c+	Pf3c+	Pf1c+
U nominal (V)	230.0	Pf1i+	Pf2i+	Pf3i+	Pf1i+
Per. int. poal (s)	600	Pf1c-	Pf2c-	Pf3c-	Pf1c-
Condición reg. anorm	Anomalías fijas. (LI: 10 0%, HI: 10)	Pf1i-	Pf2i-	Pf3i-	Pf1i-
Registro	Periódic. (est, anc, per)	Q1c1	Q2c1	Q3c1	Qtc1
Periódic. #	2007	Q1i+	Q2i+	Q3i+	Qti+
Anomalías #	3	Q1c-	Q2c-	Q3c-	Qtc-
Int. energ. #	0	Q1i-	Q2i-	Q3i-	Qti-

Figura 11. Configuración de parámetros para el registro de datos del edificio Tizziano

Para esta segunda edificación el equipo analizador ha almacenado en su memoria interna 2.007 registros de señales tomadas cada 10 minutos durante el periodo comprendido entre el 11 y el 25 de agosto de 2014 tal como lo evidencia la pantalla de datos generales de parametrización de señales arriba en la Fig. 11.

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1	11.08.2014	11:31:00	12,00	17,22	32,97	2,871
100	12.08.2014	4:01:00	5,59	6,55	10,13	1,092
200	12.08.2014	20:41:00	14,79	17,94	30,51	2,991
301	13.08.2014	13:31:00	10,48	13,93	30,13	2,322
402	14.08.2014	6:21:00	5,33	5,95	9,2	0,991
505	14.08.2014	23:31:00	8,47	9,92	13,75	1,654
600	15.08.2014	15:21:00	8,65	12,73	27,98	2,121
681	16.08.2014	4:51:00	4,50	5,05	8,16	0,842
805	17.08.2014	1:31:00	7,13	7,88	11,12	1,314
910	17.08.2014	19:01:00	10,95	12,82	24,64	2,137
1000	18.08.2014	10:01:00	13,20	17,42	23,13	2,904
1111	19.08.2014	4:31:00	5,77	6,69	9,74	1,116
1210	19.08.2014	21:01:00	13,58	15,46	28,54	2,576
1303	20.08.2014	12:31:00	10,83	15,25	29,16	2,541
1450	21.08.2014	13:01:00	10,66	13,12	29,74	2,187
1610	22.08.2014	15:41:00	12,34	15,69	76,05	2,614
1700	23.08.2014	6:41:00	4,62	5,44	15,75	0,907
1817	24.08.2014	2:11:00	7,17	8,05	11,42	1,341
1910	24.08.2014	17:41:00	10,21	12,86	28,4	2,143
2007	25.08.2014	9:51:00	12,08	16,32	34,41	2,72

**Tabla 17.** Datos de los 2.007 registros tomados por el equipo analizador E. Tizziano



**Figura 12.** Gráfico de la curva de demanda de la Edificio Tizziano

El detalle de la totalidad de los 2.007 registros de ese periodo se los puede observar en la sección de Anexos de este trabajo. Sin embargo una muestra del valor de las potencias máximas, mínimas y promedio se muestra en la tabla 17. El comportamiento de la demanda total del periodo se observa en la figura 12 arriba.

La tabla N° 18 mostrada abajo indica en detalle las cargas diarias por cada hora en el edificio Tizziano durante las 24 horas del día por una semana continua, datos con los cuales se determinan las curvas de carga diaria en la figura 13.

Día hora	Sab 16-ago-14	Dom 17-ago-14	Lun 18-ago-14	Mar 19-ago-14	Mier 20-ago-14	Juev 21-ago-14	Vier 22-ago-14
1	9,96	11,26	10,56	12,72	11,3	10,49	11,66
2	23,74	23,93	9,65	9,94	10,48	9,14	11
3	8,72	10,06	10,39	8,88	9,61	8,71	10,07
4	9,83	9,81	9,58	10,5	9,68	9,86	9,78
5	8,68	8,83	9,35	8,85	10,13	8,17	8,57
6	20,86	9,49	22,98	28,53	21,59	8,74	8,46
7	25,49	10,27	17,62	28,38	24,82	24,5	11,89
8	25,52	13,56	28,61	34,1	32,64	30,99	38,21
9	23,19	28,73	27,91	33,32	31,56	30,23	24,69
10	27,63	28,18	23,13	32,79	29,28	27,48	15,13
11	31,62	27,94	26,76	24,77	27,23	24,96	30,13
12	24,78	23,72	30,92	28,96	30,11	29,69	26,13
13	27,21	28,29	28,12	32,21	28,69	29,74	22,01
14	29,24	21,1	27,05	26,26	27,77	31,09	30,21
15	32,39	22,57	24,9	27,36	33,85	25,89	31,73
16	33,44	21,33	30,61	26,55	27,76	29,47	76,05
17	26,18	25,89	27,97	25,9	31,32	28,81	29,16
18	26,31	25,49	29,19	30,45	25,8	24,47	30,85
19	24,65	24,64	30,76	28,81	32,49	31,56	34,26
20	32,09	35,74	31,84	34,89	25,32	32,87	28,56
21	36,38	33,54	28,59	28,54	22,41	31	28,12
22	24,14	32,35	18,31	32,55	13,47	17,06	29,47
23	13,68	14,83	30,75	28,87	27,71	28,31	29,14
24	26,81	12,72	16,05	26,25	23,31	29,29	27,36
D.Máx kW	36,38	35,74	31,84	34,89	33,85	32,87	76,05
Hora D.Máx	21h00	20h00	20h00	20h00	15h00	20h00	8h00
D.Prom kW	23,86	21,01	22,98	25,43	23,68	23,44	25,11

D.Max Prom	40,23	kW
D. Prom. Total	23,64	kW
Factor de Carga prom	0,59	D.promedio tot/ D.Máx prom

**Tabla 18.** Cuadro de cargas diarias del Edificio Tizziano

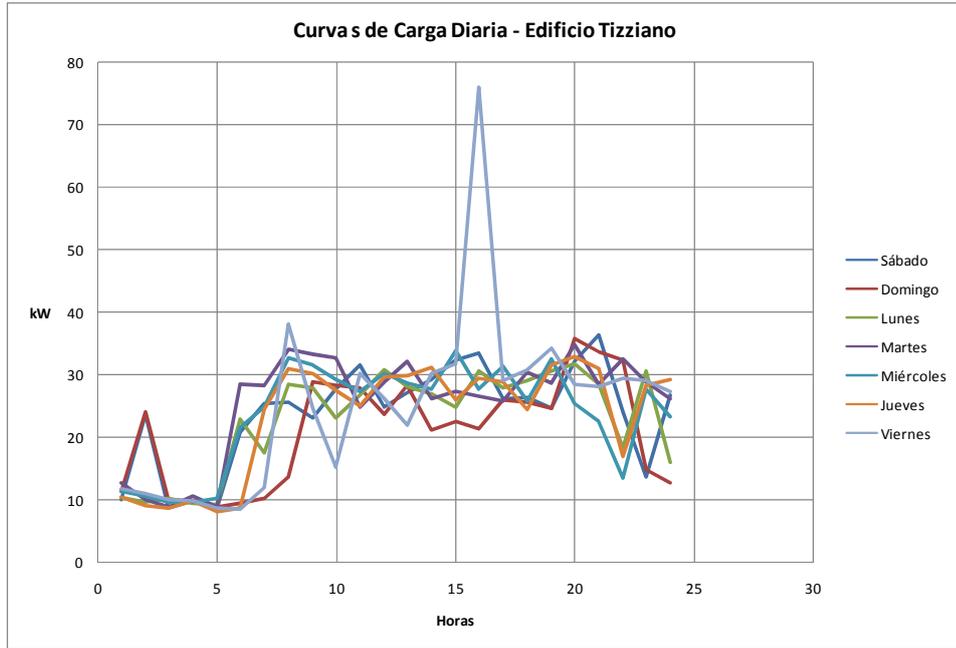


Figura 13. Curvas de Carga diaria del Edificio Tizziano

### 3.4.3 Compilación de Mediciones del Edif. Argentum

PQA Link v5.4 - ARGENTUM.PMD  
Arch Modem Data Config Ayud

Config. arch. y análisis

Ejecut.

Fabricante	METREL	F1	F2	F3	Total
Tipo de instrum.	MI 2092 (FW ver: 5.40)	U1	U2	U3	
Número serie	16010329	I1	I2	I3	
Nota usu.	.....	thdU1	thdU2	thdU3	
Conexión	4 hilos	IdI1	IdI2	IdI3	
Sub Pl pot.	1	dP1	dP2	cP3	Freq
Señales selecc.	63	U-2	J23	U13	I nul
Tiempo inic. prcg	MANUAL	S+	S2+	S3+	St+
Tiempo fin prog	MANUAL	S1-	S2-	S3-	St-
Tpo. inic. real	07.07.2014. 14:54:00	P+	P2+	P3+	Pt+
Tpo. fin real	25.07.2014. 11:10:33	P1-	P2-	P3-	Pt-
Frecuenc. (Hz)	60	Pf1c+	Pf2c+	Pf3c+	Pf1c+
U nominal (V)	230.0	Pf1+	Pf2+	Pf3+	Pf1+
Per. int. ppal. (s)	600	Pf1c-	Pf2c-	Pf3c-	Pf1c-
Cond.c. reg. anom.	Anomalías fijas, (LL: 10.0%, HL: 10.	Pf1-	Pf2-	Pf3-	Pf1-
Registro	Periódic. (est, ano, per)	Q1c+	Q2c+	Q3c+	Qt+
Periódic. #	2569	Q1+	Q2+	Q3+	Qt+
Anomalías #	3	Q1c-	Q2c-	Q3c-	Qt-
Int. energ. #	0	Q1-	Q2-	Q3-	Qt-

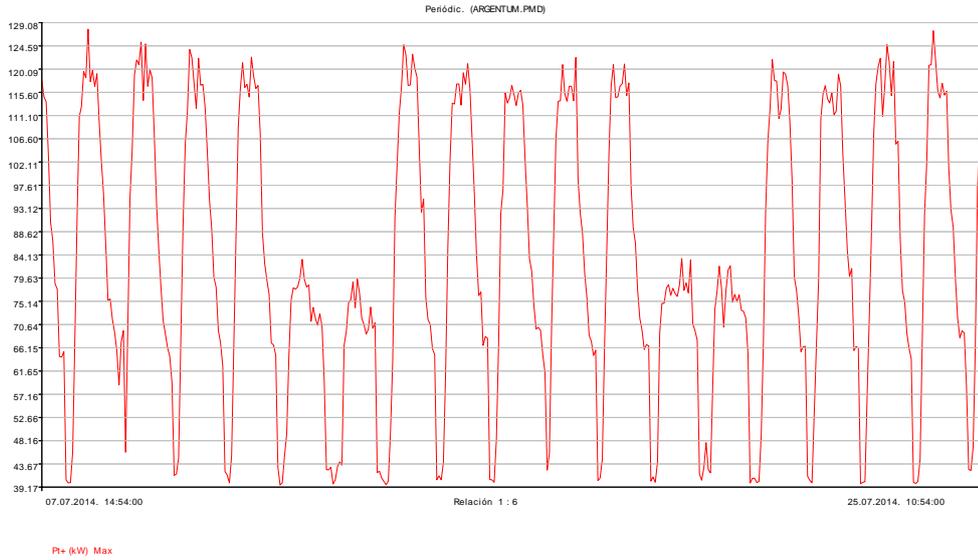
Figura 14. Configuración de parámetros para el registro de datos del edificio Argentum

Para la edificación Argentum, el equipo analizador almacenó en su memoria interna 2.569 registros de señales tomadas cada 10 minutos durante el periodo comprendido entre el 7 de Julio y 25 de julio de 2014 tal como lo evidencia la captura de la pantalla de datos generales de parametrización arriba en la Figura 14. Por otro lado la figura 15 muestra la curva de demanda por todo el periodo analizado.

El detalle de los 2.569 registros en su totalidad se los puede observar en la sección de Anexos de este trabajo. Sin embargo una muestra del valor de las potencias máximas, mínimas y promedio se muestra en la tabla 19 mientras que el comportamiento de la demanda total del periodo se ve en la figura 15.

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1	07.07.2014	14:54:00	63,69	75,16	107,04	12,53
222	09.07.2014	3:44:00	21,53	25,98	63,39	4,33
320	09.07.2014	20:04:00	37,20	45,46	84,51	7,58
440	10.07.2014	16:04:00	64,96	76,51	110,04	12,75
565	11.07.2014	12:54:00	67,83	77,94	113,26	12,99
634	12.07.2014	0:24:00	22,37	26,59	63,67	4,43
777	13.07.2014	0:14:00	19,61	26,5	42,18	4,416
850	13.07.2014	12:24:00	25,95	32,7	68,28	5,45
935	14.07.2014	2:34:00	18,08	23,78	34,87	3,96
1050	14.07.2014	21:44:00	31,26	36,01	71,58	6,002
1148	15.07.2014	14:04:00	64,45	77,38	119,35	12,897
1260	16.07.2014	8:44:00	54,17	64,24	94,36	10,707
1355	17.07.2014	0:34:00	24,25	29,62	65,44	4,937
1422	17.07.2014	11:44:00	65,42	78,89	107,13	13,148
1566	18.07.2014	11:44:00	69,25	79,59	114,58	13,266
1838	20.07.2014	9:04:00	21,94	30,74	77,03	5,123
2215	22.07.2014	23:54:00	22,63	26,13	60,69	4,355
2342	23.07.2014	21:04:00	34,03	39,81	76	6,635
2430	24.07.2014	11:44:00	74,61	84,98	127,50	14,16
2569	25.07.2014	10:54:00	69,48	80,45	111,24	13,41

**Tabla 19.** Datos de los 2.569 registros tomados por el equipo analizador E. Argentum



**Figura 15.** Gráfico de la curva de demanda del Edificio Argentum

La tabla N° 20 mostrada abajo indica en detalle las cargas diarias por cada hora en el edificio Argentum durante las 24 horas del día por una semana continua, datos con los cuales se determinan las curvas de carga abajo en la figura 16.

Día hora	Vier 18-jul-14	Sáb 19-jul-14	Dom 20-jul-14	Lun 21-jul-14	Mart 22-jul-14	Mierc 23-jul-14	Juev 24-jul-14
1	57,34	64,56	38,64	40,23	66,4	61,13	62,57
2	65,69	62,98	40,51	38,93	41,27	39,15	40,10
3	38,35	39,66	42,85	39,88	38,73	39,01	39,03
4	39,02	40,51	39,87	37,97	40,02	38,63	38,17
5	43,61	35,31	37,59	37,22	38,61	57,18	39,64
6	61,12	44,00	41,93	46,46	44,15	43,61	50,63
7	72,15	66,57	37,35	76,76	75,45	84,54	75,17
8	98,94	69,58	54,02	89,41	94,12	94,92	90,49
9	106,08	71,08	77,03	99,10	111,09	117,25	101,04
10	110,20	72,54	73,63	106,93	111,76	111,99	110,54
11	109,55	75,00	71,21	117,85	114,36	110,87	115,48
12	114,68	76,17	66,45	109,53	113,5	110,92	127,50
13	111,40	77,65	67,22	110,48	101,67	107,06	113,45
14	112,82	71,41	73,00	111,30	108,77	111,41	108,82
15	120,27	71,26	76,83	113,40	111,97	104,33	109,66
16	113,79	73,92	72,88	111,46	119,11	105,03	115,02
17	114,32	72,48	70,49	108,37	103,26	111,05	104,95
18	92,73	77,23	68,92	109,81	101,65	105,55	99,92
19	83,54	77,65	69,39	98,50	90,34	91,41	88,20
20	82,19	72,88	70,18	79,56	83,41	82,54	82,63
21	70,71	72,69	71,01	69,79	76,92	76,00	79,59
22	70,00	70,00	71,88	70,07	74,38	73,89	71,92
23	67,07	64,10	62,04	61,34	65,07	61,43	65,44
24	63,22	65,95	37,64	61,87	60,69	65,52	66,54
D.Máx kW	120,27	77,65	77,03	117,85	119,11	117,25	127,50
Hora D.Máx	15h00	13h00	9h00	11h00	16h00	9h00	12h00
D.Prom kW	84,12	66,05	59,69	81,09	82,78	83,52	83,19

D.Max Prom	108,09	kW
D. Prom. Total	77,20	kW
Factor de Carga prom	0,71	D.promedio tot/ D.Máx prom

**Tabla 20.** Cuadro de cargas diarias del Edificio Argentum

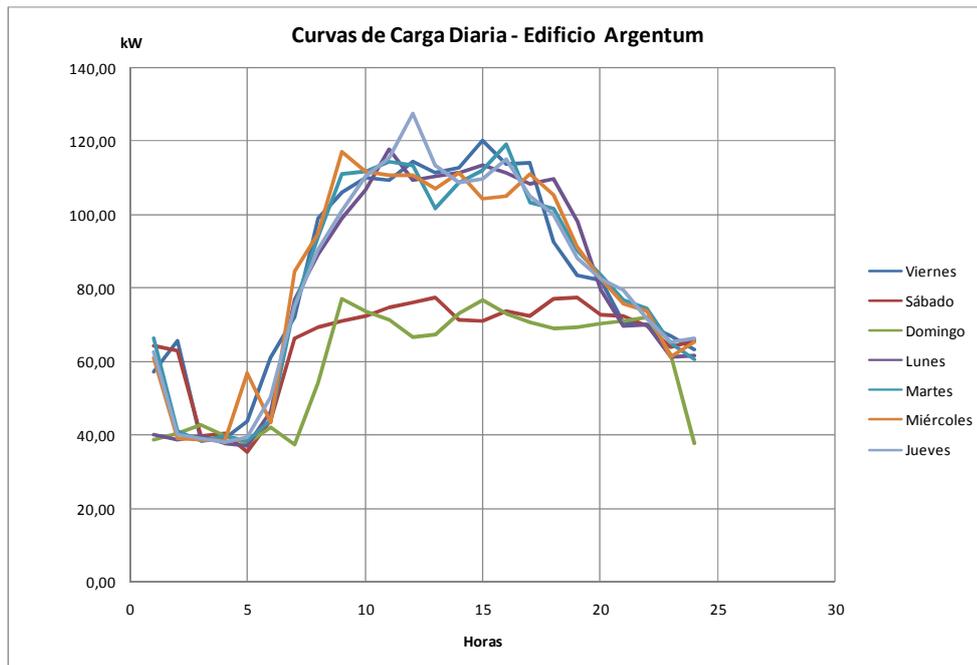


Figura 16. Curvas de Carga diaria del Edificio Argentum

### 3.4.4 Compilación de Mediciones del Edif. Fortune Plaza

Parámetro	Valor
Fabricante	MI RLI
Tipo de instrum.	MI 2092 (1 W ver: 5.40)
Número serie	16C10329
Nota usu.	
Conexión	4 hilos
Sub Pl pot.	1
Señales seleccion.	53
Tiempo in c. prog.	MANUAL
Tiempo fin prog.	MANUAL
Tpo. in c. real	17.06.2014, 11.24.00
Tpo. fin real	07.07.2014, 10.17.11
Frec. ond. (Hz)	60
U nominal (V)	230.0
Per. int. poal. (s)	500
Cond. reg. anom.	Anomalías raras, (L: 10, O: 6, H: 10)
Registro	Periódic. (est. anc. per)
Periódic. #	2873
Anomalías #	3
nt. energ. #	0

	I 1	I 2	I 3	Total
U1	U2	U3		
I1	I2	I3		
IndJ+	IndJ2	IndJ3		
thd1	thd2	thd3		
dPf1	dPf2	dPf3	Frcq	
U12	U23	U13	Unul	
S11	S21	S31	S1	
S1-	S2-	S3-	S1-	
P1+	P2+	P3+	P1+	
P1-	P2-	P3-	P1-	
Pf1c+	Pf2c+	Pf3c+	Pf1c+	
Pf1+	Pf2+	Pf3+	Pf1+	
Pf1c-	Pf2c-	Pf3c-	Pf1c-	
I1+	I2+	I3+	I1+	
Q1c+	Q2c+	Q3c+	Q1c+	
Q1+	Q2+	Q3+	Q1+	
Q1c-	Q2c-	Q3c-	Q1c-	
Q1-	Q2-	Q3-	Q1-	

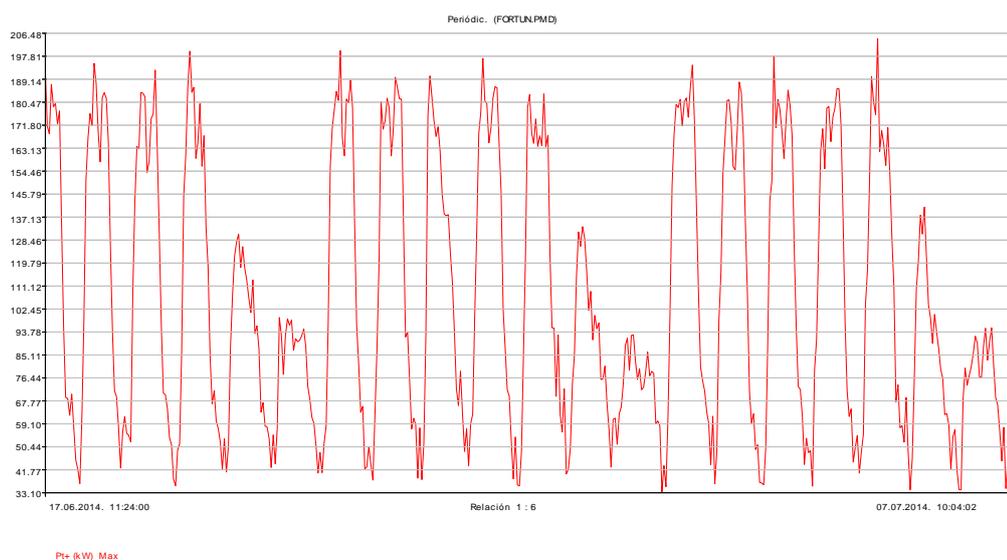
Figura 17. Configuración de parámetros para el registro de datos del edificio Fortune Plaza

Para la edificación Fortune Plaza, el equipo analizador ha registrado y almacenado en su memoria interna 2.873 registros de señales tomadas cada 10 minutos durante el periodo entre el 17 de junio y 7 de julio de 2014 tal como lo

evidencia la captura de la pantalla de datos generales de parametrización en la Figura 17. El detalle de los 2.873 registros en su totalidad se los puede observar en la sección de Anexos de este trabajo. Sin embargo para mostrar el valor de las potencias máximas y mínimas se ha tomado los datos mostrados en la tabla 21 y el comportamiento de la demanda total del periodo se ve en la figura 18.

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1	17.06.2014	11:24:00	108,30	121,01	157,75	20,168
221	19.06.2014	0:04:02	30,75	33,4	54,2	5,567
551	21.06.2014	7:04:02	33,80	44,78	88,03	7,463
575	21.06.2014	11:04:02	65,62	74,42	107,74	12,404
605	21.06.2014	16:04:02	51,06	57,45	83,17	9,575
623	21.06.2014	19:04:02	50,30	55,67	81,46	9,279
641	21.06.2014	22:04:02	37,51	40,4	44,49	6,734
683	22.06.2014	5:04:02	27,47	30,64	42,41	5,107
839	23.06.2014	7:04:02	40,20	55,64	97,12	9,273
1000	24.06.2014	9:54:02	102,37	120,15	169,71	20,026
1157	25.06.2014	12:04:02	110,71	123,6	167,51	20,6
1301	26.06.2014	12:04:02	112,51	125,02	164,87	20,836
1467	27.06.2014	15:44:02	106,94	119,78	164,07	19,963
1692	29.06.2014	5:14:02	25,68	28,38	31,97	4,729
1919	30.06.2014	19:04:02	95,28	110,83	147,87	18,471
2080	01.07.2014	21:54:02	40,00	42,87	63,12	7,145
2376	03.07.2014	23:14:02	36,45	39,84	44,65	6,64
2456	04.07.2014	12:34:02	109,66	123,89	204,43	20,648
2771	06.07.2014	17:04:02	41,04	50,97	88,02	8,495
2873	07.07.2014	10:04:02	103,72	115,55	184,11	19,258

**Tabla 21.** Datos de los 2.873 registros tomados por el equipo analizador E. Fortune



**Figura 18.** Gráfico de la curva de demanda del Edificio Fortune Plaza

La tabla N° 22 mostrada abajo indica las cargas diarias por cada hora en el edificio Fortune Plaza durante las 24 horas del día por una semana completa, datos con los cuales se determina las curvas de carga en la gráfica de la figura 19.

Día hora	Sab 28-jun-14	Dom 29-jun-14	Lun 30-jun-14	Mart 1-jul-14	Mier 2-jul-14	Juev 3-jul-14	Vier 4-jul-14
1	36,26	42,3	34,61	42,37	35,7	35,26	35,62
2	37,26	33,53	33,55	59,23	51,18	36,56	40,23
3	39,79	32,74	33,43	39,05	34,12	40,66	35,16
4	34,94	32,77	34,17	48,95	33,42	34,17	40,54
5	35,4	32,21	35,38	33,95	33,74	35,04	34,29
6	34,25	61,15	34,22	45,57	34,32	35,18	34,62
7	74,11	65,51	84,75	97,98	74,73	91,08	71,13
8	80,9	69,55	107,41	104,37	143,32	127,13	114,31
9	103,26	81,74	146,95	146,77	133,72	153,09	131,36
10	118,26	74,28	167,49	164,66	149,21	156,32	180,77
11	124,97	75,22	150,94	165,66	168,23	152,72	180,64
12	119,21	88,69	181,46	164,49	164,85	178,17	164,91
13	104,76	83,54	164,24	167,38	153,51	163,79	204,43
14	100,49	73,45	146,81	154,03	148	165,57	137,62
15	83,74	62,74	182,04	154,98	153,55	154,18	166
16	91,89	64,33	172,48	146,25	173,35	165,86	164,57
17	76,41	63,01	172,45	181,99	177,87	184,1	155,47
18	80,54	72,94	176,26	174,93	162,99	171,28	153,18
19	80,41	78,48	147,87	158,99	139,1	141,19	135,57
20	77,63	77,91	116,44	118,66	100,13	106,59	96,24
21	60,52	67,14	71,89	71,04	68,27	71,38	71,52
22	71,46	48,65	68,02	71,54	72,95	61,96	67,41
23	66,27	43,25	68,3	42,3	51,46	43,88	58,6
24	44,08	43,27	58,37	62,89	46,84	60,75	56,26
D.Máx kW	124,97	88,69	182,04	181,99	177,87	184,1	204,43
Hora D.Máx	11h00	12h00	15h00	17h00	17h00	17h00	13h00
D.Prom kW	74,03	61,18	107,90	109,08	104,36	106,91	105,44

D.Max Prom	163,44	kW
D. Prom. Total	95,56	kW
Factor de Carga prom	0,58	D.promedio tot/ D.Máx prom

**Tabla 22.** Cuadro de cargas diarias del Edificio Fortune Plaza

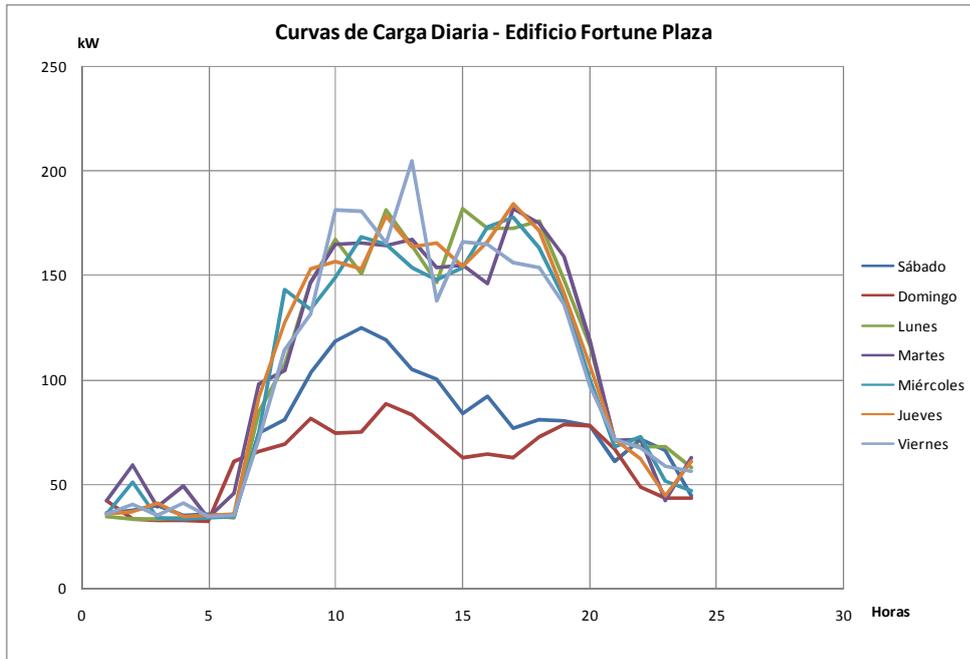


Figura 19. Curvas de Carga diaria del Edificio Fortune Plaza

### 3.4.5 Compilación de Mediciones del Edif. República

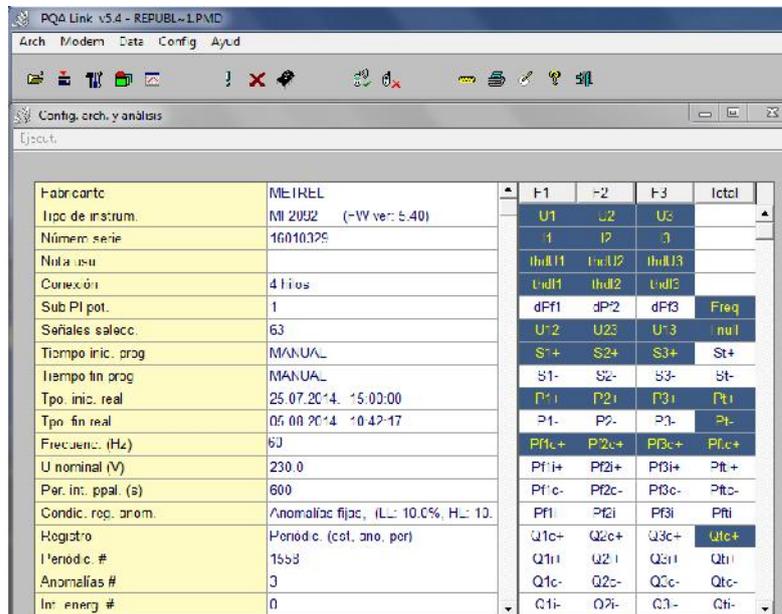


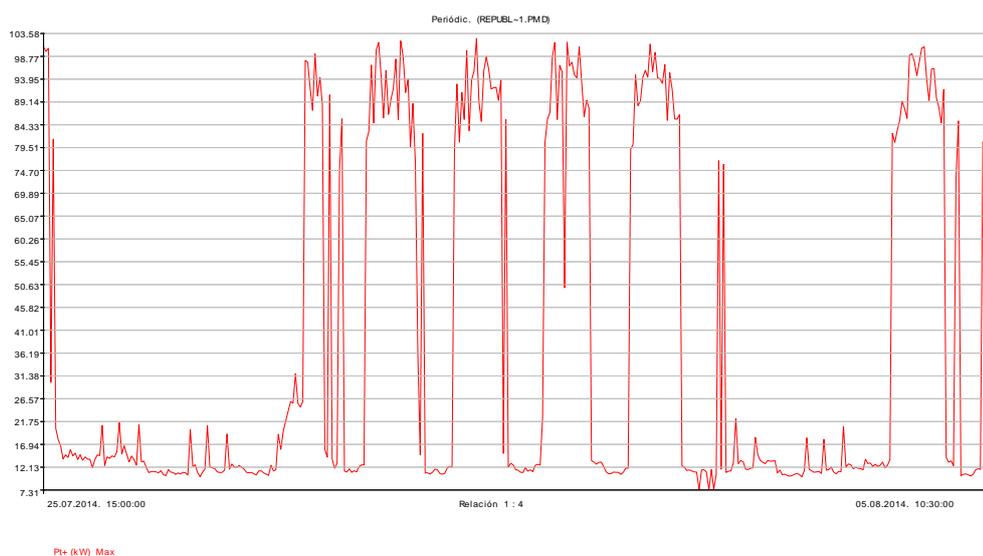
Figura 20. Configuración de parámetros para el registro de datos del edificio República

Para la edificación Torre República, el equipo analizador ha registrado y almacenado en su memoria interna 1.558 registros de señales tomadas cada 10

minutos durante el periodo comprendido entre el 25 de julio y el 5 de agosto de 2014 tal como lo demuestra la captura de la pantalla de datos generales de parametrización en la Figura 20. El detalle de los 1.558 registros en su totalidad se los puede observar en la sección de Anexos de este trabajo. Sin embargo para mostrar el valor de las potencias máximas y mínimas se ha tomado los datos mostrados en la tabla 23 y el comportamiento de la demanda total del periodo se ve en la figura 21.

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1	25.07.2014	15:00:00	17,73	23,37	91,83	3,895
54	25.07.2014	23:50:00	7,41	8,75	14,03	1,458
79	26.07.2014	4:00:00	6,11	7,78	13,77	1,296
254	27.07.2014	9:10:00	4,22	5,34	10,72	0,89
416	28.07.2014	12:10:00	17,51	19,65	24,69	3,274
573	29.07.2014	14:20:00	17,34	21,77	91,32	3,628
709	30.07.2014	13:00:00	18,96	22,06	102,56	3,677
728	30.07.2014	16:10:00	18,79	26,84	98,68	4,473
884	31.07.2014	18:10:00	14,52	18,52	93,26	3,087
907	31.07.2014	22:00:00	5,86	7,47	12,53	1,245
919	01.08.2014	0:00:00	4,95	6,09	11,62	1,015
956	01.08.2014	6:10:00	5,38	6,34	11,45	1,057
990	01.08.2014	11:50:00	15,50	20,4	94,36	3,401
1032	01.08.2014	18:50:00	12,07	15,12	86,01	2,52
1106	02.08.2014	7:10:00	4,80	6,14	9,04	1,023
1149	02.08.2014	14:20:00	5,44	6,36	9	1,061
1206	02.08.2014	23:50:00	4,33	5,06	10,65	0,844
1241	03.08.2014	5:40:00	4,13	4,54	5,89	0,757
1411	04.08.2014	10:00:00	15,98	22,04	86,34	3,674
1558	05.08.2014	10:30:00	16,67	20,75	87,79	3,459

**Tabla 23.** Datos de los 1.558 registros tomados por el equipo analizador E. República



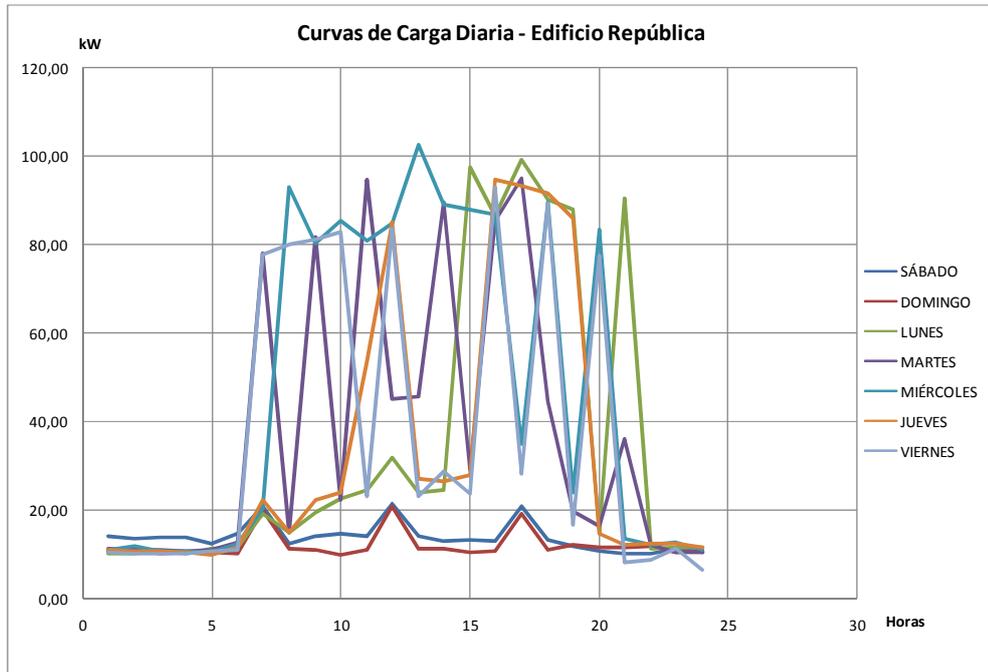
**Figura 21.** Gráfico de la curva de demanda del Edificio República

La tabla N° 24 mostrada abajo indica en detalle las cargas diarias por cada hora en el edificio República durante las 24 horas del día por una semana completa, datos con los cuales se determina las curvas de carga según la gráfica de la figura 22.

Día hora	Sáb 26-jul-14	Dom 27-jul-14	Lun 28-jul-14	Mar 29-jul-14	Mier 30-jul-14	Jue 31-jul-14	Vier 1-ago-14
1	14,09	10,49	10,03	11,19	11,04	11,04	10,5
2	13,56	11,07	10,06	10,93	11,71	10,93	10,09
3	13,83	9,95	10,62	11,03	10,62	10,92	10,25
4	13,77	10,38	10,17	10,81	10,59	10,55	10,3
5	12,49	10,18	11,14	10,98	10,38	10,02	10,63
6	14,71	10,13	11,34	12,61	12,3	11,68	11,13
7	20,90	19,97	19,07	78,06	20,19	22,54	77,95
8	12,48	11,23	14,85	14,81	92,91	15,2	80,18
9	13,98	10,93	19,38	81,71	80,31	22,47	81,33
10	14,52	9,75	22,5	22,12	85,46	24,12	82,85
11	13,98	10,88	24,46	94,58	80,75	53,76	23,13
12	21,50	20,85	31,87	45,08	84,71	85,24	83,77
13	14,17	11,08	23,74	45,69	102,56	27,25	23,28
14	12,81	11,28	24,31	89,68	89,13	26,72	28,77
15	13,13	10,38	97,52	28,9	87,88	28,12	23,63
16	12,86	10,52	86,67	85,45	86,89	94,86	93,07
17	21,05	19,12	99,27	94,97	34,98	93,31	28,22
18	13,26	10,81	90,36	44,6	89,68	91,85	89,34
19	11,93	12,15	88,1	19,69	23,98	86,18	16,71
20	10,62	11,38	14,53	16,42	83,53	14,8	77,45
21	10,15	11,51	90,63	36,05	13,37	12,31	8,3
22	10,10	11,7	11,08	12,25	12	12,53	8,89
23	11,38	10,32	11,43	10,54	12,6	12,6	11,36
24	10,39	10,72	11,57	10,42	11,03	11,62	6,54
D.Máx kW	21,5	20,85	99,27	94,97	102,56	94,86	93,07
Hora D.Máx	12h00	12h00	17h00	17h00	13h00	16h00	16h00
D.Prom kW	13,82	11,95	35,20	37,44	48,28	33,36	37,82

D.Max Prom	75,30	kW
D. Prom. Total	31,12	kW
Factor de Carga prom	0,41	D.promedio tot/ D.Máx prom

**Tabla 24. Cuadro de cargas diarias del Edificio República**



**Figura 22.** Curvas de Carga diaria del Edificio República

## CAPÍTULO IV

### IV. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Los datos obtenidos y compilados en el capítulo anterior sirven para el análisis y comparación de los resultados. Los datos de demanda eléctrica de diseño de cada edificación fueron calculados con las normativas de la EEQ revisadas al año 2006 y 2009, cuyos proyectos fueron ingresados en la Empresa Eléctrica Quito al momento del arranque de la construcción; luego con estos parámetros presentados, fueron aprobados los transformadores de distribución instalados en cada edificación. Con este antecedente, se realizó el cálculo de las demandas con los datos reales obtenidos en el estudio de campo, luego se realizaron la comparación y el análisis respectivos; y finalmente emitió las correspondientes recomendaciones.

#### 4.1 Cálculo de Parámetros y Factores con Normas Actuales

##### 4.1.1 Parámetros de diseño aprobados para el Edif. Boreal.

La demanda de diseño del edificio BOREAL se lo ha determinado conforme a la tabla N° 3 de la normativa del año 2009 de la E.E.Q. la cual contiene los valores de Demanda Máxima Coincidente en kW para los diferentes estratos residenciales. Los valores de DM Coincidente de dicha tabla son el resultado del producto de los Factores M por los Factores N explicados en los párrafos anteriores a las tablas N° 8 y 9 de de este trabajo y en la normativa en el apéndice A-11-B. [10]

**Demanda de Diseño:** Para el cálculo de la demanda de diseño de este edificio, el número de residencias son 46 y se aplica la fórmula siguiente:

$$DD = \frac{D_{max_{coin}} + D_{A/P} + D_{PT}}{FP} \quad (7)$$

Donde: la  $D_{max_{coin}}$  se obtuvo de acuerdo a las tablas de los Factores M y N de la normativa como se muestra a continuación:

Nro. de usuarios	Factor M	Estrato	Factor N	Dmaxcoin FM * FN
46	59,00	A	1,45	85,6

El valor de demanda máxima diversificada de 85.6 kW corresponde a los 46 departamentos de estrato tipo A.

Luego: el valor de la  $D_{AVP}$  demanda de alumbrado público no ha sido tomado en cuenta para el cálculo de diseño de este edificio, ya que no se requirió instalación de alumbrado público, pero de acuerdo a la normativa cuando exista la necesidad, ésta debe ser calculada “multiplicando la Demanda Máxima Coincidente por el porcentaje de pérdidas técnicas de 3.6%”. [10]

Luego: el valor de pérdidas técnicas resistivas está dado por el valor constante del 1% [10] por el valor de la demanda máxima diversificada arriba calculada de 85,6 kW.

El texto de la normativa relacionada con las pérdidas técnicas dice lo siguiente: “Para el caso de las cámaras de transformación que sirven a edificios residenciales, donde no se incluye una red secundaria, la demanda de pérdidas técnicas en el alimentador del transformador al tablero de medidores y en los contadores de energía, se considerará como el 1% de la demanda máxima coincidente. Por lo tanto, para el cálculo de la demanda de diseño en cámaras de transformación se debe emplear la ecuación 5”. [10] (En este trabajo la ecuación 5 citada en la normativa consta como la ecuación N° 7 escrita en la página anterior).

La normativa determina también que el Factor de Potencia debe ser 0.95. [10]

Reemplazando la fórmula con los valores obtenidos tenemos finalmente la Demanda de Diseño:

$$DD = \frac{85.6 + 0 + (85.6 * 1\%)}{0.95}$$

$$DD = 91 \text{ kVA}$$

**Determinación de la Potencia del Transformador:** A la Demanda de Diseño de las unidades residenciales se ha sumado 153,2 kVA que corresponden a la demanda de 176 oficinas calculados con un Factor de diversidad de 3.1 para usuarios comerciales según la normativa; [10] además se ha sumado 87.9 kVA que corresponde a la demanda para Servicios Generales del edificio.

Finalmente las hojas con los cálculos respectivos que se muestran abajo en las figuras N° 23, 24 y 25 detallan la determinación de las demandas para los departamentos, oficinas y servicios generales, y cuya demanda total calculada para toda la edificación es de 332,1 kVA. Por lo tanto con los resultados de los cálculos obtenidos en el estudio de carga y demanda, la Empresa Eléctrica Quito aprobó el montaje e instalación de un transformador tipo padmounted de 300 kVA para el edificio Boreal.





 EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A.	<b>ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA</b>				FECHA: 2011/03/02			
	NOMBRE DEL PROYECTO: <u>BOREAL</u> ACTIVIDAD TIPO: <u>EDIFICIO DEPARTAMENTOS Y OFICINAS COMERCIALES</u> LOCALIZACION: <u>AV. 12 DE OCTUBRE Y COLON, EX COLEGIO BRASIL</u> USUARIO TIPO: <u>A</u> NUMERO DE USUARIOS: <u>1</u> <b>SERVICIOS GENERALES</b>							
PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO								
REGLON	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUN	CIR	FSn	DMU
	DESCRIPCION	CANT	Pn(W)	CI(W)	%	(W)	(%)	W
1	<b>AREA COMUNAL</b>	3	4	5	6	7	8	9
1	Luces	605	100	60500	80	48400	100	48400
2	Tomas	62	100	6200	50	3100	50	1550
3	Seca manos	2	1800	3600	30	1080	25	270
4	Aire Acondicionado	1	8000	8000	50	4000	50	2000
	<b>ASENSORES</b>							
5	Asensor tipo 1	1	8000	8000	70	5600	50	2800
6	Asensor tipo 2	1	12000	12000	70	8400	50	4200
	<b>BOMBAS</b>							
7	Bomba de agua	2	10000	20000	100	20000	50	10000
8	Bomba de incendios	1	14000	14000	80	11200	35	3920
9	Bomba de aguas servidas	1	4000	4000	80	3200	50	1600
				0		0		0
TOTALES			136300			104980		74740,0
FACTOR DE POTENCIA f <input type="text" value="0,85"/> FACTOR DE DEMANDA FDM= DMU(W)/CI(W) <input type="text" value="0,55"/> DMU (kVA) <input type="text" value="87,9"/> FACTOR DE DIVERSIDAD <input type="text" value="1"/> DEMANDA CALCULADA <input type="text" value="87,9"/>								
_____ ING. ARTURO LARA P REG EEQSA:2011- I -455								
OBSERVACIONES								

**Figura 25.** Planilla de cálculo de la DMU para servicios generales del Edif. Boreal

#### 4.1.2 Parámetros de diseño aprobados para el Edif. Tizziano

La demanda de diseño del edificio Tizziano se lo ha determinado conforme a la tabla N° 3 de la normativa del año 2009 de la E.E.Q. la cual contiene los valores de Demanda Máxima Coincidente en kW para los diferentes estratos residenciales. Los valores de DM Coincidente de dicha tabla son el resultado del producto de los Factores M por los Factores N explicados en los párrafos anteriores a las tablas N° 8 y 9 de de este trabajo y en la normativa en el apéndice A-11-B. [10]

**Demanda de Diseño:** Para el cálculo de la demanda de diseño de este edificio, el número de residencias son 49 y se aplica la fórmula siguiente:

$$DD = \frac{D_{max\,coin} + D_{A/P} + D_{PT}}{FP} \quad (7)$$

E Donde: la  $D_{max\,coin}$  se obtuvo de acuerdo a las tablas de los Factores M y N de la normativa como se muestra a continuación:

Nro. de usuarios	Factor M	Estrato	Factor N	D <sub>maxcoin</sub> FM * FN
49	62,4	A	1,45	90,5

El valor de demanda máxima diversificada de 90,5 kW corresponde a los 49 departamentos de estrato tipo A. [10]

Luego: el valor de la  $D_{A/P}$  demanda de alumbrado público no ha sido tomado en cuenta para el cálculo de diseño de este edificio, ya que no se requirió instalación de alumbrado público, pero de acuerdo a la normativa cuando exista la necesidad, ésta debe ser calculada “multiplicando la Demanda Máxima Coincidente por el porcentaje de pérdidas técnicas de 3.6%”. [10]

Luego: el valor de pérdidas técnicas resistivas está dado por el valor constante del 1% [10] por el valor de la demanda máxima diversificada arriba calculada de 90,5 kW.

El texto de la normativa relacionada con las pérdidas técnicas dice lo siguiente: *“Para el caso de las cámaras de transformación que sirven a edificios residenciales, donde no se incluye una red secundaria, la demanda de pérdidas técnicas en el alimentador del transformador al tablero de medidores y en los contadores de energía, se considerará como el 1% de la demanda máxima coincidente. Por lo tanto, para el cálculo de la demanda de diseño en cámaras de transformación se debe emplear la ecuación 5”*. [10] (En este trabajo la ecuación 5 citada en la normativa consta como la ecuación N° 7 escrita en la página anterior). La normativa determina también que el Factor de Potencia debe ser 0.95. [10]

Reemplazando la fórmula con los valores obtenidos tenemos finalmente la Demanda de Diseño:

$$DD = \frac{90,5 + 0 + (90,5 * 1\%)}{0.95}$$

$$DD = 99,21 \text{ kVA}$$

**Determinación de la Potencia del Transformador:** A la Demanda de Diseño de las unidades residenciales se le ha sumado 64,1 kVA que corresponde a la demanda para Servicios Generales del edificio.

Finalmente las hojas presentadas a la E.E.Q. con los cálculos respectivos que se muestran abajo en las figuras N° 26 y 27 detallan la determinación de las demandas para los departamentos y servicios generales, y cuya demanda total calculada para toda la edificación es de 160,31 kVA. Por lo tanto con los resultados de los cálculos obtenidos en el estudio de carga y demanda, la Empresa Eléctrica Quito aprobó el montaje e instalación de un transformador tipo padmounted de 150 kVA para el edificio Tizziano.



 EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A.	<b>ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA</b>				FECHA: 2011/02/14				
	NOMBRE DEL PROYECTO: PLAZA TIZZIANO ACTIVIDAD TIPO: EDIFICIO DEPARTAMENTOS LOCALIZACION: AV. CARLOS TOBAR, ENTRE AV. ELOY ALFARO Y ANTONIO NAVARRO USUARIO TIPO: A NUMERO DE USUARIOS: 1 <b>SERVICIOS GENERALES</b>								
PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO									
REGLON	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUN	CIR	FSn	DMU	
	DESCRIPCION	CANT	Pn(W)	Cl(W)	%	(W)	(%)	W	
1	<b>AREA COMUNAL</b>	3	4	5	6	7	8	9	
1	Luces	76	100	7600	100	7600	80	6080	
2	Tomas	20	100	2000	50	1000	50	500	
3	Seca manos	4	1800	7200	30	2160	25	540	
4	Aire Acondicionado	1	8000	8000	50	4000	50	2000	
	<b>TABLERO SG-1</b>								
5	Luces	225	100	22500	50	11250	80	9000	
6	Tomas	34	100	3400	25	850	50	425	
	<b>ASENSORES Y BOMBAS</b>								
7	Bomba de agua	2	10000	20000	100	20000	100	20000	
8	Bomba de incendios	1	14000	14000	100	14000	40	5600	
9	Bomba de aguas servidas	1	4000	4000	100	4000	100	4000	
	Asensor	1	12000	12000	70	8400	75	6300	
TOTALES					100700		73260		54445,0
FACTOR DE POTENCIA $f =$ <input type="text" value="0,85"/> FACTOR DE DEMANDA $FDM = DMU(W)/C$ <input type="text" value="0,54"/> DMU (kVA) <input type="text" value="64,1"/> FACTOR DE DIVERSIDAD <input type="text" value="1"/> DEMANDA CALCULADA <input type="text" value="64,1"/>									
ING. ARTURO LARA P REG EEQSA:2011- I -455									
OBSERVACIONES									

Figura 27. Planilla de cálculo de la DMU para SSGG del Edif. Tizziano

### 4.1.3 Parámetros de diseño aprobados para el Edif. Argentum

La demanda de diseño del edificio ARGENTUM ha sido calculada a través de los datos completados en las planillas para la determinación de demandas unitarias de diseño abajo mostradas en las Figuras N° 28, 29, 30, 31 y 32 cuyos formatos fueron obtenidos del apéndice A-11-B de la parte A de la normativa de la E.E.Q. del año 2006.

**Demanda de Diseño:** Para el cálculo de la demanda de diseño de este edificio, el número de residencias son 30 y se aplicó la siguiente fórmula:

$$DD = DMUp \times N / FP \text{ (Normativa 2006) [10]}$$

Donde:

DMU Demanda Máx Unitaria en kW

FP = Factor de Potencia

DMU = Demanda Máx Unitaria en kVA

Ti % = Tasa de incremento acumulativa media anual de la demanda. [10] (2006)

$(1 + Ti / 100)^n$  = Factor de incremento por proyección de demanda

n = Número de años proyectados

N = Número de abonados

FD = Factor de diversidad

DMUp = Demanda Máx Unitaria proyectada en kVA

Reemplazando los parámetros con los datos del edificio tenemos:

N = 30 usuarios; n = 10 años; Ti = 1,5%

DMU en kW	= 3,11 kW
FP	= 0,9
DMU en kVA (3,11 x 0,9)	= 3,46 kVA
F. de proyec de dem $(1+1,5/100)^{10}$	= 1,16
DMUp (3,46 x 1,16)	= 4,01 kVA
N (usuarios)	= 30
D Máx (4,01 x 30)	= 120,31 kVA
FD [10] (2006)	= 3,1
<b>DD</b> (120,31 / 3,1)	= 38,81 kVA

De los cálculos arriba realizados, la tasa  $T_i$  % y el factor de incremento de demanda para  $n = 10$  años se obtuvo de acuerdo a la tabla de proyección de demanda de la normativa parte A año 2006 [10] donde parte de ella se muestra a continuación para mostrar los valores que fueron usados en el cálculo de la demanda de diseño:

Usuario Tipo	$T_i$ %	$(1+T_i/100)^n$	
		n=10	n=15
A	1,5	1,16	1,25
	1,6	1,17	1,27
	1,7	1,18	1,29

**Determinación de la Potencia del Transformador:** A la Demanda de Diseño de las unidades residenciales se ha sumado 122,64 kVA que corresponden a la demanda de 81 oficinas, además se ha sumado 106,92 kVA que corresponde a la demanda para Servicios Generales del edificio.

Finalmente las hojas con los cálculos respectivos que se muestran abajo en las figuras de la N° 28 a la 32 detallan la determinación de las demandas para los departamentos, oficinas y servicios generales, y cuya demanda total calculada para toda la edificación es de 268 kVA. Por lo tanto con los resultados de los cálculos obtenidos en el estudio de carga y demanda, la Empresa Eléctrica Quito aprobó el montaje e instalación de un transformador tipo padmounted de 300 kVA para el edificio Argentum.



DEPARTAMENTO TIPO 3							
RENGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			F.F.U. (%)	C.I.R. (W)	F.S.n. (%)	D.M.U. (W)
	Descripción	Cant (u)	Potencia (w)				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	PUNTO DE ALUMBRADO	9	100	60%	540,00	70%	378,00
2	APLIQUE DE LUZ	1	25	80%	20,00	80%	16,00
3	COCINA	1	3000	60%	1.800,00	50%	900,00
5	TOSTADOR	1	1000	20%	200,00	20%	40,00
6	CAFETERA	1	600	50%	300,00	70%	210,00
7	SARTÉN	1	800	50%	400,00	20%	80,00
8	CALENTADOR DE AGUA	1	2000	50%	1.000,00	20%	200,00
9	REFRIGERADOR	1	300	50%	150,00	50%	75,00
10	BATIDORA	1	150	20%	30,00	20%	6,00
11	RADIO	1	100	40%	40,00	20%	8,00
12	LAVADORA	1	400	50%	200,00	20%	40,00
13	PLANCHA	1	600	50%	300,00	20%	60,00
14	TELEVISIÓN	1	250	80%	200,00	30%	60,00
15	ASPIRADORA	1	400	50%	200,00	20%	40,00
16	SECADOR DE PELO	1	250	50%	125,00	20%	25,00
17	ENCERADORA	1	450	40%	180,00	20%	36,00
<b>Total</b>					<b>5.145,00</b>		<b>2.174,00</b>
F.P =		0,9					
DMU =		2.415,56 VA		F.M.D.=		0,42	
Ti =		1,50%					
( 1+ Ti / 100)^10 =		1,16					
DMUp =		2.802,04 VA					
N =		1					
Ddiver = N*DMUp / Fd =							
Fd =		1		<b>Corriente</b>		<b>Proteccion</b>	
Ddiver 1 =		<b>2.802,04 VA</b>		7,70		<b>9,63 A</b>	
Ddiver 1 =		2.521,84 W					

OFICINA TIPO 1							
RENGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			F.F.U. (%)	C.I.R. (W)	F.S.n. (%)	D.M.U. (W)
	Descripción	Cant (u)	Potencia (w)				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	PUNTO DE ALUMBRADO	55	100	60%	3.300,00	70%	2.310,00
2	CAFETERA	3	700	50%	1.050,00	70%	735,00
3	REFRIGERADOR	1	300	50%	150,00	50%	75,00
4	ASPIRADORA	1	400	50%	200,00	20%	40,00
5	ENCERADORA	1	450	40%	180,00	20%	36,00
6	COMPUTADOR	30	300	80%	7.200,00	80%	5.760,00
7	AIRE ACONDICIONADO	1	38000	60%	22.800,00	60%	13.680,00
<b>Total</b>					<b>31.580,00</b>		<b>22.636,00</b>
F.P =		0,9					
DMU =		25.151,11 VA		F.M.D.=		0,72	
Ti =		1,50%					
( 1+ Ti / 100)^10 =		1,16					
DMUp =		29.175,29 VA					
N =		1					
Ddiver = N*DMUp / Fd =							
Fd =		1		<b>Corriente</b>		<b>Proteccion</b>	
Ddiver 1 =		<b>29.175,29 VA</b>		80,21		<b>100,27 A</b>	
Ddiver 1 =		26.257,76 W					

Figura 29. Planilla de cálculo de la DMU para unidades habitacionales del Edif. Argentum



TIPO DE TABLERO ( 210/121 )						
TABLERO T-ASCENSORES						
Descripción	Cant (u)	Potencia (w)	F.F.U.	C.I.R.(w)	F.S.n.	D.M.U. (w)
Ascensor	1	8000	70%	5.600,00	70%	3.920,00
Ascensor	2	12000	70%	16.800,00	70%	11.760,00
<b>Total</b>				<b>22.400,00</b>		<b>15.680,00</b>
F.P = 0,9 DMU = 17.422,22 VA Ti = 1,50% ( 1+ Ti / 100)^10 = 1,16 DMUp = 20.209,78 VA N = 1 Ddiver = N*DMUp / Fd = Fd = 1 Ddiver 1 = 20.209,78 VA Ddiver 1 = 18.188,80 W F.M.D.= 0,70 55,56 69,46						
TIPO DE TABLERO ( 210/121 )						
TABLERO AREA COMUNAL						
Descripción	Cant (u)	Potencia (w)	F.F.U.	C.I.R.(w)	F.S.n.	D.M.U. (w)
LUCE	28	100	90%	2.520,00	90%	2.268,00
TOMAS	15	200	70%	2.100,00	70%	1.470,00
LAVA MANOS	2	1800	80%	2.880,00	70%	2.016,00
AIRE AC	1	8000	80%	6.400,00	70%	4.480,00
<b>Total</b>				<b>13.900,00</b>		<b>10.234,00</b>
F.P = 0,9 DMU = 11.371,11 VA Ti = 1,50% ( 1+ Ti / 100)^10 = 1,16 DMUp = 13.190,49 VA N = 1 Ddiver = N*DMUp / Fd = Fd = 1 Ddiver 1 = 13.190,49 VA Ddiver 1 = 11.871,44 W F.M.D.= 0,74 36,27 45,33						
TIPO DE TABLERO ( 210/121 )						
TABLERO SG-1 LUCES Y TOMAS						
Descripción	Cant (u)	Potencia (w)	F.F.U.	C.I.R.(w)	F.S.n.	D.M.U. (w)
LUCE	441	100	80%	35.280,00	70%	24.696,00
TOMAS	30	200	80%	4.800,00	70%	3.360,00
<b>Total</b>				<b>40.080,00</b>		<b>28.056,00</b>
F.P = 0,9 DMU = 31.173,33 VA Ti = 1,50% ( 1+ Ti / 100)^10 = 1,16 DMUp = 36.161,07 VA N = 1 Ddiver = N*DMUp / Fd = Fd = 1 Ddiver 1 = 36.161,07 VA Ddiver 1 = 32.544,96 W F.M.D.= 0,70 99,42 124,28						

Figura 31. Planilla de cálculo de la DMU para SSGG del Edif. Argentum

TIPO DE TABLERO		( 210/121 )				
TABLERO SG-2		LUCES Y TOMAS				
Descripción	Cant (u)	Potencia (w)	F.F.U.	C.I.R.(w)	F.S.n.	D.M.U. (w)
LUCE	79	100	80%	6.320,00	70%	4.424,00
TOMAS	30	200	80%	4.800,00	70%	3.360,00
<b>Total</b>				<b>11.120,00</b>		<b>7.784,00</b>
F.P =	0,9					
DMU =	8.648,89 VA			F.M.D.=	0,70	
Ti =	1,50%					
( 1+ Ti / 100)^10 =	1,16					
DMUp =	10.032,71 VA					
N =	1					
Ddiver = N*DMUp / Fd =						
Fd =	1					
Ddiver 1 =	10.032,71 VA		27,58	34,48		
Ddiver 1 =	9.029,44 W					
CALCULO DEL TRANSFORMADOR						
$\frac{556,3 \text{ KVA}}{3,1} * 0,90 + 106 \text{ KVA} = 260 \text{ KVA}$						
LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR SERÁ:						
<b>300KVA</b>						

**Figura 32.** Planilla de cálculo de la DMU para SSGG y potencia del transformador del Edif. Argentum

#### 4.1.4 Parámetros de diseño aprobados para el Edif. Fortune Plaza

La demanda de diseño del edificio Fortune Plaza ha sido calculada a través de los datos completados en las planillas para la determinación de demandas unitarias de diseño abajo mostradas en las Figuras N° 33, 34, 35 y 36 cuyos formatos fueron obtenidos del apéndice A-11-B de la parte A de la normativa de la E.E.Q. del año 2006.

**Demanda de Diseño:** Para el cálculo de la demanda de diseño de este edificio, el número de residencias son 26 y se aplicó la siguiente fórmula:

$$DD = DMUp \times N / FP \text{ (Normativa 2006) [10]}$$

Donde:

DMU Demanda Máx Unitaria en kW

FP = Factor de Potencia

DMU = Demanda Máx Unitaria en kVA

Ti % = Tasa de incremento acumulativa media anual de la demanda. [10] (2006)

$(1+ Ti / 100)^n$  = Factor de incremento por proyección de demanda

n = Número de años proyectados

N = Número de abonados

FD = Factor de diversidad

DMUp = Demanda Máx Unitaria proyectada en kVA

Reemplazando los parámetros con los datos del edificio tenemos:

N = 26 usuarios; n = 10 años; Ti = 1,5%

DMU en kW = 5,66 kW

FP = 0.9

DMU en kVA (3,11 x 0,9) = 6,28 kVA

F. de proyec de dem  $(1+1,5/100)^{10}$  = 1,16

DMUp (3,46 x 1,16) = 7,3 kVA

N (usuarios) = 26

D Máx (4,01 x 30) = 189,63 kVA

FD [10] (2006) = 3,1

**DD** (120,31 / 3,1) = 61,17 kVA

De los cálculos arriba realizados, la tasa Ti % y el factor de incremento de demanda para n = 10 años se obtuvo de acuerdo a la tabla de proyección de demanda de la normativa parte A año 2006 [10] donde parte de ella se muestra a continuación para mostrar los valores que fueron usados en el cálculo de la demanda de diseño:

Usuario Tipo	Ti %	$(1+Ti/100)^n$	
		n=10	n=15
A	1,5	1,16	1,25
	1,6	1,17	1,27
	1,7	1,18	1,29

**Determinación de la Potencia del Transformador:** A la Demanda de Diseño de las unidades residenciales se ha sumado 301,22 kVA que corresponden a la





TIPO DE TABLERO ( 210/121 )						
TABLERO T-BOMBAS						
Descripción	Cant (u)	Potencia (w)	F.F.U.	C.I.R.(w)	F.S.n.	D.M.U. (w)
Bomba de agua	1	10000	90%	9.000,00	70%	6.300,00
Bomba de incendios	1	14000	80%	11.200,00	60%	6.720,00
Bomba de aguas servidas	1	4000	80%	3.200,00	60%	1.920,00
<b>Total</b>						
				<b>23.400,00</b>		<b>14.940,00</b>
F.P =	0,9					
DMU =	16.600,00 VA			F.M.D.=	0,64	
Ti =	1,50%					
( 1+ Ti / 100)^10 =	1,16					
DMUp =	19.256,00 VA					
N =	1					
Ddiver = N*DMUp / Fd =						
Fd =	1					
Ddiver 1 =	19.256,00 VA		52,94	66,18		
Ddiver 1 =	17.330,40 W					
TIPO DE TABLERO ( 210/121 )						
TABLERO T-ASCENSORES						
Descripción	Cant (u)	Potencia (w)	F.F.U.	C.I.R.(w)	F.S.n.	D.M.U. (w)
Ascensor	3	12000	70%	25.200,00	70%	17.640,00
<b>Total</b>						
				<b>25.200,00</b>		<b>17.640,00</b>
F.P =	0,9					
DMU =	19.600,00 VA			F.M.D.=	0,70	
Ti =	1,50%					
( 1+ Ti / 100)^10 =	1,16					
DMUp =	22.736,00 VA					
N =	1					
Ddiver = N*DMUp / Fd =						
Fd =	1					
Ddiver 1 =	22.736,00 VA		62,51	78,14		
Ddiver 1 =	20.462,40 W					
TIPO DE TABLERO ( 210/121 )						
TABLERO AREA COMUNAL						
Descripción	Cant (u)	Potencia (w)	F.F.U.	C.I.R.(w)	F.S.n.	D.M.U. (w)
LUCE	37	100	90%	3.330,00	90%	2.997,00
TOMAS	15	200	70%	2.100,00	70%	1.470,00
LAVA MANOS	1	1800	80%	1.440,00	70%	1.008,00
AIRE AC	1	8000	80%	6.400,00	70%	4.480,00
<b>Total</b>						
				<b>13.270,00</b>		<b>9.955,00</b>
F.P =	0,9					
DMU =	11.061,11 VA			F.M.D.=	0,75	
Ti =	1,50%					
( 1+ Ti / 100)^10 =	1,16					
DMUp =	12.830,89 VA					
N =	1					
Ddiver = N*DMUp / Fd =						
Fd =	1					
Ddiver 1 =	12.830,89 VA		35,28	44,10		
Ddiver 1 =	11.547,80 W					

Figura 35. Planilla de cálculo de la DMU para SSGG del Edif. Fortune

TIPO DE TABLERO		( 210/121 )				
TABLERO SG-1		LUCES Y TOMAS				
Descripción	Cant (u)	Potencia (w)	F.F.U.	C.I.R.(w)	F.S.n.	D.M.U. (w)
LUCE	473	100	80%	37.840,00	70%	26.488,00
TOMAS	69	200	80%	11.040,00	70%	7.728,00
<b>Total</b>				<b>48.880,00</b>		<b>34.216,00</b>
F.P =	0,9					
DMU =	38.017,78 VA			F.M.D.=	0,70	
Ti =	1,50%					
( 1+ Ti / 100)^10 =	1,16					
DMUp =	44.100,62 VA					
N =	1					
Ddiver = N*DMUp / Fd =						
Fd =	1					
Ddiver 1 =	44.100,62 VA		121,25	151,56		
Ddiver 1 =	39.690,56 W					
CALCULO DEL TRNSFORMADOR						
$\frac{1.123.554}{3,1} \times 0,90 + 98.924 = 425.117$ <p style="text-align: center;"><b>450KVA</b></p>						

Figura 36. Planilla de cálculo de la DMU para SSGG y potencia del transformador del Edif. Fortune

#### 4.1.5 Parámetros de diseño aprobados para el Edif. República

La demanda de diseño del edificio República ha sido calculada con los datos completados en los formatos de la E.E.Q para la determinación de demandas unitarias de diseño, abajo mostradas en las Figuras N° 37 y 38 cuyos formatos fueron obtenidos del apéndice A-11-B de la parte A de la normativa de la E.E.Q. del año 2006.[10] Este edificio no posee unidades de vivienda residencial, pero se escogió como parte de este trabajo ya que su diseño de demanda ha sido calculado como si fuera del tipo residencial. Los resultados del análisis de este edificio serán comparados al final con los resultados de todas las demás edificaciones para determinar si la demanda de diseño de un edificio residencial y sus factores de diversidad de las normativas repercuten con su aplicación en una demanda de diseño.

**Demanda de Diseño:** Para el cálculo de la demanda de diseño de este edificio, el número de oficinas son 38 y se aplicó la siguiente fórmula:

$$DD = DMUp \times N / FP \text{ (Normativa 2006) [10]}$$

Donde:

DMU Demanda Máx Unitaria en kW

FP = Factor de Potencia

DMU = Demanda Máx Unitaria en kVA

Ti % = Tasa de incremento acumulativa media anual de la demanda. [10] (2006)

$(1 + Ti / 100)^n$  = Factor de incremento por proyección de demanda

n = Número de años proyectados

N = Número de abonados

FD = Factor de diversidad

DMUp = Demanda Máx Unitaria proyectada en kVA

Reemplazando los parámetros con los datos del edificio tenemos:

N = 26 usuarios; n = 10 años; Ti = 1,5%

DMU en kW	= 3,6 kW
FP	= 0,9
DMU en kVA (3,11 x 0,9)	= 4,0 kVA
F. de proyec de dem $(1 + 1,5/100)^{10}$	= 1,16
DMUp (3,46 x 1,16)	= 4,65 kVA
N (usuarios)	= 38
D Máx (4,01 x 30)	= 176,54 kVA
FD [10] (2006)	= 3,1
<b>DD</b> (120,31 / 3,1)	= 56,95 kVA

De los cálculos arriba realizados, la tasa Ti % y el factor de incremento de demanda para n = 10 años se obtuvo de acuerdo a la tabla de proyección de demanda de la normativa parte A año 2006 [10] donde parte de ella se muestra a

continuación para mostrar los valores que fueron usados en el cálculo de la demanda de diseño:

Usuario Tipo	Ti %	$(1+Ti/100)^n$	
		n=10	n=15
A	1,5	1,16	1,25
	1,6	1,17	1,27
	1,7	1,18	1,29

**Determinación de la Potencia del Transformador:** A la Demanda de Diseño de las oficinas se ha sumado 46,67 kVA que corresponde a la demanda para Servicios Generales del edificio.

Finalmente las hojas con los cálculos respectivos que se muestran abajo en las figuras de la N° 37 y 38 detallan la determinación de las demandas para las oficinas y servicios generales, y cuya demanda total calculada para toda la edificación es de 103,62 kVA. Por lo tanto con los resultados de los cálculos obtenidos en el estudio de carga y demanda, la Empresa Eléctrica Quito aprobó el montaje e instalación de un transformador tipo padmounted de 125 kVA para el edificio República.

PARÁMETROS DE DISEÑO							
PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDA UNITARIA DE DISEÑO							
NOMBRE DEL PROYECTO: EDIF. REPUBLICA							
N- DEL PROYECTO							
LOCALIZACIÓN							
USUARIO							
UNIDAD TIPO 1							
38							
RENGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			F.F.U. (%)	C.I.R. (W)	F.S.n. (%)	D.M.U. (W)
	Descripción	Cant (u)	Potencia (w)				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	PUNTO DE ALUMBRADO	8	100	100%	800,00	60%	480,00
2	CAFETERA	1	800	70%	560,00	100%	560,00
3	REFRIGERADOR	1	300	50%	150,00	100%	150,00
4	ASPIRADORA	1	400	60%	240,00	10%	24,00
5	ENCERADORA	1	450	70%	315,00	10%	31,50
6	COMPUTADOR	4	300	100%	1.200,00	100%	1.200,00
7	AIRE ACONDICIONADO	1	4000	65%	2.600,00	60%	1.560,00
<b>Total</b>					<b>5.065,00</b>		<b>4.005,50</b>
<p>F.P = 0,9  DMU = 4.450,56 VA  Ti = 1,50%  ( 1+ Ti / 100)*10 = 1,16  DMUp = 5.162,64 VA  N = 1  Ddiver = N*DMUp / Fd =  Fd = 1  Ddiver 1 = 5.163 VA  Ddiver 1 = 4.646,38 W</p>							
<p><b>CALCULO DEL TRNSFORMADOR</b></p> $\frac{196.180}{3,1} \times 0,90 + 46.667 = 103.622$ <p style="text-align: center;"><b>125kVA</b></p>							

Figura 37. Planilla de cálculo de la DMU para unidades ocupacionales y potencia del transformador del Edif. República

NOMBRE DEL PROYECTO EDIF. REPUBLICA								
ACTIVIDAD TIPO:		EDIFICIO						
LOCALIZACION:		AV. REPÚBLICA						
USUARIO TIPO:		A						
NUMERO DE USUARIOS		1 <b>SERVICIOS GENERALES</b>						
PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO								
RENGLON	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUN	CIR	FSn	DMU
	DESCRIPCION	CANT	Pn(W)	CI(W)	%	(W)	(%)	W
1	<b>AREA COMUNAL</b>	3	4	5	6	7	8	9
1	Luces	65	100	6500	100	6500	80	5200
2	Tomas	20	100	2000	50	1000	50	500
3	Seca manos	2	1800	3600	30	1080	25	270
4	Aire Acondicionado	1	8000	8000	50	4000	50	2000
	<b>TABLERO SG-1</b>							
5	Luces	124	100	12400	50	6200	80	4960
6	Tomas	28	100	2800	25	700	50	350
	<b>ASENSORES Y BOMBAS</b>							
7	Bomba de agua	1	10000	10000	100	10000	100	10000
8	Bomba de incendios	1	14000	14000	100	14000	40	5600
9	Bomba de aguas servidas	1	4000	4000	100	4000	100	4000
	Asensor	1	14000	14000	70	9800	75	7350
TOTALES				77300		57280		40230,0
<p>F.P = 0,9</p> <p>DMU = 44.700,00 VA</p> <p>Ti = 1,50%</p> <p>( 1+ Ti / 100)*10 = 1,16</p> <p>DMUp = 51.852,00 VA</p> <p>N = 1</p> <p>Ddiver = N*DMUp ,</p> <p>Fd = 1</p> <p>Ddiver 1 = 51.852</p> <p>Ddiver 1 = 46.666,80 W</p>								
OBSERVACIONES								

**Figura 38.** Planilla de cálculo de la DMU para SSGG del Edif. República

## 4.2 Cálculo de Parámetros y Factores con los Resultados de Campo

### 4.2.1 Cálculo DD y FD con resultados de campo del edificio Boreal

La tabla 25 abajo muestra la relación entre la demanda de diseño al inicio del proyecto y la demanda real obtenida de las mediciones de campo; el significado de cada columna se las describe como sigue:

La columna 1 describe el tipo de sector de demanda del edificio, es decir sector de departamentos, sector de oficinas y sector de servicios generales.

La columna 2 indica los valores de demanda de diseño de cada sector en kVA.

La columna 3 indica los valores de demanda de diseño de cada sector en kW.

La columna 4 indica el porcentaje de demanda de cada sector con relación a la demanda total de diseño.

La columna 5 indica los valores de demanda estimada de cada sector en kW

La columna 6 indica los valores de demanda estimada de cada sector en kVA

La proporcionalidad de las demandas estimadas de las columnas 5 y 6 están en relación con las demandas de diseño, asumiendo en su misma proporción para efectos de obtener los factores de diversidad con los resultados de las mediciones reales.

RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA DE DISEÑO Y DEMANDA REAL OBTENIDA DE LOS REGISTROS DEL ANALIZADOR DE ENERGÍA EDIFICACIÓN 1 EDIFICIO BOREAL					
1	2	3	4	5	6
TIPO DE DEMANDA	DEM. DISEÑO [kVA]	DEM. DISEÑO [kW]	Porcentaj de Demanda	DEM. REAL DE ESTUDIO [kW]	DEM. REAL DE ESTUDIO [kVA]
<b>DEMANDA MÁX. DEL ESTUDIO</b>				<b>194,74</b>	
D. DISEÑO DPTOS (46) FP 0.85	90,14	85,63	0,294709	57,39	60,41
DEM. DISEÑO OFICINAS FP 0.95	153,20	130,22	0,448157	87,27	102,68
DEM. DISEÑO SS.GG. FP 0.95	87,90	74,72	0,257134	50,07	58,91
<b>Total DEM DISEÑO Y REAL</b>	<b>331,24</b>	<b>290,57</b>	<b>1</b>	<b>194,74</b>	<b>222,00</b>

Tabla 25. DD al inicio del proyecto y demandas obtenidas de la investigación Edif. Boreal

La tabla 26 muestra el Factor M según la normativa para 46 departamentos y el Factor M calculado para el mismo número de unidades residenciales.

La Demanda Máx Diversificada de Diseño explicada en el punto 4.1 anterior es calculada del producto del Factor M por el Factor N obtenidos de la normativa. Por lo tanto el nuevo Factor M calculado se obtiene del cociente entre la demanda residencial medida y el Factor N de la normativa.

<b>Factor M según normativa para 46 usuarios</b>		
DMD	Factor M	Factor N
85,6	<b>59,00</b>	1,45
<b>Factor M calculado para 46 usuarios</b>		
DMD	Factor M	Factor N
57,39	<b>39,57</b>	1,45

**Tabla 26.** Estimación del Factor M para 46 usuarios con datos obtenidos del Edif. Boreal

### **Cálculo de la Demanda de Diseño con el nuevo Factor M**

$$DD = (DMD + D_{AP} + D_{PT}) / FP$$

$$DD = (DMD + 0 + 1\% DMD) / 0,95$$

$$DD = (57,3 + 0 + 0,57) / 0,95$$

$$DD = 60,9 \text{ (kVA)}$$

#### **4.2.2 Cálculo DD y FD con resultados de campo del edificio Tizziano**

La tabla 27 abajo muestra la relación entre la demanda de diseño al inicio del proyecto y la demanda real obtenida de las mediciones de campo; el significado de cada columna se las describe como sigue:

La columna 1 describe el tipo de sector de demanda del edificio, es decir sector de departamentos, sector de oficinas y sector de servicios generales.

La columna 2 indica los valores de demanda de diseño de cada sector en kVA.

La columna 3 indica los valores de demanda de diseño de cada sector en kW.

La columna 4 indica el porcentaje de demanda de cada sector con relación a la demanda total de diseño.

La columna 5 indica los valores de demanda medida de cada sector en kW

La columna 6 indica los valores de demanda medida de cada sector en kVA.

La proporcionalidad de las demandas estimadas de las columnas 5 y 6 están en relación con las demandas de diseño, asumiendo en su misma proporción para efectos de obtener los factores de diversidad con los resultados de las mediciones reales.

RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA DE DISEÑO Y DEMANDA REAL OBTENIDA DE LOS REGISTROS DEL ANALIZADOR DE ENERGÍA EDIFICACIÓN 2 EDIFICIO TIZZIANO					
1	2	3	4	5	6
TIPO DE DEMANDA	DD [kVA]	DD [kW]	Porcentaj de Demanda	DEM. REAL DE ESTUDIO [kW]	DEM. REAL DE ESTUDIO [kVA]
DEMANDA MÁX. DEL ESTUDIO				76,05	
D. DISEÑO DPTOS (49) FP 0.95	96,21	90,40	0,626520	47,65	50,15
DEM. DISEÑO OFICINAS	0,00	0,00	0,000000	0,00	0,00
DEM. DISEÑO SS.GG. FP 0.85	64,10	54,49	0,373480	28,40	33,42
<b>Total DEM DISEÑO Y REAL</b>	<b>160,31</b>	<b>145,88</b>	<b>1</b>	<b>76,05</b>	<b>83,57</b>

**Tabla 27.** DD al inicio del proyecto y demandas obtenidas de la investigación Edif. Tizziano

La tabla 28 muestra el Factor M según la normativa para 49 departamentos y el Factor M calculado para el mismo número de unidades residenciales.

La Demanda Máx Diversificada de Diseño explicada en el punto 4.1 anterior es calculada del producto del Factor M por el Factor N obtenidos de la normativa. Por lo tanto el nuevo Factor M calculado se obtiene del cociente entre la demanda residencial medida y el Factor N de la normativa.

Factor M según normativa para 49 usuarios		
DMD	Factor M	Factor N
90,5	<b>62,40</b>	1,45
Factor M calculado para 49 usuarios		
DMD	Factor M	Factor N
47,65	<b>32,86</b>	1,45

**Tabla 28.** Estimación del Factor M para 49 usuarios con datos obtenidos del Edif. Tizziano

### **Cálculo de la DD con Valores obtenidos en el Estudio:**

#### **1) DD para unidades habitacionales (49)**

Demanda Coincidente = Demanda Máxima Diversificada

$$DMD = (\text{Factor M} * \text{Factor N}) \text{ kW}$$

$$DD = (DMD + D_{AP} + D_{PT}) / FP$$

$$DD = (DMD + 0 + 1\%DMD) / FP$$

$$DD = (47,65 + 0 + 0,476) / 0,95$$

$$\mathbf{DD = 50,6 \text{ (kVA)}}$$

#### **4.2.3 Cálculo DD y FD con resultados de campo del edificio Argentum**

La tabla 29 abajo muestra la relación entre la demanda de diseño al inicio del proyecto y la demanda real obtenida de las mediciones de campo; el significado de cada columna se las describe como sigue:

La columna 1 describe el tipo de sector de demanda del edificio, es decir sector de departamentos, sector de oficinas y sector de servicios generales.

La columna 2 indica los valores de demanda de diseño de cada sector en kVA.

La columna 3 indica los valores de demanda de diseño de cada sector en kW.

La columna 4 indica el porcentaje de demanda de cada sector con relación a la demanda total de diseño.

La columna 5 indica los valores de demanda medida de cada sector en kW

La columna 6 indica los valores de demanda medida de cada sector en kVA

La proporcionalidad de las demandas estimadas de las columnas 5 y 6 están en relación con las demandas de diseño, asumiendo en su misma proporción para efectos de obtener los factores de diversidad con los resultados de las mediciones reales.

RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA DE DISEÑO Y DEMANDA REAL OBTENIDA DE LOS REGISTROS DEL ANALIZADOR DE ENERGÍA EDIFICACIÓN 3 EDIFICIO ARGENTUM					
1	2	3	4	5	6
TIPO DE DEMANDA	DD [kVA]	DD [kW]	Porcentaje de Demanda	DEM. REAL DE ESTUDIO [kW]	DEM. REAL DE ESTUDIO [kVA] FP=0,90
DEMANDA MÁX. DEL ESTUDIO				<b>127,5</b>	
DEM. DISEÑO DPTOS (30)	38,81	34,93	0,144587	18,43	20,48
DEM. DISEÑO OFICINAS (81)	122,64	110,38	0,456896	58,25	64,73
DEM. DISEÑO SS.GG. (1)	106,92	96,27	0,398517	50,81	56,46
<b>Total DEM DISEÑO Y REAL</b>	<b>268,37</b>	<b>241,58</b>	<b>1</b>	<b>127,5</b>	<b>141,67</b>

**Tabla 29.** DD al inicio del proyecto y demandas obtenidas de la investigación Edif. Argentum

La tabla 30 muestra el Factor de Diversidad según la normativa para 30 departamentos. La Demanda Máx Diversificada y Demanda de Diseño explicada en el punto 4.1.3 anterior es la misma que se presenta en la tabla de abajo.

Descripción	DD al inicio de la Edificación	DD con los datos obtenidos por el analizador
DMU (kW)	3,11	0,71
FP	0,90	0,90
DMU (kVA)	3,46	0,78
Ti =	1,50%	1,50%
$(1 + Ti / 100)^{10} =$	1,16	1,16
DMUp =	4,01	0,91
N =	1	1
<b>FD</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Ddiver = N*DMUp / Fd =	4,01	0,91
D.Divver (VA)	4,01	0,91
D.Divver (kW)	3,61	0,82
<b>D.D.U. (kVA)</b>	<b>4,01</b>	<b>0,91</b>
N =	30	30
F.D. =	<b>3,1</b>	<b>1,33</b>
<b>D.D. (kVA) =</b>	<b>38,81</b>	<b>20,48</b>

**Tabla 30.** DD y FD estimado para 30 departamentos Edif. Argentum

La normativa actual de la E.E.Q. en su parte A, actualizada al 2014 ya no posee este tipo de cálculo para determinar la Demanda Máx diversificada ni la Demanda de Diseño. Esta edificación tiene como base los parámetros de la normativa caducada del año 2006.

Como se explica en los 2 edificios anteriores, el cálculo de estas demandas se los realiza con los factores M y N. Por lo tanto, el Factor de Diversidad calculado en este edificio no se lo relaciona con los resultados de los edificios Boreal y Tizziano.

#### **4.2.4 Cálculo DD y FD con resultados de campo del edificio Fortune**

La tabla 31 abajo muestra la relación entre la demanda de diseño al inicio del proyecto y la demanda real obtenida de las mediciones de campo; el significado de cada columna se las describe como sigue:

La columna 1 describe el tipo de sector de demanda del edificio, es decir sector de departamentos, sector de oficinas y sector de servicios generales.

La columna 2 indica los valores de demanda de diseño de cada sector en kVA.

La columna 3 indica los valores de demanda de diseño de cada sector en kW.

La columna 4 indica el porcentaje de demanda de cada sector con relación a la demanda total de diseño.

La columna 5 indica los valores de demanda medida de cada sector en kW

La columna 6 indica los valores de demanda medida de cada sector en kVA

La proporcionalidad de las demandas estimadas de las columnas 5 y 6 están en relación con las demandas de diseño, asumiendo en su misma proporción para efectos de obtener los factores de diversidad con los resultados de las mediciones reales.

RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA DE DISEÑO Y DEMANDA REAL OBTENIDA DE LOS REGISTROS DEL ANALIZADOR DE ENERGÍA EDIFICACIÓN 4 EDIFICIO FORTUNE PLAZA					
TIPO DE DEMANDA	DD [kVA]	DD [kW]	Porcentaj de Demanda	DEM. REAL DE ESTUDIO [kW]	DEM. REAL DE ESTUDIO [kVA] FP=0,90
DEMANDA MÁX. DEL ESTUDIO				204,43	
DEM. DISEÑO DPTOS (26)	61,17	55,05	0,132600	27,11	30,12
DEM. DISEÑO OFICINAS (149)	301,22	271,10	0,652962	133,49	148,32
DEM. DISEÑO SS.GG. (1)	98,92	89,03	0,214438	43,84	48,71
<b>Total DEM DISEÑO Y REAL</b>	<b>461,31</b>	<b>415,18</b>	<b>1</b>	<b>204,43</b>	<b>227,14</b>

**Tabla 31.** DD al inicio del proyecto y demandas obtenidas de la investigación Edif. Fortune

La tabla 32 muestra el Factor de Diversidad según la normativa para 26 departamentos. La Demanda Máx Diversificada y Demanda de Diseño explicada en el punto 4.1.4 anterior es la misma que se presenta en la tabla de abajo.

Descripción	DD al inicio de la Edificación	DD con los datos obtenidos por el analizador
DMU (kW)	5,66	1,24
FP	0,90	0,90
DMU (kVA)	6,28	1,38
Ti =	1,50%	1,50%
( 1+ Ti / 100)^10 =	1,16	1,16
DMUp =	7,29	1,60
N =	1	1
<b>FD</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Ddiver = N*DMUp / Fd =	7,29	1,24
D.Divver (VA)	7,29	1,24
D.Divver (kW)	6,56	1,12
<b>D.D.U. (kVA)</b>	<b>7,3</b>	<b>1,24</b>
N =	26	26
F.D. =	<b>3,1</b>	<b>1,07</b>
<b>D.D. (kVA) =</b>	61,17	30,12

**Tabla 32.** DD y FD estimado para 26 departamentos Edif. Fortune Plaza

La normativa actual de la E.E.Q. en su parte A, actualizada al 2014 ya no posee este tipo de cálculo para determinar la Demanda Máx diversificada ni la Demanda de Diseño. Esta edificación tiene como base los parámetros de la normativa caducada del año 2006.

Como se explica en los 2 edificios anteriores, el cálculo de estas demandas se los realiza con los factores M y N. Por lo tanto, el Factor de Diversidad calculado en este edificio no se lo relaciona con los resultados de los edificios Boreal y Tizziano.

#### **4.2.5 Cálculo DD y FD con resultados de campo del edificio República**

La tabla 33 abajo muestra la relación entre la demanda de diseño al inicio del proyecto y la demanda real obtenida de las mediciones de campo; el significado de cada columna se las describe como sigue:

La columna 1 describe el tipo de sector de demanda del edificio, es decir sector de departamentos, sector de oficinas y sector de servicios generales.

La columna 2 indica los valores de demanda de diseño de cada sector en kVA.

La columna 3 indica los valores de demanda de diseño de cada sector en kW.

La columna 4 indica el porcentaje de demanda de cada sector con relación a la demanda total de diseño.

La columna 5 indica los valores de demanda medida de cada sector en kW

La columna 6 indica los valores de demanda medida de cada sector en kVA

La proporcionalidad de las demandas estimadas de las columnas 5 y 6 están en relación con las demandas de diseño, asumiendo en su misma proporción para efectos de obtener los factores de diversidad con los resultados de las mediciones reales.

RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA DE DISEÑO Y DEMANDA REAL OBTENIDA DE LOS REGISTROS DEL ANALIZADOR DE ENERGÍA EDIFICACIÓN 5 EDIFICIO REPÚBLICA					
1	2	3	4	5	6
TIPO DE DEMANDA	DD [kVA]	DD [kW]	Porcentaje de Demanda	DEM. REAL DE ESTUDIO [kW]	DEM. REAL DE ESTUDIO [kVA] FP=0,90
DEMANDA MÁX. DEL ESTUDIO				<b>102,56</b>	
DEM. DISEÑO DPTOS	-	-	-	-	-
DEM. DISEÑO OFICINAS (38)	56,95	51,26	0,523411	53,68	59,65
DEM. DISEÑO SS.GG. (1)	46,67	46,67	0,476589	48,88	54,31
<b>Total DEM DISEÑO Y REAL</b>	<b>103,62</b>	<b>97,93</b>	<b>1</b>	<b>102,56</b>	<b>113,96</b>

**Tabla 33.** DD al inicio del proyecto y demandas obtenidas de la investigación Edif. República

La tabla 34 muestra el Factor de Diversidad según la normativa para 38 oficinas. La Demanda Máx Diversificada y Demanda de Diseño explicada en el punto 4.1.5 anterior es la misma que se presenta en la tabla de abajo.

Como se señaló anteriormente, este edificio no posee unidades de vivienda residencial, pero se escogió como parte de este trabajo porque su diseño de demanda ha sido calculado como si fuera del tipo residencial. Pero además, los resultados del análisis de este edificio serán comparados al final con los resultados de los demás edificios, y determinar si los factores de diversidad de la normativa repercuten en una demanda de diseño.

Descripción	DD al inicio de la Edificación	DD con los datos obtenidos por el analizador
DMU (kW)	3,60	1,48
FP	0,90	0,90
DMU (kVA)	4,00	1,65
Ti =	1,50%	1,50%
$(1 + Ti / 100)^{10} =$	1,16	1,16
DMUp =	4,65	1,91
N =	1	1
<b>FD</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
$D_{diver} = N * DMUp / Fd =$	4,65	1,91
D.Divver (VA)	4,65	1,91
D.Divver (kW)	4,18	1,72
<b>D.D.U. (kVA)</b>	<b>4,6</b>	<b>1,91</b>

N =	38	38
F.D. =	3,1	1,22
D.D. (kVA) =	56,95	59,66

**Tabla 34.** DD y FD estimado para 38 oficinas Edif. República

La normativa actual de la E.E.Q. en su parte A, actualizada al 2014 ya no posee este tipo de cálculo para determinar la Demanda Máx diversificada ni la Demanda de Diseño. Esta edificación tiene como base los parámetros de la normativa caducada del año 2006.

### 4.3 Análisis y Comparación de los Resultados

La tabla N° 35 abajo, muestra las diferencias entre las demandas reales de las mediciones en cada edificio y las demandas de diseño calculadas al inicio de la ejecución de cada proyecto. En la fila 1 se muestra las demandas de diseño de cada edificio, la fila 2 muestra la demanda real medida. La fila 3 muestra el porcentaje de la demanda real con respecto a la demanda de diseño. La fila 4 muestra la demanda no utilizada en kVA con respecto a la demanda de diseño. Y la fila 5 muestra el porcentaje de la capacidad no utilizada con respecto a la demanda de diseño.

	Demanda de Diseño y Real	Edificación 1	Edificación 2	Edificación 3	Edificación 4	Edificación 5
		E-Boreal	E-Tizziano	E-Argentum	E-Fortune	E-República
1	Demanda de Diseño kVA	331,24	160,31	268,37	461,31	103,62
2	Demanda Real kVA	222,00	83,57	141,67	227,14	113,96
3	% D. Real vs D. Diseño	67,02%	52,13%	52,79%	49,24%	109,98%
4	Capacidad no utilizada kVA	109,24	76,74	126,70	234,17	-10,34
5	Δ Capacidad no utilizada	32,98%	47,87%	47,21%	50,76%	-9,98%

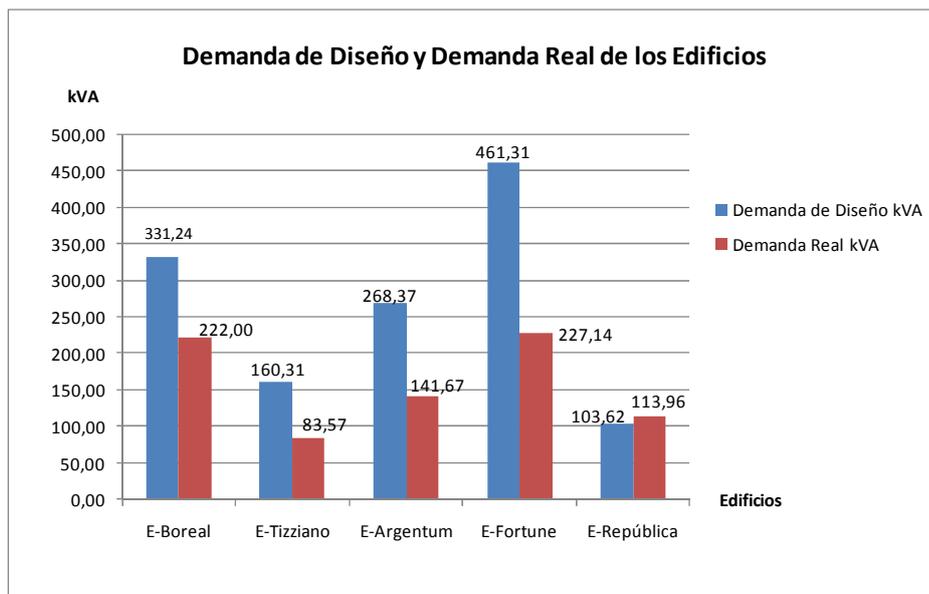
**Tabla 35.** Comparación de resultados entre las demandas de diseño y real

Los edificios Boreal y Tizziano en su demanda de diseño no tienen ningún factor de proyección de demanda futura, ya que no existe ningún factor o valor de proyección de demanda ni en la normativa del año 2009 ni en la del año 2014; mientras que los edificios Argentum, Fortune Plaza y República si tienen el factor

de demanda proyectada ya que sus diseños fueron realizados con la normativa del año 2006 donde si existe este tipo de factor. (Ver los puntos 4.1.3; 4.1.4 y 4.1.5 de éste capítulo)

Se observó que todos los edificios No tienen en su demanda de diseño el valor de Demanda por cocinas de inducción, y es lógico que no la tengan ya que este tipo de demanda ha sido agregada recién en la parte A de la normativa de la E.E.Q. en febrero de 2014.

La figura 39 abajo relaciona los valores de demanda de diseño al inicio de cada proyecto de edificación con los valores de demanda real obtenidos en el estudio en cada edificio.

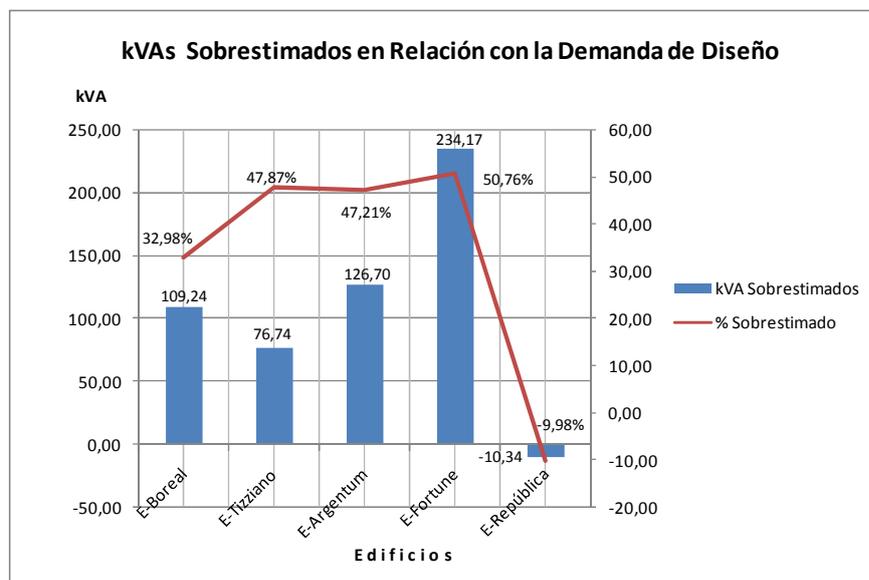


**Figura 39.** Valores en kVA de la demanda de diseño y la real

En la edificación 1 “Boreal” la demanda de diseño presentada a la E.E. Quito fue de 331 kVA permitiendo la instalación de un transformador de 300 kVA, sin embargo la demanda máxima real es de 194 kW medida en el estudio y que corresponde a 222 kVA, donde existe una diferencia de 109 kVA calculada en exceso que representa un 33% entre lo real y lo diseñado. Igual síntoma se nota en la edificación 2 “Tizziano” cuya demanda de diseño fue de 160 kVA y la instalación de un transformador de 150 kVA, pero según los datos registrados por

el analizador de red, la edificación registra una demanda máxima de 76 kW que corresponde a 84 kVA reales; existe entonces una diferencia de 76 kVA calculada en exceso y que representa un 48% entre la demanda de diseño y la real obtenida.

La figura N° 40 muestra el valor de demanda no consumida y su porcentaje que constituyen la diferencia entre los kVA calculados en las demandas de diseño y las demandas reales registradas en las edificaciones.



**Figura 40.** Valor y % sobrestimado de Demanda de Diseño

El edificio Argentum presenta un similar comportamiento en los kVA calculados con un 47% de diferencia con respecto a la demanda de diseño. La demanda presentada en la E.E.Quito fue de 268 kVA y se autorizó la instalación de un transformador de 300 kVA. La demanda máxima real fue de 127.5 kW que corresponden a 142 kVA dando como resultado una sobrestimación de diseño de 126 kVA.

El Edificio Fortune Plaza mostró una demanda de diseño de 461 kVA presentada a la E.E.Q. la cual autorizó la instalación de un transformador de 450 kVA pero su demanda máxima fue 204 kW que corresponde a 227 kVA, lo cual muestra una diferencia de diseño en exceso de 234 kVA que representa un 51%.

Finalmente el edificio República resultó ser la excepción comparada con los 4 edificios anteriores, ya que existe poca diferencia entre la demanda de diseño y la demanda máxima real. El valor de diseño al inicio del proyecto fue de 103 kVA mientras que las mediciones mientras que la demanda real fue de 102,5 kW correspondientes a 114 kVA. Existe una diferencia de demanda en negativo de 11 kVA que representa un porcentaje de -10%. Sin embargo si se compara la demanda real de 114 kVA con la capacidad nominal del transformador instalado de 125 kVA, existe un remanente de demanda del 9% para ser utilizada.

El 9% de diferencia entre la potencia nominal del transformador y la demanda real del edificio República, es relativamente menor en comparación con los 4 edificios anteriores. El edificio República posee solamente oficinas más no unidades de vivienda; lo cual demuestra que el sobredimensionamiento de demanda entre las de diseño y las reales en los edificios que si tienen unidades residenciales, son causa de la aplicación factores de factores de diversidad residencial de la normativa.

#### 4.4 Parámetros y Factores Recomendados

La tabla N° 36 muestra las demandas de diseño, demandas reales, factores de diversidad según normativas y factores de diversidad estimados para cada edificio; el cuadro muestra los valores de las demandas y factores de diversidad. Para el caso de estudio de este trabajo los valores considerados fueron del área de departamentos residenciales. Las demandas de diseño del edificio Boreal y Tizziao fueron calculadas con la normativa del año 2009; mientras que el edificio Argentum, Fortune Plaza y República fueron calculadas con las normativas del año 2006.

Factores de Demanda	Nº	Edific 1	Nº	Edific 2	Nº	Edific 3	Nº	Edific 4	Nº	Edific 5
DEPARTAMENTOS	Uni	Boreal	Uni	Tizziao	Uni	Argen	Unid	Fortun	Unid	Repúbli
Demanda de Diseño en Departamentos	46	90,14	49	96,21	30	38,81	26	61,17	-	-
Demanda Real en Departamentos	46	60,41	49	50,15	30	20,48	26	30,12	-	-

Factor M o F. de coincidencia según Normativa	46	59	49	62,40	30	3,10	26	3,10	-	-
Factor M o F. de Diversidad Calculado	46	39,85	49	32,86	30	1,33	26	1,07	-	-

**Tabla 36.** Factores de Demanda de diseño, y Estimados

### Factores M Reales Edificio Boreal

La tabla N° 37 muestra los factores M estimados; para el edificio Boreal el factor M de la normativa para 46 usuarios es 59,00 [10] (tabla N° 8 de este trabajo), mientras que el factor M estimado mediante el cálculo realizado en la tabla N° 26 es de 39,57. Con estos datos conocidos se obtiene un factor de relación  $Fr$  de 0,67 calculado del cociente entre el factor M calculado y el de la normativa. Luego mediante la aplicación de este factor multiplicando por cada número de usuarios de la tabla del factor M de la normativa, se obtiene los factores M estimados mostrados en la tabla N° 37.

Donde:

Factor  $M_1 = 59,00$  (46 usuarios – normativa)

Factor  $M_2 = 39,57$  (46 usuarios – estimado)

Factor de relación  $Fr = FM_2 / FM_1$

$Fr = 0,67$

Factor M calculado Edif. Boreal							
Nº Usu	Factor M calculado	Nº Usu	Factor M calculado	Nº Usu	Factor M calculado	Nº Usu	F. M calculado
1	1,00	18	17,84	32	28,91	46	39,57
5	6,36	19	18,64	33	29,71	47	40,37
6	7,24	20	19,58	34	30,45	48	41,18
7	8,12	21	20,39	35	31,25	49	41,85
8	9,05	22	21,26	36	31,99	50	42,59
9	9,93	23	22,00	37	32,80	51	43,39
10	10,80	24	22,74	38	33,53	52	44,06
11	11,67	25	23,41	39	34,37	53	44,73
12	12,54	26	24,14	40	35,08	54	45,61
13	13,48	27	24,95	41	35,81	55	46,28
14	14,35	28	26,09	42	36,55	56	47,08
15	15,22	29	26,49	43	37,16	57	47,75
16	16,10	30	27,30	44	38,03	58	48,49
17	16,97	31	28,10	45	38,83	59	49,36

**Tabla 37.** Tabla de Factor M estimado Edif. Boreal

### Factores M reales para el Edificio Tizziano

En la tabla N° 38 se muestra que para el Edificio Tizziano el factor M de la normativa para 49 usuarios es 62,40 [10] (tabla N° 8 de este trabajo), mientras que el factor M estimado mediante el cálculo realizado en la tabla N° 26 es de 32,86. Con estos datos se obtiene un factor de relación  $Fr$  de 0,5266 calculado del cociente entre el factor M calculado y el de la normativa. Luego mediante la aplicación de este factor multiplicando por cada número de usuarios de la tabla del factor M de la normativa, se obtiene los factores M estimados mostrados en la tabla N° 38.

Donde:

Factor  $M_1 = 62,40$  (49 usuarios – normativa)

Factor  $M_2 = 32,86$  (49 usuarios – estimado)

Factor de relación  $Fr = FM_2 / FM_1$

$Fr = 0,5266$

Factor M calculado Edif. Tizziano							
Nº Usu	Factor M calculado	Nº Usu	Factor M calculado	Nº Usu	Factor M calculado	Nº Usu	Factor M calculado
1	1,00	18	14,01	32	22,70	46	31,07
5	5,00	19	14,64	33	23,33	47	31,70
6	5,69	20	15,38	34	23,91	48	32,33
7	6,37	21	16,01	35	24,54	49	32,86
8	7,11	22	16,69	36	25,12	50	33,44
9	7,79	23	17,27	37	25,75	51	34,07
10	8,48	24	17,85	38	26,33	52	34,60
11	9,16	25	18,38	39	26,99	53	35,12
12	9,85	26	18,96	40	27,54	54	35,81
13	10,58	27	19,59	41	28,12	55	36,34
14	11,27	28	20,48	42	28,70	56	36,97
15	11,95	29	20,80	43	29,17	57	37,49
16	12,64	30	21,43	44	29,86	58	38,07
17	13,32	31	22,06	45	30,49	59	38,76

**Tabla 38.** Tabla de Factor M estimado Edif. Tizziano

### Curvas de Factores de Diversidad de la Normativa 2006

Las figuras N° 41 a la 45 muestran las curvas que representan los factores de diversidad según la normativa del año 2006; cuyo propósito es obtener la mejor ecuación y su mejor coeficiente de correlación R<sup>2</sup>, para ello se grafican curvas de tipo lineal, polinomial, logarítmica y exponencial.

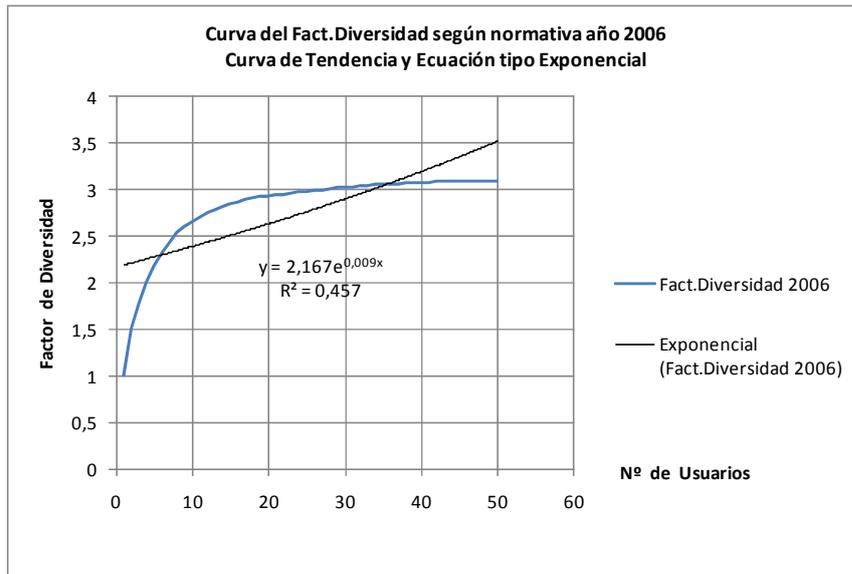


Figura 41. Curva de Fact. Diversidad, de Tendencia y Ecuación Exponencial norma año 2006

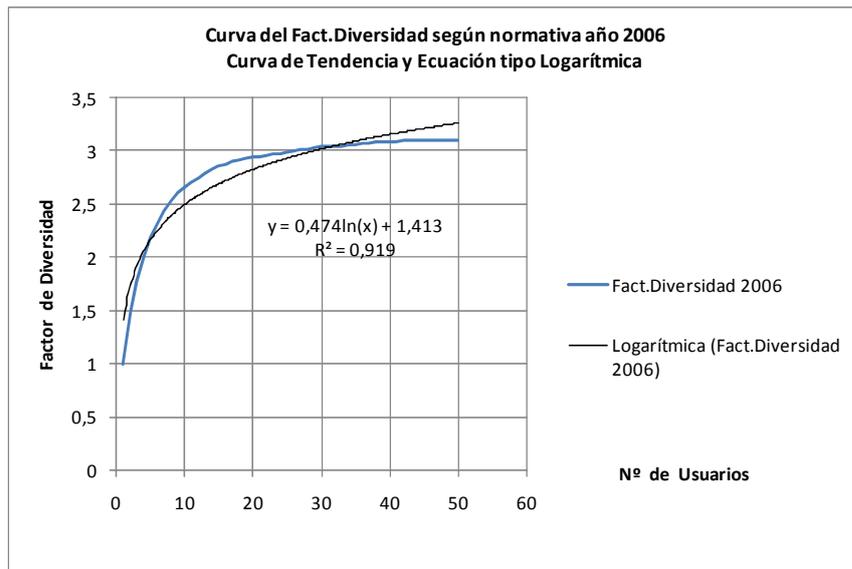
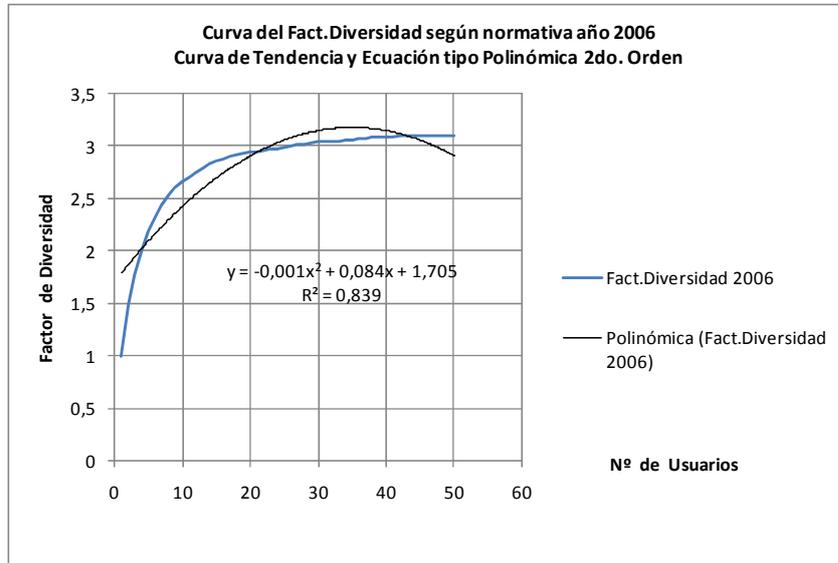
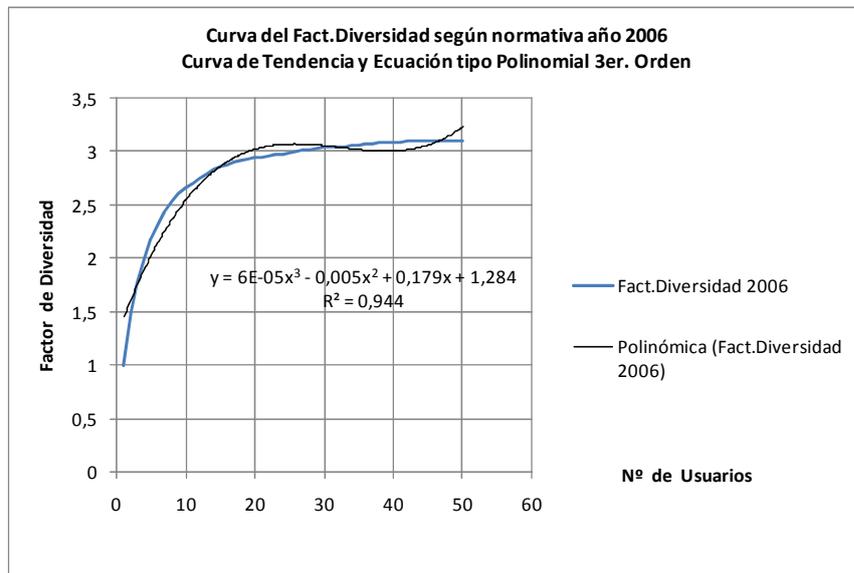


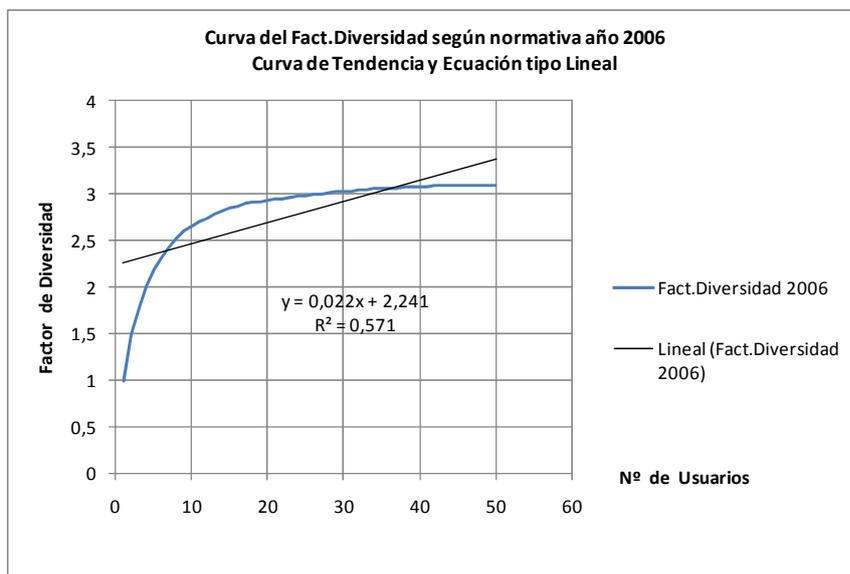
Figura 42. Curva de Fact. Diversidad, de Tendencia y Ecuación Logarítmica norma año 2006



**Figura 43.** Curva de Fact. Diversid, de Tendencia y Ecu. Polinomial 2do.Orden norma año 2006



**Figura 44.** Curva de Fact. Diversid, de Tendencia y Ecu. Polinomial 3er.Orden norma año 2006



**Figura 45.** Curva de Fact. Diversidad, de Tendencia y Ecuación Lineal norma año 2006

De las cinco gráficas presentadas arriba las ecuaciones la curva de tendencia que mejor representa a los Factores de Diversidad de la normativa año 2006 es la de tipo polinomial de 3er. orden por tener el mayor coeficiente de correlación  $R^2 = 0.944$  que es el valor que más se acerca a 1.

### Curvas de Factores M de la Normativa 2009

Las figuras N° 46 a la 50 muestran la curvas que representan los factores M de la normativa mostrada en la tabla N° 8 de este trabajo. Con el propósito de tener la mejor ecuación y su mejor coeficiente de correlación R<sup>2</sup>, se grafican curvas de tipo lineal, polinomial, logarítmica y exponencial para este propósito.

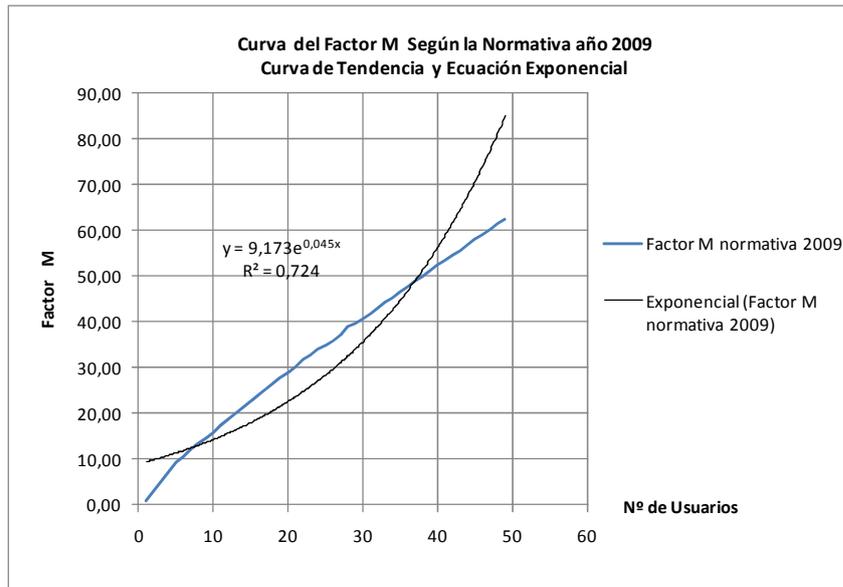


Figura 46. Curva del Factor M, de Tendencia y Ecuación Exponencial normativa año 2009

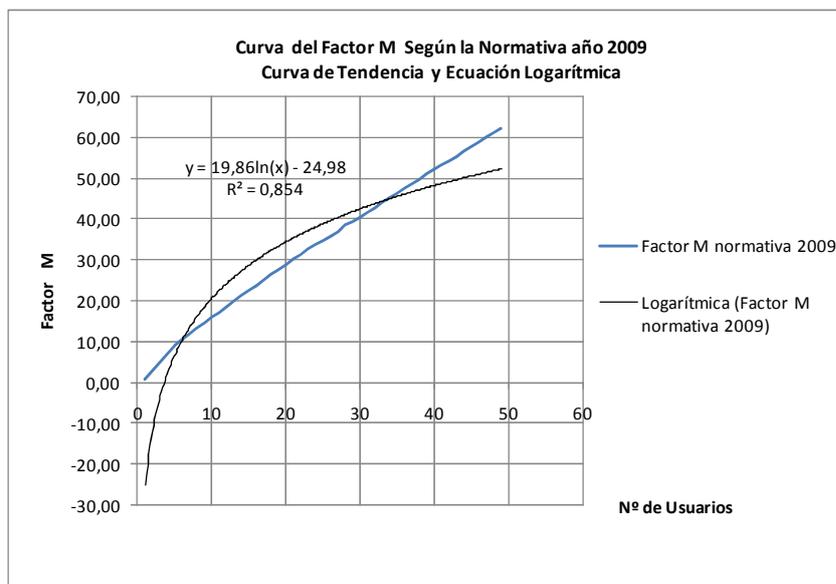
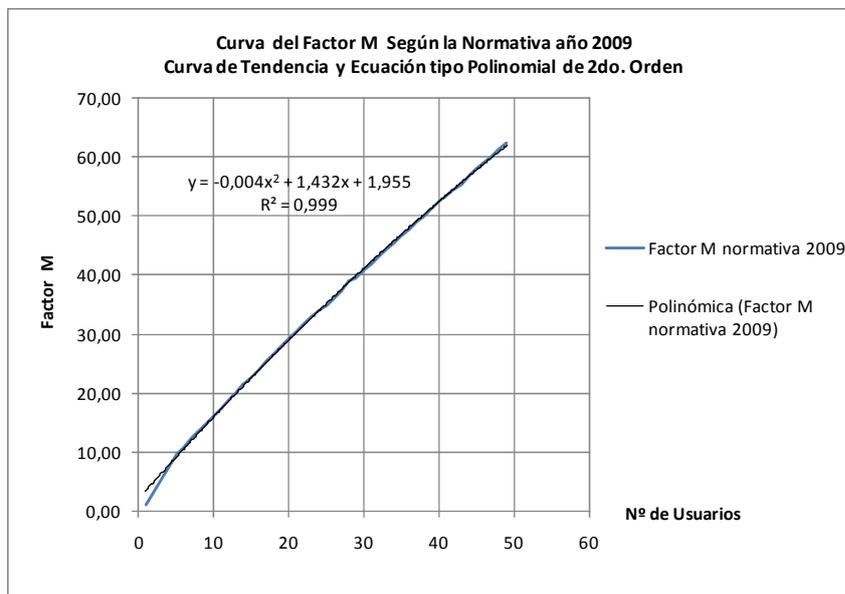
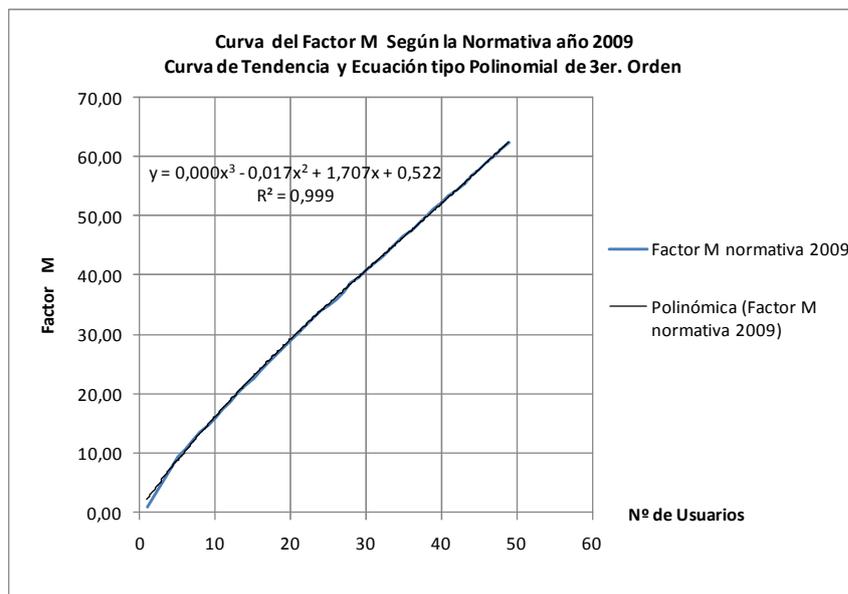


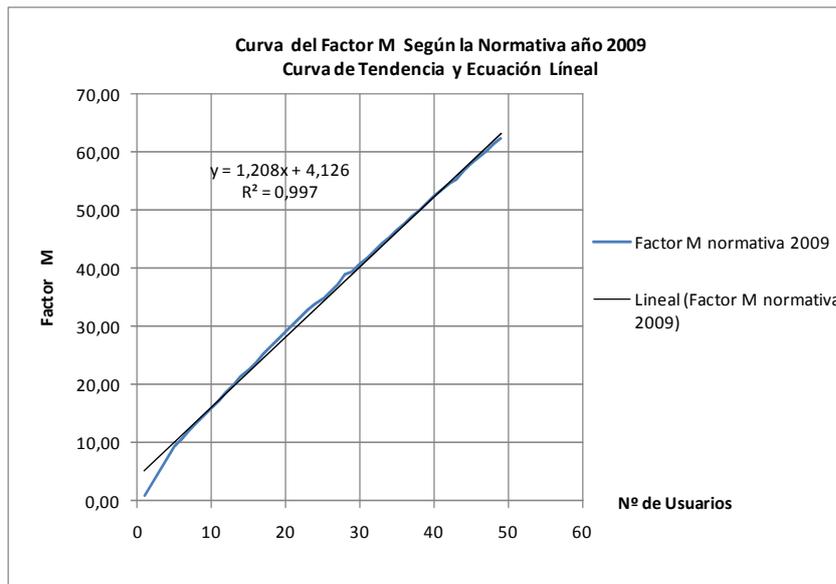
Figura 47. Curva del Factor M, de Tendencia y Ecuación Logarítmica Norma año 2009



**Figura 48.** Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Polinomial 2do.orden norma año 2009



**Figura 49.** Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Polinomial 3er. orden norma año 2009



**Figura 50.** Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Lineal norma año 2009

De las cinco gráficas presentadas arriba las ecuaciones de las curvas de tendencia que mejor representan a los Factores M de la normativa 2009 son las de tipo polinomial de 2do. y 3er. orden por tener el mayor coeficiente de correlación  $R^2 = 0.999$  que es el valor que más se acerca a 1.

### Curvas de Factores Reales obtenidos de la investigación

Las figuras N° 51 a la 55 muestran la curvas que representan los factores M reales obtenidos del promedio de los valores mostrados en las tablas N° 37 y 38 de este trabajo. Con el propósito de tener la mejor ecuación y su mejor coeficiente de correlación  $R^2$ , se grafican curvas de tipo lineal, polinomial, logarítmica y exponencial para este propósito.

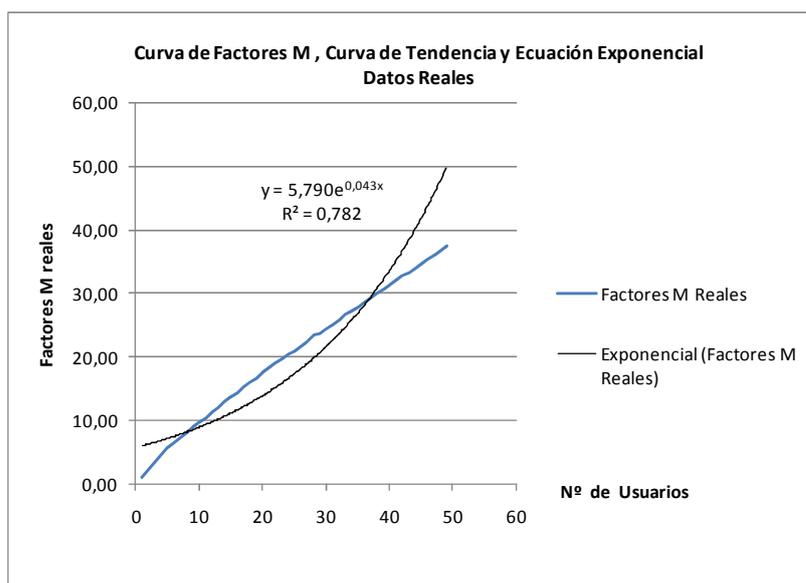


Figura 51. Curva del Factor M, de Tendencia y Ecuación Exponencial, datos reales

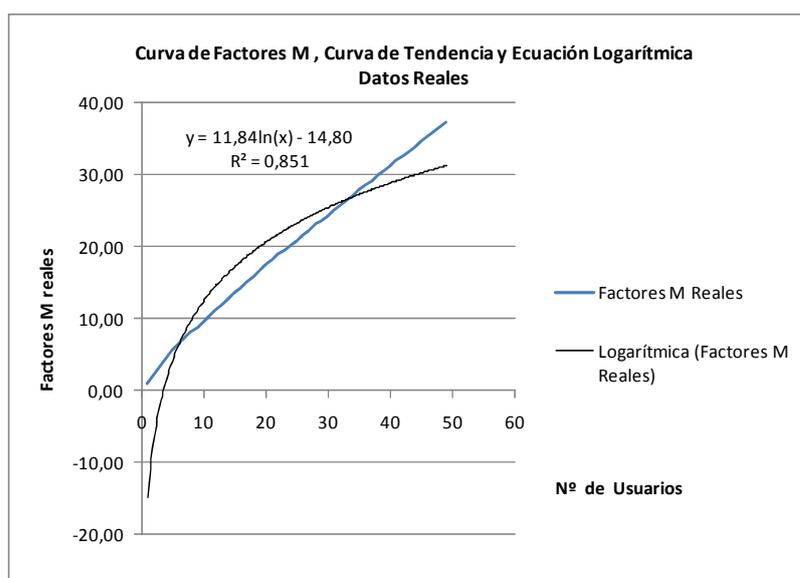
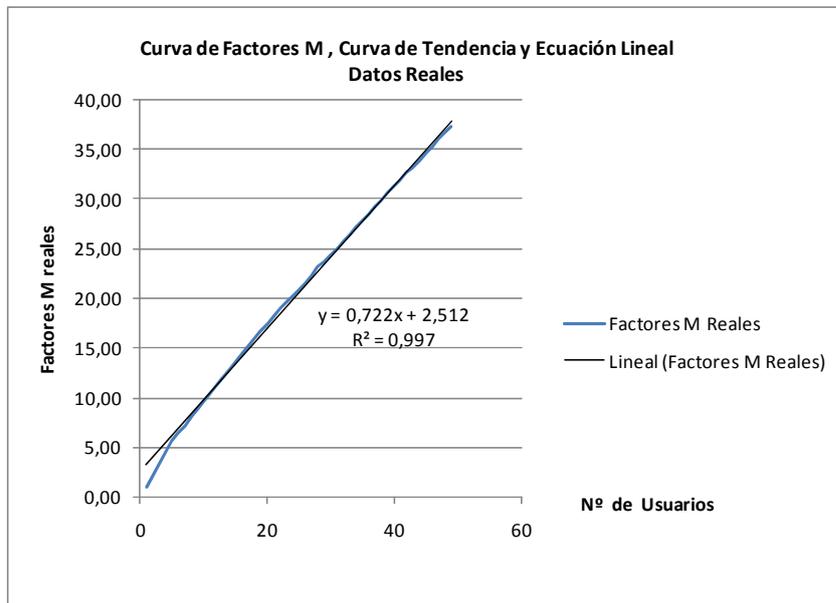
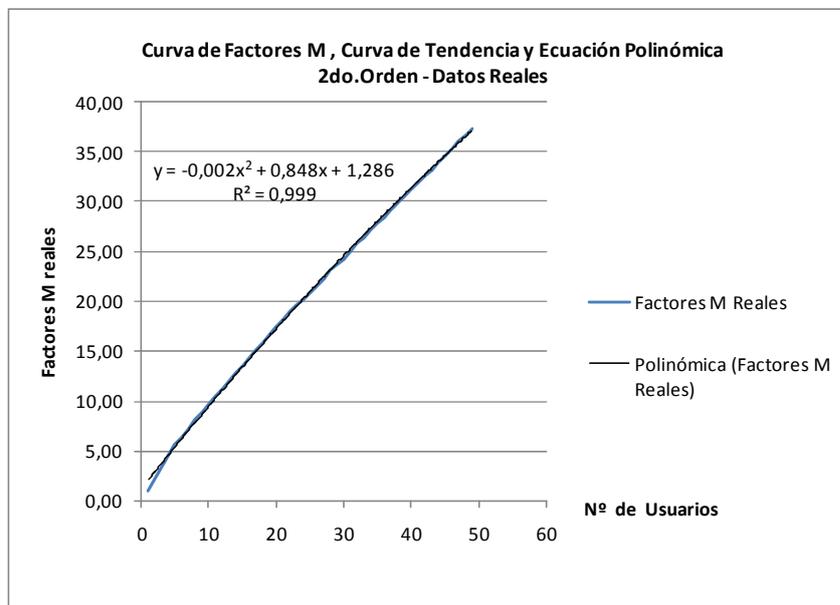


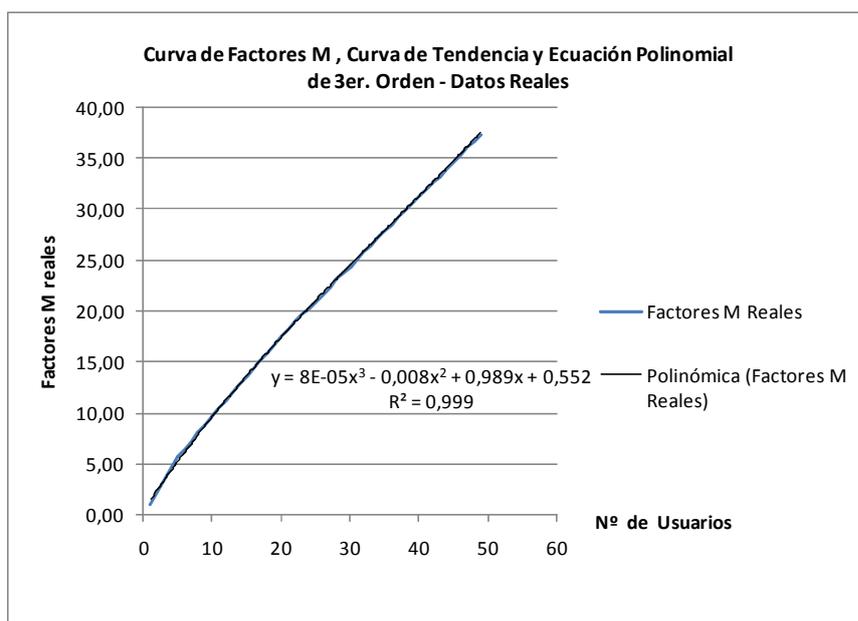
Figura 52. Curva del Factor M, de Tendencia y Ecuación Logarítmica, datos reales



**Figura 53.** Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Lineal con Datos Reales



**Figura 54.** Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Polinomial 2do.orden, Datos Reales



**Figura 55.** Curva del Factor M, de Tendencia y Ec. Polinomial 3er. orden, datos reales

De las cinco gráficas presentadas arriba las ecuaciones de las curvas de tendencia que mejor representan a los Factores M reales son las de tipo polinomial de 2do. y 3er. orden Fig. 54 y 55, por tener el mayor coeficiente de correlación  $R^2 = 0.999$  que es el valor que más se acerca a 1.

Las curvas de la normativa 2009 vienen a ser las mismas para la normativa 2014 ya que no hay variación de valores en los factores M; de las cuales, la curva que tiene el coeficiente de correlación de 0,999 es la representada por la ecuación polinomial del 2do. orden. De igual forma la curva de mejor tendencia calculada con los Factores M reales es la representada por la ecuación polinomial de 2do. orden.

Para el caso de este trabajo, con la ecuación polinomial de 2do. orden abajo escrita, obtenida con los valores reales, se puede determinar el Factor M de acuerdo al número de usuarios.

$$y = -0,002x^2 + 0,848x + 1,286 \quad (20)$$

Donde:

$y = \text{Factor M}$

$x = \text{Número de usuarios}$

A la fórmula anterior se le puede agregar el valor independiente “d” que representa el Factor N (tabla N°9 de este trabajo) del estrato A de la normativa. [10]

Con esta fórmula agregada se puede determinar la Demanda Máxima Diversificada para el número de usuarios que se desee calcular.

$$DMD_{est} = (-0,002x^2 + 0,848x + 1,286) * d \quad (21)$$

Donde:

$DMD_{est} = \text{Demanda Máxima Diversificada estimada} = \text{Factor M} * \text{Factor N}$

$y = (-0,002x^2 + 0,848x + 1,286) = \text{Ecuación para obtener el Factor M estimado.}$

$d = \text{Factor N estrato A. [10]}$

### Porcentaje de Utilización de los Transformadores

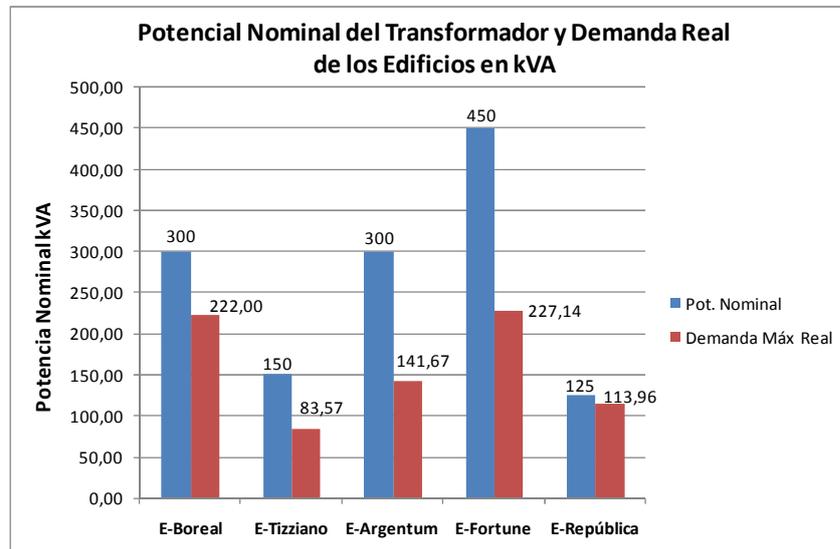
Si bien es cierto que dentro de la normativa de la E.E.Q no se habla sobre el factor de utilización, el estudio de campo demostró que los transformadores de distribución instalados en los edificios Boreal, Tizziano, Argentum y Fortune Plaza, siendo utilizados por debajo de su capacidad nominal como lo muestra la tabla N° 39 de abajo.

FACTOR DE UTILIZACIÓN DE TRANSFORMADORES	Edificación 1	Edificación 2	Edificación 3	Edificación 4	Edificación 5
Descripción	E-Boreal	E-Tizziano	E-Argentum	E-Fortune	E-República
Potencia Nominal Transformador kVA	300,00	150,00	300,00	450,00	125,00
Demanda Máxima kVA	222,00	83,57	141,67	227,14	113,96
Porcentaje de utilización	74,00%	55,71%	47,22%	50,48%	91,17%

**Tabla 39.** Factor de utilización de los transformadores

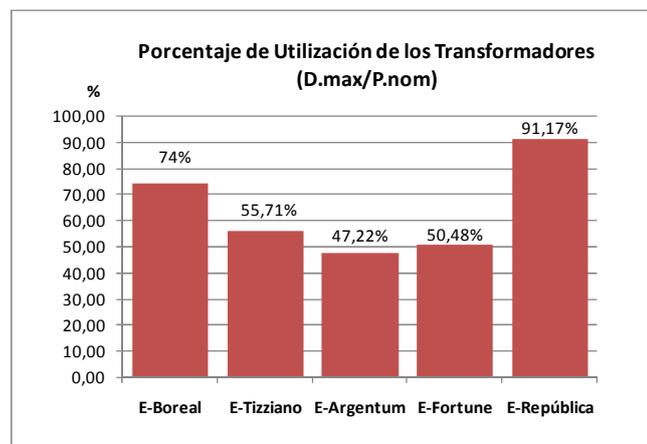
$$\text{Porcentaje de utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Potencia Nominal}} \quad (19)$$

La figura N° 56 muestra los valores de demanda máxima de cada edificio obtenida en el estudio de campo y estos a su vez están comparados con la potencia nominal en kVA de los transformadores.



**Figura 56.** Potencia Nominal de los Transformadores y Demandas Máximas de los Edificios

La Figura N° 57 presenta en porcentaje el porcentaje de Utilización de cada transformador, el edificio Tizziano, Argentum y Fortune Plaza no superan el 56% de la potencia nominal del transformador instalado, mientras que el edificio Boreal llega al 74%. Únicamente el edificio República alcanza el 91% de su potencia nominal.



**Figura 57.** Porcentaje de utilización de los Transformadores

## CONCLUSIONES

El trabajo demostró que los factores de demanda diversificada utilizados en el cálculo de las demandas de diseño no se aproximan a los factores de demanda reales, de hecho la normativa actual no ha variado desde el año 2009 en lo referente a las tablas de factores M y N.

- El edificio Boreal tiene un Factor de Coincidencia de 59 según la normativa para 46 usuarios, mientras que el real calculado está en 39.85; el edificio Tizziano tiene un factor de coincidencia según normativa de 62.4 para 49 usuarios, pero el factor real establecido es de 32.86.
- Se concluyó que los factores de coincidencia reales representan entre el 50 y 60% de los factores de la normativa.

El trabajo realizado en las cinco edificaciones demostró que existen diferencias entre las demandas reales, y las demandas de diseño a causa de la aplicación de los factores de diversidad de las normativas:

- La demanda de diseño del Edificio Boreal presentada a la E.E. Quito fue de 331 kVA con lo cual se permitió la instalación de un transformador de 300 kVA, sin embargo la demanda máxima medida durante la investigación fue 194 kW que corresponden a 222 kVA. Se determinó una diferencia de 109 kVA calculada en exceso que representa un 33% entre lo real y lo diseñado.
- En las otras edificaciones existe un similar comportamiento, donde el edificio Tizziano presentó un 48% de exceso en su demanda de diseño; también el edificio Argentum presentó un similar comportamiento con un 47% de exceso, mientras que el Edificio Fortune Plaza mostró un excedente del 51% en el diseño.

Se detectó que los edificios en estudio presentaron diferentes formas de cálculo y aplicación de los factores de diversidad en el diseño de demanda de acuerdo a lo siguiente:

- Las demandas de diseño de los edificios Fortune Plaza, Argentum y República fueron calculados con la normativa del año 2006 la cual permitió determinar la proyección de demanda futura al aplicar el factor de proyección  $(1+Ti/100)^n$  y un índice acumulativo anual “Ti” de demanda.
- Las demandas de diseño de los edificios Boreal y Tizziano fueron calculadas con la normativa del año 2009, la cual no permitió determinar alguna proyección de demanda futura.
- La demanda real del edificio República coincidió con los cálculos de su demanda de diseño, pero con la particularidad de que este edificio está conformado solamente de oficinas, donde se aplicaron los factores de diversidad residencial de la normativa del año 2006.

Mediante las curvas de demanda de los edificios se demostró que sus demandas máximas diarias no superan el 60% de la capacidad de los transformadores; de ello se concluye lo siguiente:

- Que la capacidad no utilizada de los transformadores servirá como reserva para la instalación de cocinas de inducción acorde al plan nacional de cocción, desarrollado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable MEER.
- Que aún cuando, luego de ser instaladas las cocinas de inducción en los edificios, seguirá existiendo un remanente de capacidad no utilizada en los transformadores.
- Que el edificio Fortune Plaza tiene su transformador con 223 kVA no utilizados, el cual tiene 26 departamentos; si estas 26 residencias instalan una cocina de inducción de una potencia promedio de 3.000 W, su carga instalada en cocinas sería de 78 kW equivalente a 82 kVA con un factor de

potencia de 0,95. Si se asume, que el consumo es el 100% de esta potencia, seguirá habiendo un saldo de capacidad no utilizada del transformador de 141 kVA.

- Se demostró que el transformador más subutilizado es el del edificio Argentum con solo un 47%, el Fortune Plaza con un 50,48% de uso, El Tizziano con un 55,71% y el Edificio Boreal tiene un 74% de capacidad utilizada.

Mediante el análisis de curvas de tendencia aplicadas a los factores de demanda diversificada tanto en la normativa como en las demandas reales, se demostró que a través de la aplicación de la ecuación que posee el mejor coeficiente de correlación, se puede obtener los factores de demanda diversificada mayormente cercanos a lo real.

## RECOMENDACIONES

Se realizan las siguientes recomendaciones a la Empresa Eléctrica Quito S.A.

1. Actualizar los Factores M y N de la normativa actual, Una adecuada información estas factores permitirán establecer un adecuado cálculo de una demanda de diseño. Además de determinar una capacidad real de los transformadores y así evitar gastos infructuosos e inversiones innecesarias tanto para la Empresa Eléctrica Quito como para los abonados.
2. Realizar una actualización de la tabla de demanda máxima diversificada ya que el estrato de consumo tipo A1 creado en la normativa del año 2014, aun no consta en esta tabla.
3. Estructurar la tabla de demanda máxima diversificada con el incremento de demandas que se generen por concepto de cargas de cocinas de inducción. De acuerdo con el programa de cocción, este será ejecutado solamente en los estratos tipo C, D, y E; es decir solamente en las viviendas con consumos de entre 0 y 250 kWh/mes. Sin embargo, el uso de las cocinas será a nivel de todo estrato social, por lo tanto la E.E.Q. debe incrementar sus factores de demanda diversificada por este concepto en todos los estratos, desde el A1 hasta el estrato E.
4. Efectuar estudios e investigaciones de campo a través de: mediciones en edificios que sean relativamente nuevos y donde se haya autorizado la instalación de transformadores de distribución, con el propósito de que los resultados se analicen y comparen con los actuales factores de diversidad de la normativa.
5. Realizar un estudio para determinar el porcentaje real de demanda de pérdidas técnicas resistivas, y aclarar qué involucra este tipo de pérdidas ya

que la normativa señala que se debe aplicar el 3,6% de la demanda máxima coincidente, para el cálculo en una demanda de diseño.

6. Realizar un estudio y análisis del porcentaje de pérdidas técnicas en el alimentador que va desde el transformador hacia el tablero de medidores. La normativa actual considera el 1% de la demanda máxima diversificada para el cálculo de una demanda de diseño.

A las autoridades:

7. Tomar las respectivas acciones para cumplir con los objetivos y políticas que están propuestos en las Normas para Sistemas de Distribución en su parte A; particularmente en lo referente a mantener las normas permanentemente actualizadas con el propósito de optimizar el funcionamiento de los sistemas de distribución dentro de su área de concesión.
8. Tomar las medidas necesarias para hacer cumplir las “*técnicas teórico-prácticas*” que menciona la normativa en su parte A, para regular en una forma estándar los sistemas de distribución en las distintas etapas del diseño y construcción de una red eléctrica.

A los estudiantes universitarios:

1. Considerar a manera de proyecto de investigación, el realizar un estudio para determinar las “*pérdidas técnicas resistivas*”, y las “*pérdidas técnicas en el alimentador*”, señaladas en la normativa y en los puntos 5 y 6 de las recomendaciones a la E.E.Q.

## REFERENCIAS

- [1] EEQSA, "Empresa Eléctrica Quito S.A. Políticas Institucionales." Quito, pp. 1–4.
- [2] Empresa Eléctrica Quito S.A, "La EEQ en cifras indicadores, proyecto SIGDE, CNEL Sucumbíos - Empresa Eléctrica Quito." Quito, 2013, p.  
<http://www.eeq.com.ec:8080/nosotros/la-eeq-en-cifr>.
- [3] Empresa Eléctrica Quito S.A, "Historia de la EEQ - Empresa Eléctrica Quito."  
<http://www.eeq.com.ec:8080/nosotros/historia;jsessionid=A99BC86EB8F7455C5D4FF8AC7CA47CE2>.
- [4] Empresa Eléctrica Quito S.A, "PLAN ESTRATÉGICO de la EEQ S.A. 2012-2015." Quito, Ecuador, pp. 1–70, 2012.
- [5] CONELEC. Marcelo Meira. Medardo Caden. Gina Moreta y Otros., "Plan Maestro de electrificación CONELEC 2009-2020." Quito, pp. 1–506, 2009.
- [6] Empresa Eléctrica Quito S.A, "Plan de Expansión 2011-2021 del Sistema Eléctrico de la EEQ / Dpto. P.T." Quito, Ecuador, pp. 1–72, 2011.
- [7] Congreso Nacional, "LEY DE REGIMEN DEL SECTOR ELECTRICO." Quito, pp. 1–38, Modific–2011, 1996.
- [8] CONELEC, "Plan Maestro de Electrificación 2013-2022. Estudio y Gestión de la Demanda Eléctrica. Vol. II." Quito, pp. 1–206, 2013.
- [9] Empresa Eléctrica Quito S.A, *Guía para diseño parte a normas para sistemas de distribución*. Quito, 2009, pp. 1–100.
- [10] Empresa Eléctrica Quito S.A., "NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, PARTE A, GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN." Quito, pp. 1–162, 2014.
- [11] Empresa Eléctrica Quito S.A., "NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, PARTE B, UNIDADES DE PROPIEDAD Y DE CONSTRUCCIÓN." Quito, pp. 1–350, 2014.
- [12] Empresa Eléctrica Quito S.A., "NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, PARTE C, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES." Quito, pp. 1–99, 2014.
- [13] Empresa Eléctrica Quito S.A., "Área de concesión asignada por el CONELEC." Quito, p. <http://www.eeq.com.ec:8080/nosotros/area-de-conces>, 2013.
- [14] E. E. Q. S. A. Velasteguí, Iván, "Informe de Rendición de Cuentas del Año 2013." Quito, p. 46, 2013.

- [15] Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, "Ordenanza Municipal 0024 de Zonificación, Plan de Uso y Ocupación del Suelo. PUOS." Quito, p. 25, 2006.
- [16] C. de S. y O. T. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Consejo Metropolitano, "ORDENANZA METROPOLITANA N°. 0352 - PLAN ESPECIAL BICENTENARIO-PARQUE DE LA CIUDAD." p. 147, 2013.
- [17] Empresa Eléctrica Quito S.A., "VISOR WEB EEQ." Quito, p. <http://pia.eeq.com.ec/>.
- [18] METREL, "POWER QUALITY ANALYZER MI 2192 Plus Instruction Manual," no. 20. Version 3, Code N°. 20750701, p. 88.
- [19] E. I. Safety, P. Q. Analysis, and I. E. Quality, "Measuring Instruments and Testers." Metrel 2292.
- [20] Malhotra, Naresh K., Martínez, J.F.J.D., Rosales, M.E.T., "Investigación de mercados", 4ta. Edición, Pearson Education, México, 2004, ISBN 970-26-0491-5, pp. 816.
- [21] Fernández, Ángel., "Investigación y técnicas de mercados", 2da. Edición, Gráficas Dehon, Madrid, 2004, ISBN 84-7356-392-1, pp. 297.

# ANEXOS

Analizador de redes			
Fechas de toma de datos en los edificios			
	Inicial	Final	# Días
<b>Edif. Boreal</b>	28-may-14	9-jun-14	12
<b>Edif. Fortune Plaza</b>	17-jun-14	7-jul-14	20
<b>Edif. Argentum</b>	7-jul-14	25-jul-14	18
<b>Edif. República</b>	25-jul-14	5-ago-14	11
<b>Edif. Tizziano</b>	11-ago-14	25-ago-14	14

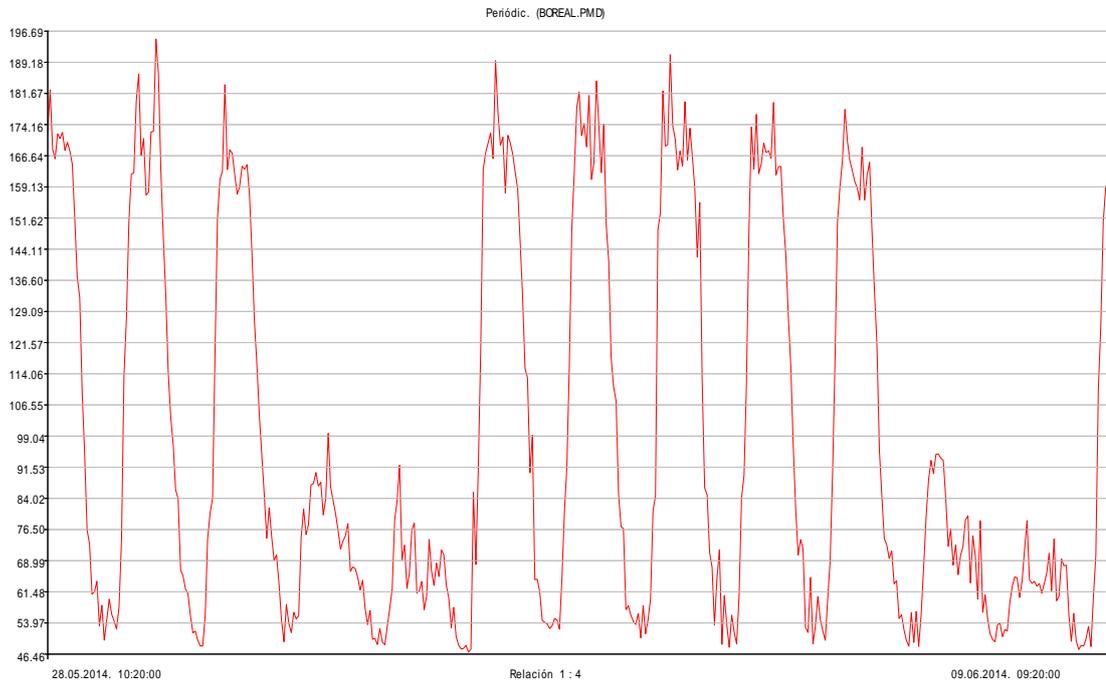
## Anexo 1. Mediciones de Campo Edif. Boreal

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1	28.05.2014	10:20:00	108,72	125,24	162,77	20,873
2	28.05.2014	10:30:00	108,38	125,93	172,03	20,989
3	28.05.2014	10:40:00	111,49	126,25	170,34	21,041
4	28.05.2014	10:50:00	106,35	128,7	163,24	21,45
5	28.05.2014	11:00:00	107,25	122,87	158,44	20,479
6	28.05.2014	11:10:00	111,07	127,83	182,52	21,306
7	28.05.2014	11:20:00	109,64	128,64	177,8	21,441
8	28.05.2014	11:30:00	108,42	125,51	161,26	20,919
9	28.05.2014	11:40:00	108,73	126,52	159,49	21,086
10	28.05.2014	11:50:00	105,05	119,51	168,2	19,918
11	28.05.2014	12:00:00	101,76	117,01	157,74	19,501
12	28.05.2014	12:10:00	102,29	121,56	168,1	20,261
13	28.05.2014	12:20:00	105,22	118,76	152,18	19,793
14	28.05.2014	12:30:00	103,25	120,06	163,78	20,01
15	28.05.2014	12:40:00	107,13	120,71	165,9	20,118
16	28.05.2014	12:50:00	102,45	120,26	158,46	20,043
17	28.05.2014	13:00:00	104,00	121,91	153,67	20,318
18	28.05.2014	13:10:00	104,97	120,91	160,5	20,152
19	28.05.2014	13:20:00	105,88	121,15	171,9	20,192
20	28.05.2014	13:30:00	109,10	123,45	168,38	20,575
21	28.05.2014	13:40:00	105,79	121,13	166,19	20,188
22	28.05.2014	13:50:00	100,79	123,36	170,8	20,56
23	28.05.2014	14:00:00	106,87	123,21	169,75	20,535
24	28.05.2014	14:10:00	111,21	128,26	166,78	21,377
25	28.05.2014	14:20:00	105,58	122,53	151,82	20,421
26	28.05.2014	14:30:00	108,18	124,42	162,49	20,736
27	28.05.2014	14:40:00	105,13	120,95	167,06	20,159
28	28.05.2014	14:50:00	108,72	124,49	172,27	20,748
29	28.05.2014	15:00:00	105,72	125,3	160,54	20,884
30	28.05.2014	15:10:00	107,05	123,79	167,96	20,632
31	28.05.2014	15:20:00	105,77	124,86	167,08	20,81
32	28.05.2014	15:30:00	107,62	124,01	166,1	20,668
33	28.05.2014	15:40:00	105,34	121,87	157,08	20,311

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
34	28.05.2014	15:50:00	103,82	123,83	169,86	20,639
35	28.05.2014	16:00:00	104,85	120,81	154,22	20,134
36	28.05.2014	16:10:00	102,66	117,27	158,3	19,545
37	28.05.2014	16:20:00	104,00	123,18	165,08	20,53
38	28.05.2014	16:30:00	109,63	124,38	167,72	20,73
39	28.05.2014	16:40:00	105,10	121,12	161,78	20,186
40	28.05.2014	16:50:00	107,24	123,07	165,36	20,512
41	28.05.2014	17:00:00	106,94	123,16	161,12	20,527
42	28.05.2014	17:10:00	103,22	117,06	161,33	19,51
43	28.05.2014	17:20:00	102,18	117,91	164,61	19,652
44	28.05.2014	17:30:00	100,67	117,68	163,3	19,614
45	28.05.2014	17:40:00	98,34	111,09	151,4	18,514
46	28.05.2014	17:50:00	95,51	110,17	142,62	18,362
47	28.05.2014	18:00:00	88,96	104,55	138,68	17,426
48	28.05.2014	18:10:00	85,32	98,71	138,13	16,452
49	28.05.2014	18:20:00	81,64	95,35	133,53	15,891
50	28.05.2014	18:30:00	81,75	94,33	129,92	15,721
51	28.05.2014	18:40:00	80,25	90,57	118,33	15,096
52	28.05.2014	18:50:00	77,32	91,15	137,28	15,192
53	28.05.2014	19:00:00	76,99	89,08	132,46	14,847
54	28.05.2014	19:10:00	70,18	81,04	109,7	13,506
55	28.05.2014	19:20:00	68,20	78,37	100,38	13,061
56	28.05.2014	19:30:00	64,33	74,94	99,04	12,49
57	28.05.2014	19:40:00	61,14	70,58	105,75	11,764
58	28.05.2014	19:50:00	58,90	68,33	99,81	11,388
59	28.05.2014	20:00:00	57,11	67,09	109,98	11,182
60	28.05.2014	20:10:00	56,17	63,92	87	10,654
61	28.05.2014	20:20:00	50,89	60,4	87,52	10,067
62	28.05.2014	20:30:00	50,86	61,13	94,96	10,188
1657	08.06.2014	22:20:00	33,53	37,79	55,47	6,299
1658	08.06.2014	22:30:00	32,74	37	67,88	6,166
1659	08.06.2014	22:40:00	33,14	37,09	50,6	6,181
1660	08.06.2014	22:50:00	31,71	35,16	52,92	5,86
1661	08.06.2014	23:00:00	33,63	38,13	55,94	6,355
1662	08.06.2014	23:10:00	30,32	33,89	49,05	5,648
1663	08.06.2014	23:20:00	30,37	33,65	48,66	5,608
1664	08.06.2014	23:30:00	30,88	34,61	50,32	5,768
1665	08.06.2014	23:40:00	30,37	33,91	48,56	5,651
1666	08.06.2014	23:50:00	30,23	34,23	49,07	5,706
1667	09.06.2014	0:00:00	29,89	33,25	47,41	5,542
1668	09.06.2014	0:10:00	30,85	33,95	49,54	5,658
1669	09.06.2014	0:20:00	31,13	34,31	46,91	5,718
1670	09.06.2014	0:30:00	29,90	33,73	56,28	5,622
1671	09.06.2014	0:40:00	30,23	33,1	46,02	5,517
1672	09.06.2014	0:50:00	30,13	33,2	50,44	5,534
1673	09.06.2014	1:00:00	30,47	32,8	48,93	5,467
1674	09.06.2014	1:10:00	30,15	32,62	48,76	5,436
1675	09.06.2014	1:20:00	30,88	33,71	49,39	5,619
1676	09.06.2014	1:30:00	30,86	34,31	49,69	5,719
1677	09.06.2014	1:40:00	30,45	32,29	45,15	5,381
1678	09.06.2014	1:50:00	30,68	33,87	47,17	5,646
1679	09.06.2014	2:00:00	31,00	32,96	47,57	5,493

1680	09.06.2014	2:10:00	29,58	31,67	45,88	5,278
1681	09.06.2014	2:20:00	28,94	32,44	48,58	5,407
1682	09.06.2014	2:30:00	29,29	31,93	45,87	5,322
1683	09.06.2014	2:40:00	28,94	31,81	45,52	5,302
1684	09.06.2014	2:50:00	29,42	32,52	48,09	5,42
1685	09.06.2014	3:00:00	28,60	32,61	46,11	5,436
1686	09.06.2014	3:10:00	28,64	32,78	48,4	5,463
1687	09.06.2014	3:20:00	29,24	31,71	45,18	5,284
1688	09.06.2014	3:30:00	28,69	32,8	48,02	5,466
1689	09.06.2014	3:40:00	27,80	32,39	50,15	5,398
1690	09.06.2014	3:50:00	28,39	32,55	45,9	5,425
1691	09.06.2014	4:00:00	28,38	32,47	47,18	5,412
1692	09.06.2014	4:10:00	28,06	30,34	43,96	5,056
1693	09.06.2014	4:20:00	29,54	32,67	51,69	5,445
1694	09.06.2014	4:30:00	28,89	32,08	53,15	5,347
1695	09.06.2014	4:40:00	28,39	32,79	50,13	5,465
1696	09.06.2014	4:50:00	28,08	31,33	45,84	5,222
1697	09.06.2014	5:00:00	30,07	32,93	47,44	5,488
1698	09.06.2014	5:10:00	28,89	31,88	45,4	5,313
1699	09.06.2014	5:20:00	28,95	31,87	48,24	5,312
1700	09.06.2014	5:30:00	28,31	31,2	46,88	5,2
1701	09.06.2014	5:40:00	29,67	32,25	46,04	5,375
1702	09.06.2014	5:50:00	30,66	36,34	58,81	6,057
1703	09.06.2014	6:00:00	33,02	36,02	57,46	6,003
1704	09.06.2014	6:10:00	33,25	38,6	60,52	6,434
1705	09.06.2014	6:20:00	33,95	36,61	50,92	6,102
1706	09.06.2014	6:30:00	32,74	38,84	60,92	6,474
1707	09.06.2014	6:40:00	36,06	38,5	54,57	6,417
1708	09.06.2014	6:50:00	36,19	41,17	70,3	6,862
1709	09.06.2014	7:00:00	43,39	52,42	80,04	8,737
1710	09.06.2014	7:10:00	39,57	47,41	70,06	7,902
1711	09.06.2014	7:20:00	38,64	46,45	77,56	7,742
1712	09.06.2014	7:30:00	42,74	52,33	110,3	8,721
1713	09.06.2014	7:40:00	42,98	53,83	86,36	8,971
1714	09.06.2014	7:50:00	49,54	63,95	92,12	10,658
1715	09.06.2014	8:00:00	61,50	72,65	125,63	12,108
1716	09.06.2014	8:10:00	66,80	81,36	112,29	13,56
1717	09.06.2014	8:20:00	66,76	94,1	150,79	15,684
1718	09.06.2014	8:30:00	80,80	98,53	148,32	16,422
1719	09.06.2014	8:40:00	86,56	106,56	144,81	17,76
1720	09.06.2014	8:50:00	91,38	108,46	139,47	18,076
1721	09.06.2014	9:00:00	93,44	110,86	150,62	18,476
1722	09.06.2014	9:10:00	95,35	109,19	138,29	18,198
1723	09.06.2014	9:20:00	100,11	118,42	159,31	19,737

## Anexo 2. Curva de Carga por todo el período Ed. Boreal



Pt+ (kW) Max

## Anexo 3. Fotografía instalación analizador

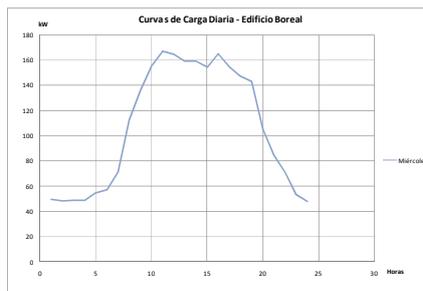
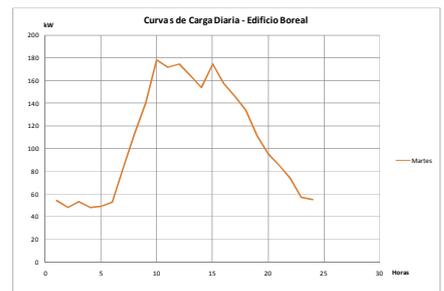
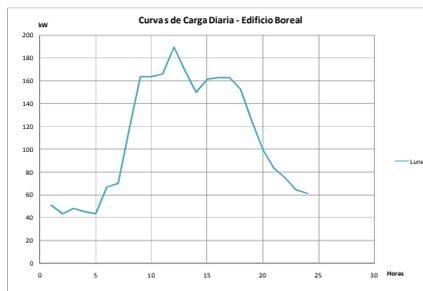
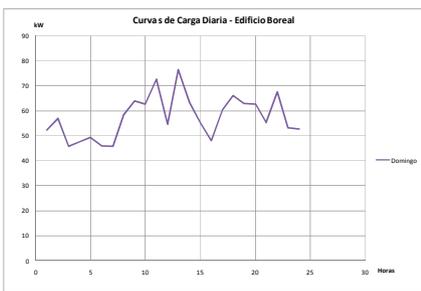
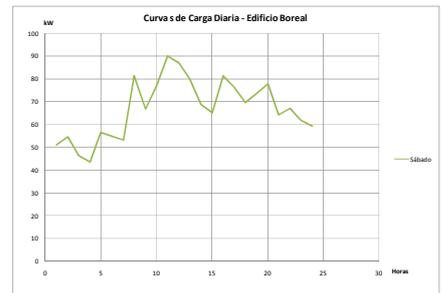
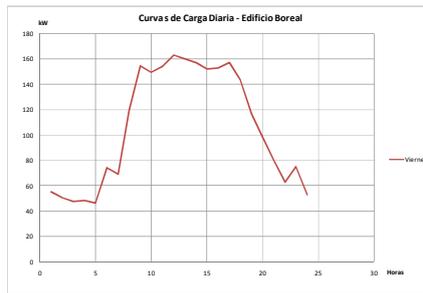
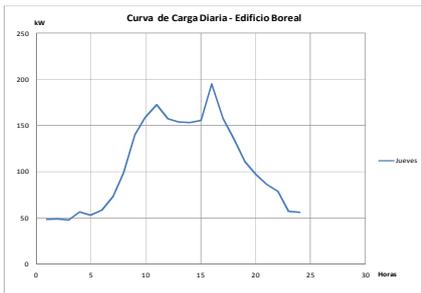
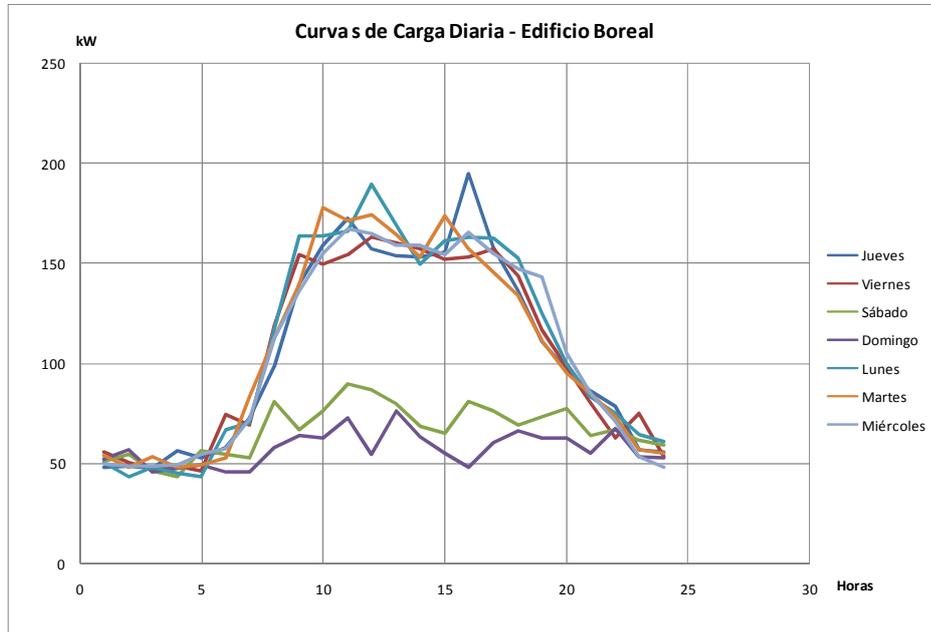


#### Anexo 4. Cuadro de Cargas diarias Edificio Boreal

Día hora	Jue 29-may-14	Vier 30-may-14	Sáb 31-may-14	Dom 1-jun-14	Lunes 2-jun-14	Mart 3-jun-14	Miérc 4-jun-14
1	48,15	55,27	51,07	52,28	50,64	54,15	49,61
2	48,49	50,56	54,67	56,98	43,45	48,21	48,43
3	47,42	47,47	46,43	45,74	47,82	53,27	48,82
4	56,06	48,31	43,59	47,58	45,08	48,16	49,12
5	52,49	46,16	56,54	49,31	43,32	49,2	54,77
6	57,82	74,16	54,94	46,03	66,82	52,77	57,43
7	72,77	69,02	53,13	45,8	70,21	83,65	71,91
8	98,38	119,29	81,45	58,29	117,32	112,93	112,55
9	139,61	154,56	66,87	64	163,77	140,23	136,13
10	159,06	149,43	76,62	62,67	163,78	178,22	155,2
11	172,37	154,06	90,1	72,72	165,97	171,47	167,31
12	157,37	163,12	87,01	54,63	189,54	174,4	164,67
13	153,4	160,14	80,03	76,46	169,14	164,62	159,27
14	153,01	157,33	68,75	63,33	149,85	153,71	159,32
15	155,66	152,09	65,26	55,11	161,17	174,3	154,65
16	194,74	152,96	81,41	48,16	162,94	157,77	165,34
17	157,68	157,19	76,29	60,45	162,69	145,69	154,69
18	135,89	143,6	69,75	66,15	152,79	134,13	147,32
19	111,06	116,43	73,72	63	125,01	111,69	143,29
20	96,53	97,94	77,91	62,67	99,47	95,26	105,17
21	86,09	80,18	64,19	55,34	83,44	85,1	84,84
22	78,67	62,58	67,08	67,55	74,82	73,49	70,93
23	57,02	74,79	61,9	53,16	64,5	57,19	53,41
24	55,52	52,94	59,27	52,8	61,23	55,18	48,08
D.Máx kW	194,74	163,12	90,1	76,46	189,54	178,22	167,31
Hora D.Máx	16h00	12h00	11h00	13h00	12h00	10h00	11h00
D.Prom kW	106,05	105,82	67,00	57,51	109,78	107,28	106,76

D.Max Prom	151,36	kW
D. Prom. Total	94,31	kW
Factor de Carga prom	0,62	D.promedio tot/ D.Máx prom

## Anexo 5. Curvas de carga diaria Edif. Boreal

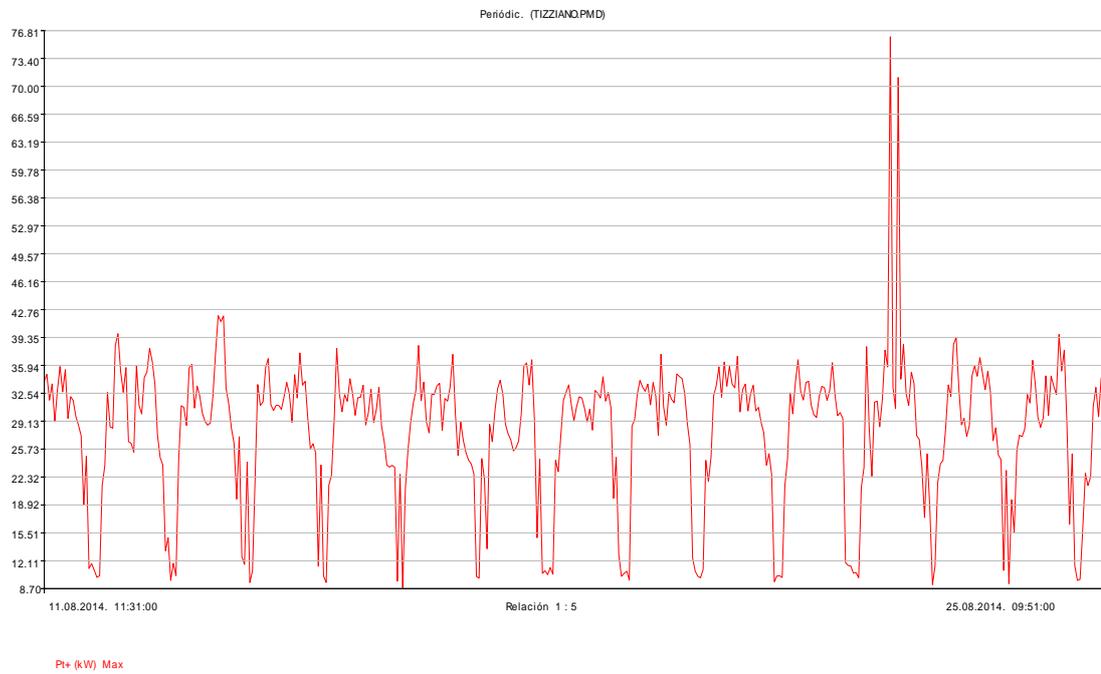


## Anexo 6. Mediciones de campo Edificio Tizziano. (Arch. Excel)

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1	11.08.2014	11:31:00	12,00	17,22	32,97	2,871
2	11.08.2014	11:41:00	12,26	16,51	33,6	2,751
3	11.08.2014	11:51:00	11,56	15,84	32,6	2,64
4	11.08.2014	12:01:00	11,75	15,91	34,01	2,652
5	11.08.2014	12:11:00	9,56	12,72	28,47	2,12
6	11.08.2014	12:21:00	9,89	13,53	30,38	2,255
7	11.08.2014	12:31:00	9,73	12,38	27,66	2,063
8	11.08.2014	12:41:00	9,58	14,89	31,4	2,481
9	11.08.2014	12:51:00	11,45	15,29	29,02	2,548
10	11.08.2014	13:01:00	14,83	19,3	34,85	3,216
11	11.08.2014	13:11:00	14,71	18,8	31,39	3,134
12	11.08.2014	13:21:00	10,33	15,85	30,47	2,642
13	11.08.2014	13:31:00	10,62	15,97	24,26	2,662
14	11.08.2014	13:41:00	10,57	14,59	28,06	2,432
15	11.08.2014	13:51:00	10,34	17,15	31,69	2,859
16	11.08.2014	14:01:00	11,46	17,03	30,51	2,838
17	11.08.2014	14:11:00	10,47	16,5	32,03	2,75
18	11.08.2014	14:21:00	11,68	16,22	28,46	2,704
19	11.08.2014	14:31:00	11,08	14,83	33,67	2,471
20	11.08.2014	14:41:00	10,41	14,59	29,27	2,431
21	11.08.2014	14:51:00	10,42	13,9	27,67	2,316
22	11.08.2014	15:01:00	10,40	12,69	29,05	2,115
23	11.08.2014	15:11:00	9,51	12,7	29,06	2,117
24	11.08.2014	15:21:00	8,48	10,39	24,24	1,732
25	11.08.2014	15:31:00	8,58	10,92	26,81	1,819
26	11.08.2014	15:41:00	10,70	14,67	29,46	2,445
27	11.08.2014	15:51:00	11,20	15,63	29,92	2,605
28	11.08.2014	16:01:00	11,21	16,76	31,42	2,794
29	11.08.2014	16:11:00	10,88	16,44	32,93	2,739
30	11.08.2014	16:21:00	9,54	13,65	32,59	2,274
31	11.08.2014	16:31:00	9,40	12,9	29,29	2,15
32	11.08.2014	16:41:00	9,55	13,29	33,42	2,215
33	11.08.2014	16:51:00	9,49	15,87	31,59	2,644
34	11.08.2014	17:01:00	10,36	17,81	35,78	2,969
35	11.08.2014	17:11:00	9,35	14,98	28,84	2,497
36	11.08.2014	17:21:00	9,28	15,05	28,4	2,509
37	11.08.2014	17:31:00	10,38	15,71	32,71	2,618
38	11.08.2014	17:41:00	9,55	13,32	24,28	2,221
39	11.08.2014	17:51:00	9,36	11,35	16,3	1,892
40	11.08.2014	18:01:00	10,52	16,48	32,15	2,747
41	11.08.2014	18:11:00	12,00	17,27	32,83	2,878
42	11.08.2014	18:21:00	12,12	17,52	34,16	2,919
43	11.08.2014	18:31:00	12,45	17,4	32,59	2,899
44	11.08.2014	18:41:00	13,68	17,73	35,41	2,955
45	11.08.2014	18:51:00	14,86	18,87	34,59	3,144
46	11.08.2014	19:01:00	14,80	17,68	29,12	2,947
47	11.08.2014	19:11:00	13,54	15,32	27,46	2,554
48	11.08.2014	19:21:00	10,74	13,37	28,95	2,228
49	11.08.2014	19:31:00	9,93	13,08	29,45	2,179
50	11.08.2014	19:41:00	11,22	13,77	29,48	2,295
51	11.08.2014	19:51:00	10,13	12,52	27,68	2,087
52	11.08.2014	20:01:00	10,68	15,31	29,52	2,552
53	11.08.2014	20:11:00	12,83	15,88	32,12	2,647
54	11.08.2014	20:21:00	12,43	15,82	31,47	2,636
55	11.08.2014	20:31:00	10,84	14,53	30,35	2,422
56	11.08.2014	20:41:00	11,25	13,51	27,82	2,252
57	11.08.2014	20:51:00	12,04	15,18	30,23	2,529
58	11.08.2014	21:01:00	11,13	13,07	26,51	2,179
59	11.08.2014	21:11:00	12,96	14,76	31,66	2,46
60	11.08.2014	21:21:00	11,04	13,43	28,37	2,238
61	11.08.2014	21:31:00	11,40	12,83	29,13	2,138
62	11.08.2014	21:41:00	12,61	14,92	29,71	2,487

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1948	25.08.2014	0:01:00	7,59	9,73	14,24	1,621
1949	25.08.2014	0:11:00	7,19	9,27	14,46	1,546
1950	25.08.2014	0:21:00	6,54	8,82	15,27	1,471
1951	25.08.2014	0:31:00	6,29	8,25	14,12	1,376
1952	25.08.2014	0:41:00	6,28	9,12	25,14	1,519
1953	25.08.2014	0:51:00	6,86	8,26	12,94	1,377
1954	25.08.2014	1:01:00	6,66	8,01	14,35	1,334
1955	25.08.2014	1:11:00	6,80	7,92	12,22	1,321
1956	25.08.2014	1:21:00	5,84	7,41	11,48	1,236
1957	25.08.2014	1:31:00	5,42	6,89	10,24	1,148
1958	25.08.2014	1:41:00	5,80	6,73	10,55	1,122
1959	25.08.2014	1:51:00	6,09	6,86	10,09	1,144
1960	25.08.2014	2:01:00	5,94	6,65	9,97	1,108
1961	25.08.2014	2:11:00	4,75	6,04	9,1	1,006
1962	25.08.2014	2:21:00	4,79	5,36	8,47	0,893
1963	25.08.2014	2:31:00	5,04	6,01	9,26	1,001
1964	25.08.2014	2:41:00	5,81	6,55	9,69	1,091
1965	25.08.2014	2:51:00	5,73	6,49	9,65	1,081
1966	25.08.2014	3:01:00	5,03	5,77	8,6	0,962
1967	25.08.2014	3:11:00	5,04	5,83	9,83	0,971
1968	25.08.2014	3:21:00	5,48	6,01	8,97	1,002
1969	25.08.2014	3:31:00	5,57	6,2	9,03	1,034
1970	25.08.2014	3:41:00	4,86	6,08	9,81	1,013
1971	25.08.2014	3:51:00	4,91	5,46	8,51	0,911
1972	25.08.2014	4:01:00	5,10	5,77	9,27	0,962
1973	25.08.2014	4:11:00	5,08	6,14	9,05	1,023
1974	25.08.2014	4:21:00	5,74	6,31	15,92	1,052
1975	25.08.2014	4:31:00	4,74	5,33	8,31	0,888
1976	25.08.2014	4:41:00	5,33	5,99	8,74	0,999
1977	25.08.2014	4:51:00	5,55	6,45	10,15	1,075
1978	25.08.2014	5:01:00	6,03	7,69	22,79	1,281
1979	25.08.2014	5:11:00	5,37	6,26	10	1,044
1980	25.08.2014	5:21:00	5,03	6,02	21,2	1,003
1981	25.08.2014	5:31:00	4,65	5,65	19,03	0,942
1982	25.08.2014	5:41:00	4,43	5,41	8,35	0,902
1983	25.08.2014	5:51:00	5,03	6,16	21,28	1,026
1984	25.08.2014	6:01:00	5,60	6,29	9,59	1,048
1985	25.08.2014	6:11:00	5,58	6,3	9,6	1,05
1986	25.08.2014	6:21:00	5,13	6,26	10,17	1,043
1987	25.08.2014	6:31:00	4,86	5,95	9,08	0,991
1988	25.08.2014	6:41:00	6,07	7,62	22,22	1,271
1989	25.08.2014	6:51:00	5,91	7,77	22,33	1,295
1990	25.08.2014	7:01:00	7,33	8,47	13,41	1,412
1991	25.08.2014	7:11:00	6,16	9,06	25,94	1,511
1992	25.08.2014	7:21:00	6,21	10,12	24,15	1,686
1993	25.08.2014	7:31:00	8,65	12,51	30,95	2,085
1994	25.08.2014	7:41:00	8,07	13,14	29,03	2,19
1995	25.08.2014	7:51:00	9,08	12,14	27,13	2,024
1996	25.08.2014	8:01:00	10,63	16,88	33,25	2,814
1997	25.08.2014	8:11:00	11,38	16,08	31,6	2,681
1998	25.08.2014	8:21:00	9,25	12,12	28,77	2,019
1999	25.08.2014	8:31:00	10,12	13,04	26,65	2,173
2000	25.08.2014	8:41:00	8,63	12,05	23,57	2,009
2001	25.08.2014	8:51:00	10,35	14,31	29,67	2,385
2002	25.08.2014	9:01:00	10,95	13,32	26,09	2,22
2003	25.08.2014	9:11:00	10,31	14	28,12	2,334
2004	25.08.2014	9:21:00	9,85	12,98	29,02	2,164
2005	25.08.2014	9:31:00	8,53	10,77	19,75	1,795
2006	25.08.2014	9:41:00	10,95	15	33,2	2,5
2007	25.08.2014	9:51:00	12,08	16,32	34,41	2,72

## Anexo 7. Curva de Carga por todo el período Edif. Tizziano



## Anexo 8. Fotografía instalación analizador

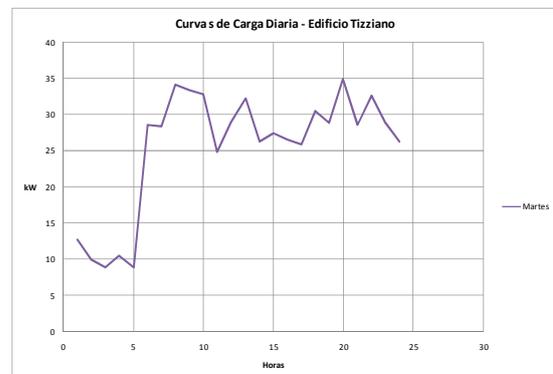
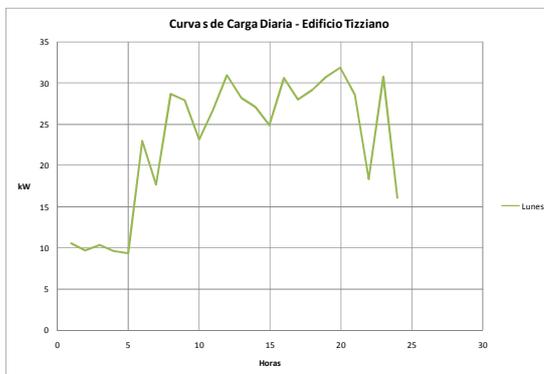
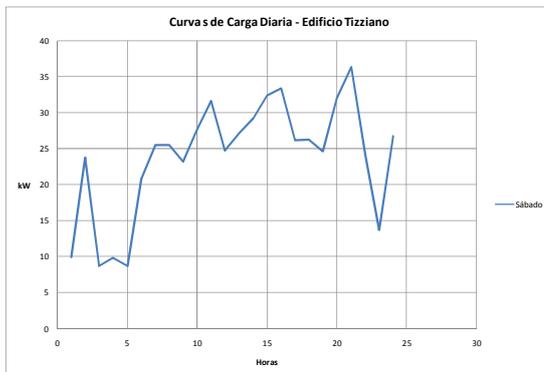
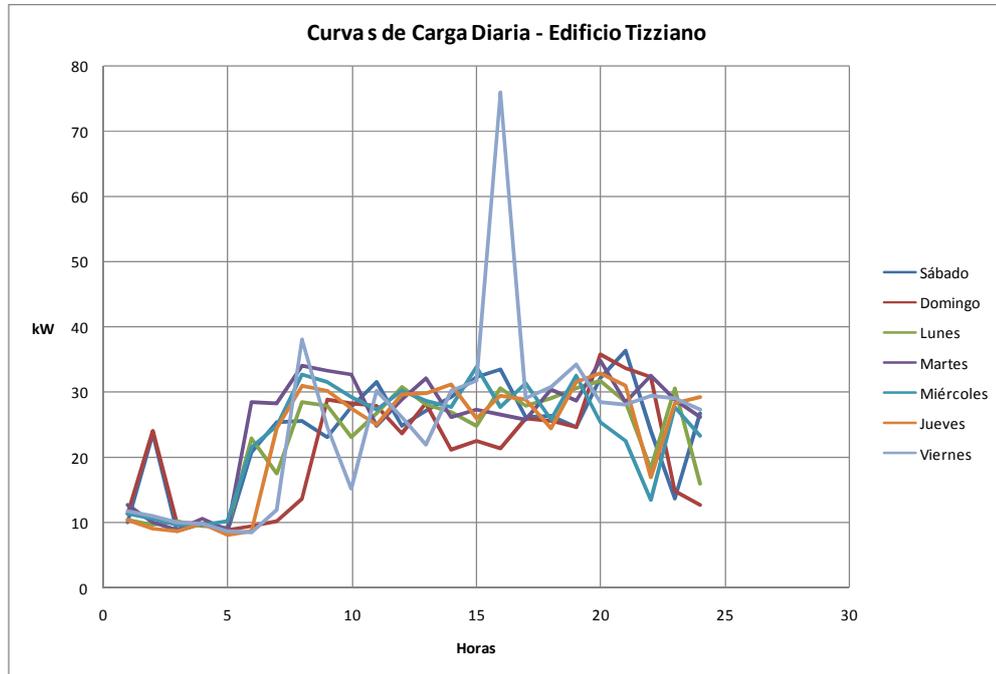


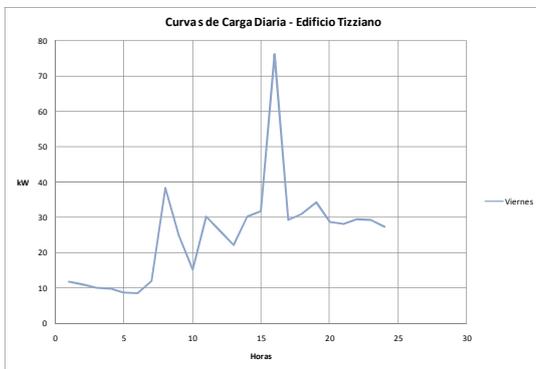
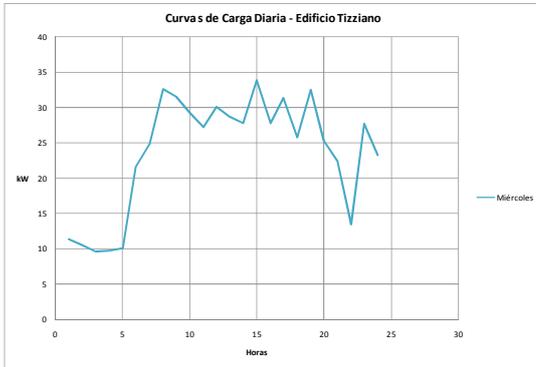
### Anexo 9. Cuadro de Cargas diarias Edif. Tizziano

Día hora	Sab 16-ago-14	Dom 17-ago-14	Lun 18-ago-14	Mar 19-ago-14	Mier 20-ago-14	Juev 21-ago-14	Vier 22-ago-14
1	9,96	11,26	10,56	12,72	11,3	10,49	11,66
2	23,74	23,93	9,65	9,94	10,48	9,14	11
3	8,72	10,06	10,39	8,88	9,61	8,71	10,07
4	9,83	9,81	9,58	10,5	9,68	9,86	9,78
5	8,68	8,83	9,35	8,85	10,13	8,17	8,57
6	20,86	9,49	22,98	28,53	21,59	8,74	8,46
7	25,49	10,27	17,62	28,38	24,82	24,5	11,89
8	25,52	13,56	28,61	34,1	32,64	30,99	38,21
9	23,19	28,73	27,91	33,32	31,56	30,23	24,69
10	27,63	28,18	23,13	32,79	29,28	27,48	15,13
11	31,62	27,94	26,76	24,77	27,23	24,96	30,13
12	24,78	23,72	30,92	28,96	30,11	29,69	26,13
13	27,21	28,29	28,12	32,21	28,69	29,74	22,01
14	29,24	21,1	27,05	26,26	27,77	31,09	30,21
15	32,39	22,57	24,9	27,36	33,85	25,89	31,73
16	33,44	21,33	30,61	26,55	27,76	29,47	76,05
17	26,18	25,89	27,97	25,9	31,32	28,81	29,16
18	26,31	25,49	29,19	30,45	25,8	24,47	30,85
19	24,65	24,64	30,76	28,81	32,49	31,56	34,26
20	32,09	35,74	31,84	34,89	25,32	32,87	28,56
21	36,38	33,54	28,59	28,54	22,41	31	28,12
22	24,14	32,35	18,31	32,55	13,47	17,06	29,47
23	13,68	14,83	30,75	28,87	27,71	28,31	29,14
24	26,81	12,72	16,05	26,25	23,31	29,29	27,36
D.Máx kW	36,38	35,74	31,84	34,89	33,85	32,87	76,05
Hora D.Máx	21h00	20h00	20h00	20h00	15h00	20h00	8h00
D.Prom kW	23,86	21,01	22,98	25,43	23,68	23,44	25,11

D.Max Prom 40,23 kW  
D. Prom. Total 23,64 kW  
Factor de Carga prom 0,59 D.promedio tot/ D.Máx prom

## Anexo 10. Curvas de Carga diaria Edif. Tizziano



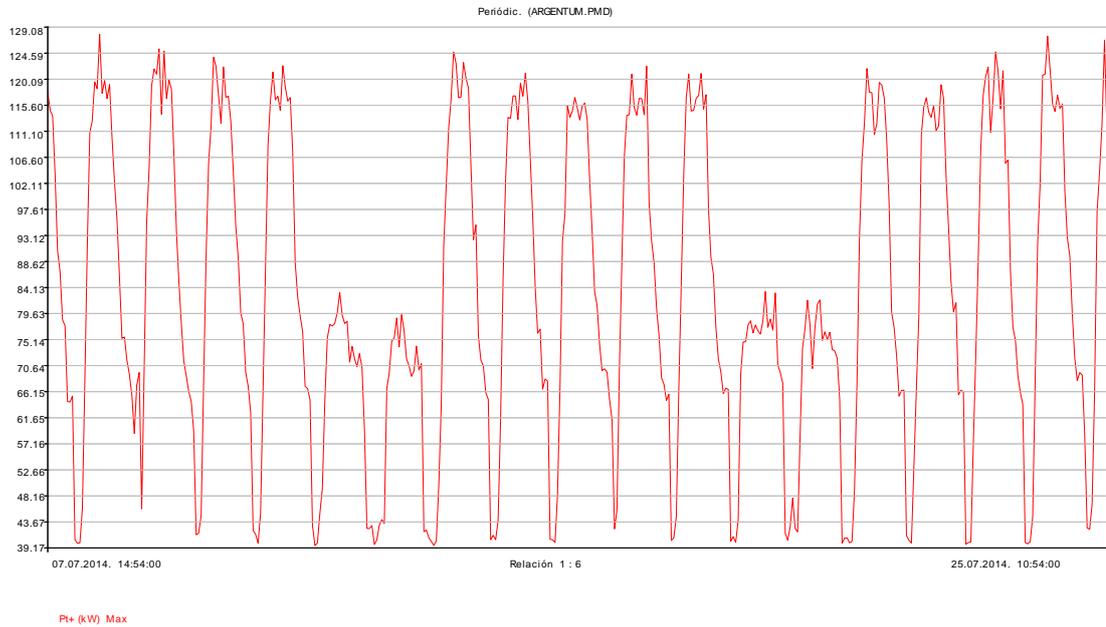


## Anexo 11. Mediciones de campo Edificio Argentum. (Arch. Excel)

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1	07.07.2014	14:54:00	63,69	75,16	107,04	12,526
2	07.07.2014	15:04:00	65,57	76,81	111,65	12,801
3	07.07.2014	15:14:00	66,80	78,14	113,84	13,024
4	07.07.2014	15:24:00	68,03	78,37	113,82	13,062
5	07.07.2014	15:34:00	65,90	77,43	112,22	12,905
6	07.07.2014	15:44:00	66,30	77,35	117,8	12,892
7	07.07.2014	15:54:00	68,90	79,37	113,74	13,229
8	07.07.2014	16:04:00	64,51	75,02	114,33	12,504
9	07.07.2014	16:14:00	65,32	76,24	107,14	12,707
10	07.07.2014	16:24:00	65,52	75,71	104,7	12,618
11	07.07.2014	16:34:00	63,18	73,22	106,87	12,203
12	07.07.2014	16:44:00	65,54	75,24	114,71	12,539
13	07.07.2014	16:54:00	64,51	75,28	109,1	12,547
14	07.07.2014	17:04:00	66,09	74,65	113,73	12,442
15	07.07.2014	17:14:00	64,60	74,19	107,24	12,366
16	07.07.2014	17:24:00	62,81	72,48	105,48	12,08
17	07.07.2014	17:34:00	61,22	70,98	99,57	11,83
18	07.07.2014	17:44:00	59,02	66,83	105,59	11,139
19	07.07.2014	17:54:00	56,23	64,92	103,5	10,819
20	07.07.2014	18:04:00	54,15	64,6	102,12	10,767
21	07.07.2014	18:14:00	53,97	63,83	100,46	10,639
22	07.07.2014	18:24:00	52,21	60,8	100,99	10,133
23	07.07.2014	18:34:00	50,26	57,43	91,06	9,571
24	07.07.2014	18:44:00	47,49	55,82	88	9,304
25	07.07.2014	18:54:00	46,15	54,7	87,78	9,117
26	07.07.2014	19:04:00	45,85	52,95	90,39	8,825
27	07.07.2014	19:14:00	45,91	51,65	86,41	8,608
28	07.07.2014	19:24:00	46,36	52,75	86,04	8,792
29	07.07.2014	19:34:00	44,84	53,34	86,65	8,89
30	07.07.2014	19:44:00	42,72	51,73	86,5	8,622
31	07.07.2014	19:54:00	42,26	48,51	84,23	8,085
32	07.07.2014	20:04:00	38,08	46,21	86,84	7,702
33	07.07.2014	20:14:00	35,52	43,42	79,68	7,236
34	07.07.2014	20:24:00	36,23	42,35	78,18	7,059
35	07.07.2014	20:34:00	35,21	41,64	77,74	6,94
36	07.07.2014	20:44:00	36,30	42,12	77,62	7,021
37	07.07.2014	20:54:00	33,25	40,37	78,56	6,728
38	07.07.2014	21:04:00	33,35	38,64	73,4	6,44
39	07.07.2014	21:14:00	31,19	36,4	78,37	6,066
40	07.07.2014	21:24:00	28,95	35,83	74,82	5,971
41	07.07.2014	21:34:00	28,56	35,59	72,96	5,932
42	07.07.2014	21:44:00	31,60	36,56	73,25	6,093
43	07.07.2014	21:54:00	29,65	34,53	77,49	5,756
44	07.07.2014	22:04:00	26,03	33,25	74,4	5,541
45	07.07.2014	22:14:00	26,63	30,87	66,37	5,146
46	07.07.2014	22:24:00	26,99	31,12	71,47	5,187
47	07.07.2014	22:34:00	24,61	29,78	61,91	4,963
48	07.07.2014	22:44:00	24,16	27,99	61,9	4,666
49	07.07.2014	22:54:00	23,46	27,24	58,63	4,54
50	07.07.2014	23:04:00	22,90	27,91	63,4	4,651
51	07.07.2014	23:14:00	19,37	27,38	62,18	4,563
52	07.07.2014	23:24:00	20,26	27,18	64,47	4,529
53	07.07.2014	23:34:00	20,78	27,25	61,98	4,541
54	07.07.2014	23:44:00	20,89	25,26	63,17	4,21
55	07.07.2014	23:54:00	21,11	25,65	61,6	4,274
56	08.07.2014	0:04:00	19,69	25,56	60,81	4,261
57	08.07.2014	0:14:00	22,04	26,87	62,2	4,478
58	08.07.2014	0:24:00	22,07	26,48	64,33	4,414

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
2509	25.07.2014	0:54:00	22,14	27,4	64,23	4,566
2510	25.07.2014	1:04:00	20,94	27,38	69	4,563
2511	25.07.2014	1:14:00	22,51	28,1	63,43	4,684
2512	25.07.2014	1:24:00	22,52	26,99	62,37	4,499
2513	25.07.2014	1:34:00	22,64	27,57	42,59	4,596
2514	25.07.2014	1:44:00	22,94	27,32	66,04	4,553
2515	25.07.2014	1:54:00	22,71	26,51	58,79	4,418
2516	25.07.2014	2:04:00	22,26	26,14	41,99	4,356
2517	25.07.2014	2:14:00	22,41	26,55	41,57	4,426
2518	25.07.2014	2:24:00	21,70	26,34	40,21	4,39
2519	25.07.2014	2:34:00	21,35	26,31	40,77	4,385
2520	25.07.2014	2:44:00	22,97	26,89	40,32	4,481
2521	25.07.2014	2:54:00	21,84	25,95	42,6	4,325
2522	25.07.2014	3:04:00	22,00	27,03	38,61	4,505
2523	25.07.2014	3:14:00	20,76	25,48	41,6	4,246
2524	25.07.2014	3:24:00	19,61	25,26	39,63	4,21
2525	25.07.2014	3:34:00	22,37	26,75	41,51	4,459
2526	25.07.2014	3:44:00	20,04	24,23	38,12	4,038
2527	25.07.2014	3:54:00	20,86	25,92	42,39	4,319
2528	25.07.2014	4:04:00	20,69	25,52	37,52	4,253
2529	25.07.2014	4:14:00	20,39	24,79	40,1	4,132
2530	25.07.2014	4:24:00	21,14	25,4	41,63	4,234
2531	25.07.2014	4:34:00	19,09	23,91	38,34	3,985
2532	25.07.2014	4:44:00	21,41	25,21	39,04	4,201
2533	25.07.2014	4:54:00	20,87	25,64	38,95	4,273
2534	25.07.2014	5:04:00	21,30	24,83	40,75	4,138
2535	25.07.2014	5:14:00	19,29	24,63	38,14	4,105
2536	25.07.2014	5:24:00	21,28	25,45	38,75	4,242
2537	25.07.2014	5:34:00	18,78	24,84	41,77	4,141
2538	25.07.2014	5:44:00	20,82	27,58	46,77	4,597
2539	25.07.2014	5:54:00	24,04	29	46,53	4,833
2540	25.07.2014	6:04:00	22,50	28,06	41,8	4,676
2541	25.07.2014	6:14:00	23,81	28,82	48,06	4,804
2542	25.07.2014	6:24:00	22,85	28,26	63,72	4,71
2543	25.07.2014	6:34:00	22,80	27,9	65,73	4,65
2544	25.07.2014	6:44:00	22,95	29,33	66,27	4,889
2545	25.07.2014	6:54:00	25,02	31,55	78,68	5,258
2546	25.07.2014	7:04:00	26,31	34,77	70,5	5,795
2547	25.07.2014	7:14:00	31,99	40,19	80,75	6,699
2548	25.07.2014	7:24:00	35,01	42,78	81,08	7,13
2549	25.07.2014	7:34:00	36,86	45,94	80,65	7,657
2550	25.07.2014	7:44:00	39,97	49,31	97,12	8,219
2551	25.07.2014	7:54:00	44,24	54,86	90,47	9,143
2552	25.07.2014	8:04:00	48,18	57,56	93,62	9,594
2553	25.07.2014	8:14:00	51,68	62,11	98,54	10,352
2554	25.07.2014	8:24:00	50,69	61,77	103,35	10,294
2555	25.07.2014	8:34:00	53,62	66,16	96,65	11,027
2556	25.07.2014	8:44:00	56,72	66,28	104,08	11,046
2557	25.07.2014	8:54:00	56,84	68,18	102,48	11,364
2558	25.07.2014	9:04:00	59,28	72,88	112,37	12,147
2559	25.07.2014	9:14:00	61,14	72,54	104,13	12,091
2560	25.07.2014	9:24:00	61,58	73,89	109,28	12,315
2561	25.07.2014	9:34:00	62,29	73,45	103,99	12,242
2562	25.07.2014	9:44:00	65,31	74,83	109,84	12,472
2563	25.07.2014	9:54:00	64,12	75,56	107,73	12,594
2564	25.07.2014	10:04:00	65,10	78,97	126,83	13,162
2565	25.07.2014	10:14:00	68,12	79,01	112,61	13,169
2566	25.07.2014	10:24:00	67,38	80,02	113,56	13,336
2567	25.07.2014	10:34:00	69,42	81,78	117,67	13,63
2568	25.07.2014	10:44:00	71,02	82,26	117,71	13,71
2569	25.07.2014	10:54:00	69,48	80,45	111,24	13,408

## Anexo 12. Curva de Carga por todo el período Edif. Argentum



## Anexo 13. Fotografía instalación analizador

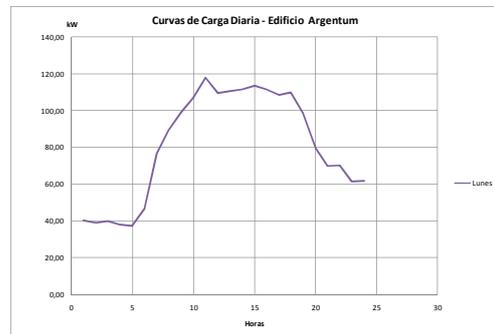
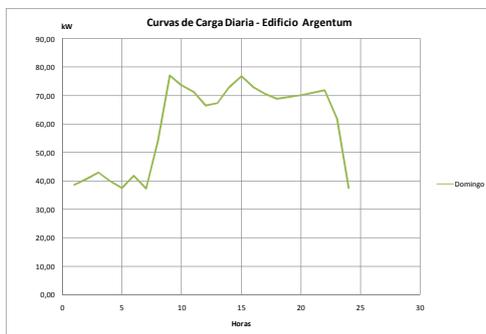
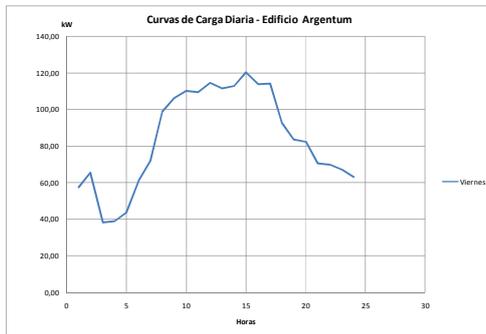
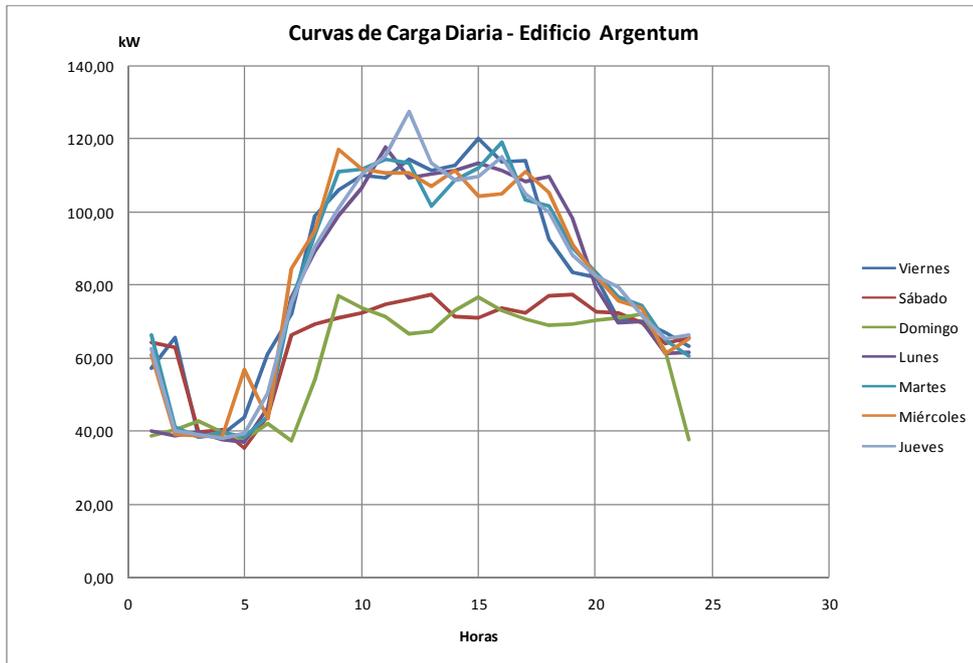


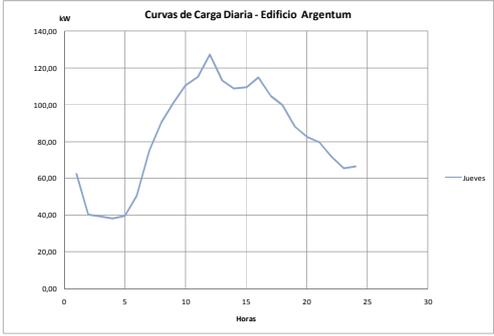
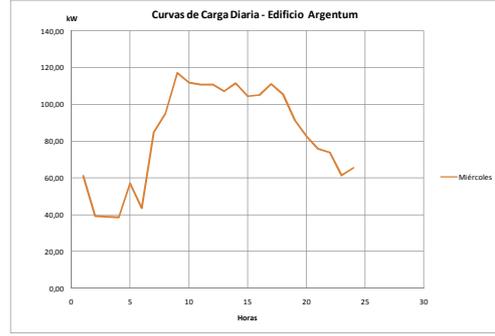
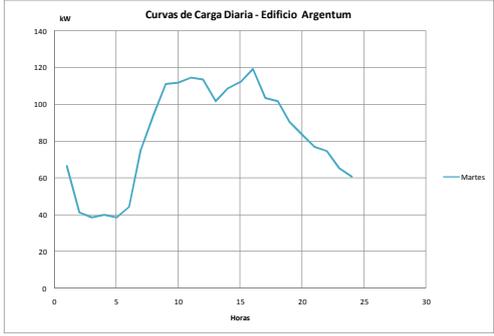
### Anexo 14. Cuadro de Cargas diarias Edif. Argentum

Día hora	Vier 18-jul-14	Sáb 19-jul-14	Dom 20-jul-14	Lun 21-jul-14	Mart 22-jul-14	Mierc 23-jul-14	Juev 24-jul-14
1	57,34	64,56	38,64	40,23	66,4	61,13	62,57
2	65,69	62,98	40,51	38,93	41,27	39,15	40,10
3	38,35	39,66	42,85	39,88	38,73	39,01	39,03
4	39,02	40,51	39,87	37,97	40,02	38,63	38,17
5	43,61	35,31	37,59	37,22	38,61	57,18	39,64
6	61,12	44,00	41,93	46,46	44,15	43,61	50,63
7	72,15	66,57	37,35	76,76	75,45	84,54	75,17
8	98,94	69,58	54,02	89,41	94,12	94,92	90,49
9	106,08	71,08	77,03	99,10	111,09	117,25	101,04
10	110,20	72,54	73,63	106,93	111,76	111,99	110,54
11	109,55	75,00	71,21	117,85	114,36	110,87	115,48
12	114,68	76,17	66,45	109,53	113,5	110,92	127,50
13	111,40	77,65	67,22	110,48	101,67	107,06	113,45
14	112,82	71,41	73,00	111,30	108,77	111,41	108,82
15	120,27	71,26	76,83	113,40	111,97	104,33	109,66
16	113,79	73,92	72,88	111,46	119,11	105,03	115,02
17	114,32	72,48	70,49	108,37	103,26	111,05	104,95
18	92,73	77,23	68,92	109,81	101,65	105,55	99,92
19	83,54	77,65	69,39	98,50	90,34	91,41	88,20
20	82,19	72,88	70,18	79,56	83,41	82,54	82,63
21	70,71	72,69	71,01	69,79	76,92	76,00	79,59
22	70,00	70,00	71,88	70,07	74,38	73,89	71,92
23	67,07	64,10	62,04	61,34	65,07	61,43	65,44
24	63,22	65,95	37,64	61,87	60,69	65,52	66,54
D.Máx kW	120,27	77,65	77,03	117,85	119,11	117,25	127,50
Hora D.Máx	15h00	13h00	9h00	11h00	16h00	9h00	12h00
D.Prom kW	84,12	66,05	59,69	81,09	82,78	83,52	83,19

D.Max Prom	108,09	kW
D. Prom. Total	77,20	kW
Factor de Carga prom	0,71	D.promedio tot/ D.Máx prom

## Anexo 15. Curvas de Carga diaria Edif. Argentum



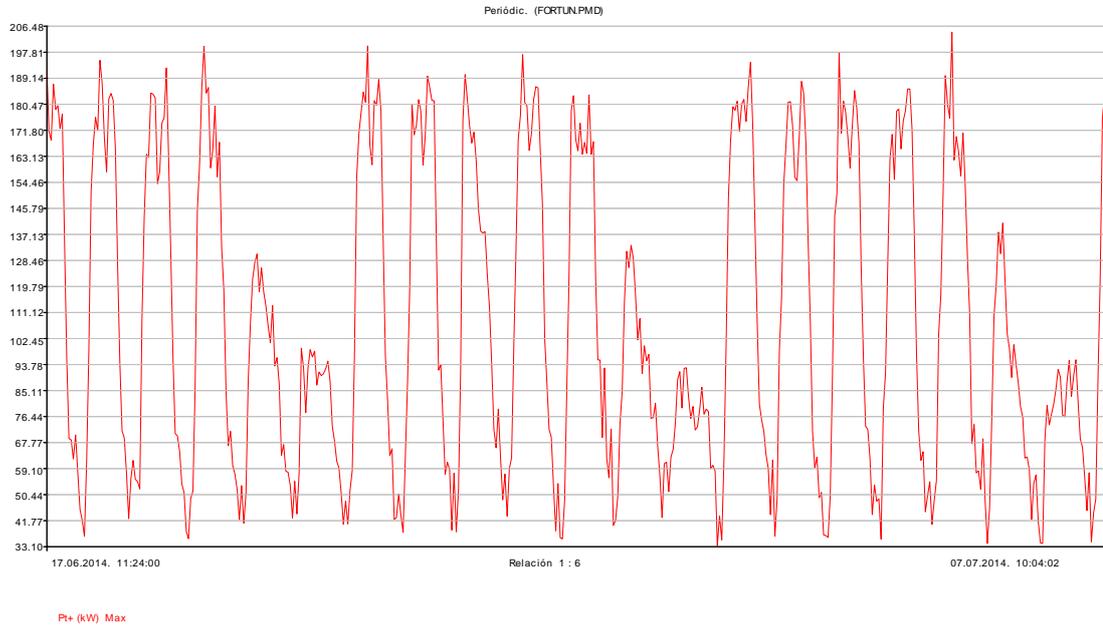


## Anexo 16. Mediciones de campo Edificio Fortune Plaza. (Arch. Excel)

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1	17.06.2014	11:24:00	108,30	121,01	157,75	20,168
2	17.06.2014	11:34:02	113,38	124,77	192,07	20,796
3	17.06.2014	11:44:02	110,03	123,39	181,33	20,565
4	17.06.2014	11:54:02	108,40	123,47	172,72	20,578
5	17.06.2014	12:04:02	112,71	125,5	169,13	20,916
6	17.06.2014	12:14:02	112,68	129,46	184,89	21,577
7	17.06.2014	12:24:02	112,17	127,83	168,15	21,305
8	17.06.2014	12:34:02	109,54	124,79	171,34	20,799
9	17.06.2014	12:44:02	111,11	122,94	168,91	20,49
10	17.06.2014	12:54:02	109,20	120,59	164,06	20,099
11	17.06.2014	13:04:02	102,33	116,85	154,67	19,474
12	17.06.2014	13:14:02	104,40	116,51	147,89	19,419
13	17.06.2014	13:24:02	100,02	114,13	168,44	19,022
14	17.06.2014	13:34:02	98,26	110,93	150,99	18,488
15	17.06.2014	13:44:02	93,83	109,15	145,76	18,191
16	17.06.2014	13:54:02	93,05	104,22	130,8	17,37
17	17.06.2014	14:04:02	96,21	110,32	160,34	18,386
18	17.06.2014	14:14:02	96,44	107,62	149,89	17,937
19	17.06.2014	14:24:02	97,36	109,6	150,24	18,267
20	17.06.2014	14:34:02	100,68	113,21	165,33	18,868
21	17.06.2014	14:44:02	99,58	111,49	164,82	18,582
22	17.06.2014	14:54:02	103,01	117,96	165,8	19,661
23	17.06.2014	15:04:02	106,64	120,16	187,17	20,026
24	17.06.2014	15:14:02	106,13	119,87	151,05	19,978
25	17.06.2014	15:24:02	108,12	122,03	163,53	20,338
26	17.06.2014	15:34:02	110,39	122,22	164,4	20,37
27	17.06.2014	15:44:02	112,02	124,59	160,16	20,766
28	17.06.2014	15:54:02	114,85	125,79	167,92	20,965
29	17.06.2014	16:04:02	113,24	125,87	159,45	20,979
30	17.06.2014	16:14:02	116,85	130,28	178,72	21,713
31	17.06.2014	16:24:02	117,96	131,35	163,97	21,891
32	17.06.2014	16:34:02	116,85	133,42	173,18	22,236
33	17.06.2014	16:44:02	116,36	128,31	174,63	21,385
34	17.06.2014	16:54:02	115,78	131,49	179,89	21,914
35	17.06.2014	17:04:02	120,98	134,44	172,21	22,407
36	17.06.2014	17:14:02	121,00	133,73	159,36	22,288
37	17.06.2014	17:24:02	119,63	132,33	159,2	22,056
38	17.06.2014	17:34:02	119,36	132,42	172,32	22,07
39	17.06.2014	17:44:02	112,89	130,02	172,32	21,67
40	17.06.2014	17:54:02	113,48	125,78	171,38	20,963
41	17.06.2014	18:04:02	112,25	127,77	170,13	21,295
42	17.06.2014	18:14:02	117,45	131,13	165,01	21,855
43	17.06.2014	18:24:02	113,04	125,8	157,41	20,967
44	17.06.2014	18:34:02	100,14	121,15	177,13	20,191
45	17.06.2014	18:44:02	100,40	116,93	159,71	19,489
46	17.06.2014	18:54:02	92,39	109,2	154,21	18,201
47	17.06.2014	19:04:02	89,49	101,11	149,72	16,851
48	17.06.2014	19:14:02	85,93	99,72	139,26	16,619
49	17.06.2014	19:24:02	79,62	93,04	132,94	15,507
50	17.06.2014	19:34:02	75,43	85,03	130,09	14,171
51	17.06.2014	19:44:02	72,42	83,47	134,93	13,912
52	17.06.2014	19:54:02	66,78	80,73	114,73	13,454

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
2820	07.07.2014	1:14:02	27,30	30,41	35,82	5,069
2821	07.07.2014	1:24:02	28,07	30,66	44,31	5,111
2822	07.07.2014	1:34:02	28,40	31,4	35,67	5,233
2823	07.07.2014	1:44:02	26,05	29,12	45,13	4,854
2824	07.07.2014	1:54:02	26,68	29,43	33,79	4,905
2825	07.07.2014	2:04:02	27,37	29,86	33,54	4,977
2826	07.07.2014	2:14:02	26,92	28,9	32,91	4,817
2827	07.07.2014	2:24:02	26,95	29,07	32,91	4,846
2828	07.07.2014	2:34:02	27,57	30	45,25	5
2829	07.07.2014	2:44:02	26,90	29,48	57,72	4,913
2830	07.07.2014	2:54:02	26,37	28,34	32,09	4,723
2831	07.07.2014	3:04:02	26,24	28,66	33,07	4,777
2832	07.07.2014	3:14:02	25,95	28,57	33,51	4,761
2833	07.07.2014	3:24:02	26,06	28,43	32,96	4,738
2834	07.07.2014	3:34:02	26,67	29,27	33,08	4,878
2835	07.07.2014	3:44:02	26,62	29,01	33,42	4,835
2836	07.07.2014	3:54:02	26,40	29,44	32,82	4,907
2837	07.07.2014	4:04:02	26,70	30,1	34,73	5,017
2838	07.07.2014	4:14:02	26,37	28,46	32,27	4,744
2839	07.07.2014	4:24:02	26,92	29,54	44,31	4,923
2840	07.07.2014	4:34:02	26,57	29,53	34,66	4,921
2841	07.07.2014	4:44:02	26,41	30,11	34,46	5,019
2842	07.07.2014	4:54:02	26,42	28,92	32,22	4,82
2843	07.07.2014	5:04:02	26,93	29,29	35,14	4,882
2844	07.07.2014	5:14:02	26,38	29,57	33,92	4,929
2845	07.07.2014	5:24:02	27,23	29,27	33,54	4,879
2846	07.07.2014	5:34:02	26,89	29,08	32,56	4,846
2847	07.07.2014	5:44:02	27,10	30,17	48,97	5,028
2848	07.07.2014	5:54:02	26,03	29,13	33,67	4,854
2849	07.07.2014	6:04:02	26,96	30,04	45,8	5,006
2850	07.07.2014	6:14:02	27,51	29,63	33,12	4,939
2851	07.07.2014	6:24:02	28,44	31,12	60,2	5,186
2852	07.07.2014	6:34:02	28,35	32,34	61,7	5,391
2853	07.07.2014	6:44:02	28,77	32,53	62	5,421
2854	07.07.2014	6:54:02	32,13	38,44	89,18	6,407
2855	07.07.2014	7:04:02	36,87	48,29	83,95	8,049
2856	07.07.2014	7:14:02	50,99	57,93	87,65	9,656
2857	07.07.2014	7:24:02	51,80	59,27	106,06	9,878
2858	07.07.2014	7:34:02	54,52	63,11	120,91	10,518
2859	07.07.2014	7:44:02	59,58	71,75	121,79	11,958
2860	07.07.2014	7:54:02	62,11	72,97	120,97	12,162
2861	07.07.2014	8:04:02	61,84	70,28	106,9	11,714
2862	07.07.2014	8:14:02	63,68	75,26	122,55	12,544
2863	07.07.2014	8:24:02	67,83	80,78	149,27	13,463
2864	07.07.2014	8:34:02	70,45	88,18	161,14	14,696
2865	07.07.2014	8:44:02	75,00	87,6	143,94	14,599
2866	07.07.2014	8:54:02	79,81	97,84	161,98	16,307
2867	07.07.2014	9:04:02	84,64	98,7	175,76	16,45
2868	07.07.2014	9:14:02	86,91	99,5	155,38	16,583
2869	07.07.2014	9:24:02	92,12	102,29	174,96	17,048
2870	07.07.2014	9:34:02	94,37	109,26	167,28	18,21
2871	07.07.2014	9:44:02	99,73	115,26	176,47	19,21
2872	07.07.2014	9:54:02	99,05	114,16	166,57	19,027
2873	07.07.2014	10:04:02	103,72	115,55	184,11	19,258

## Anexo 17. Curva de Carga por todo el período Edif. Fortune



## Anexo 18. Fotografía instalación analizador



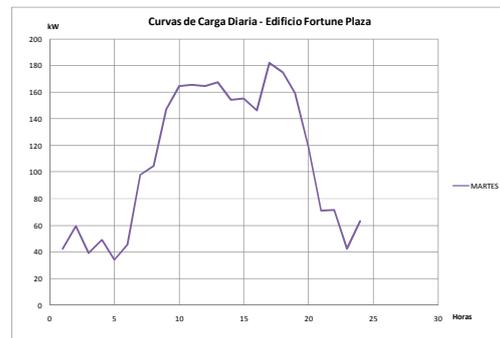
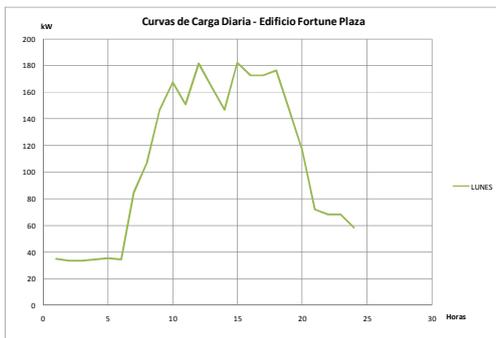
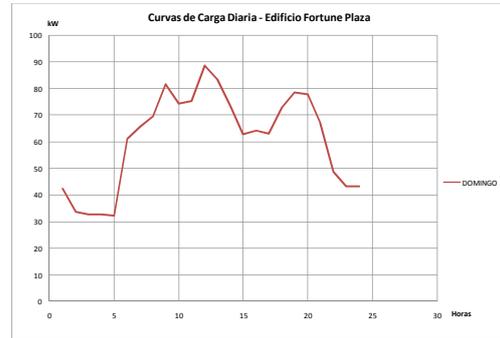
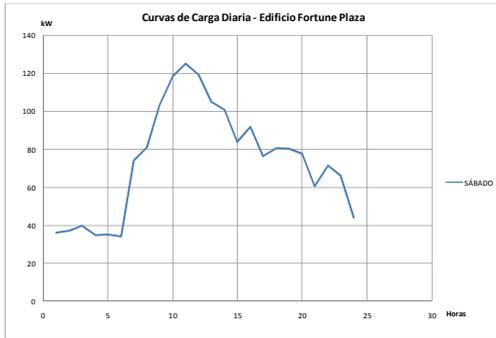
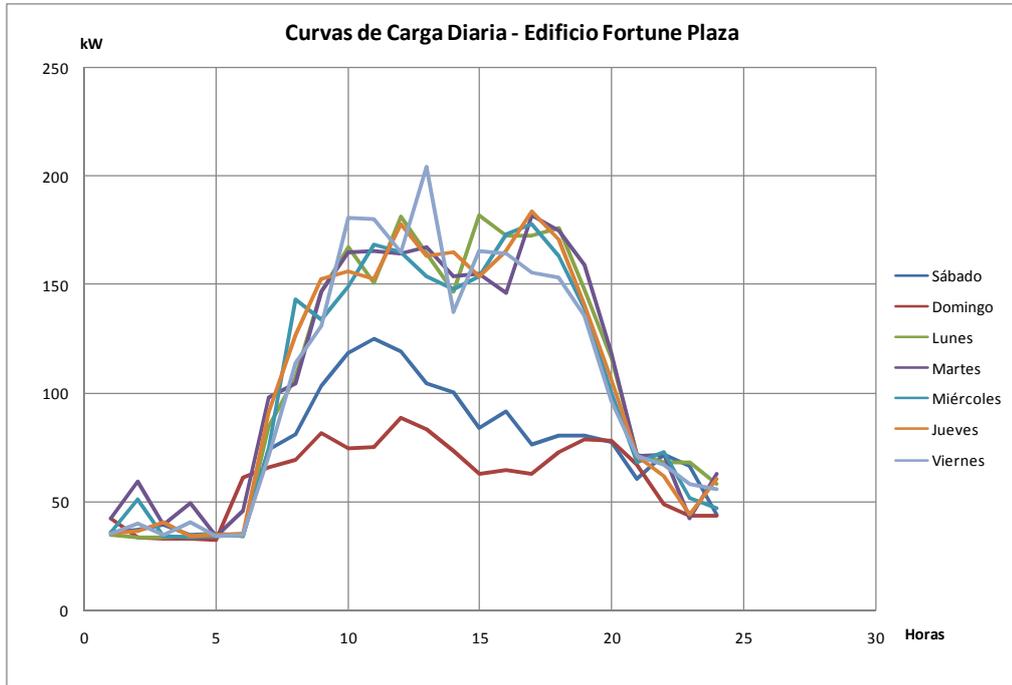


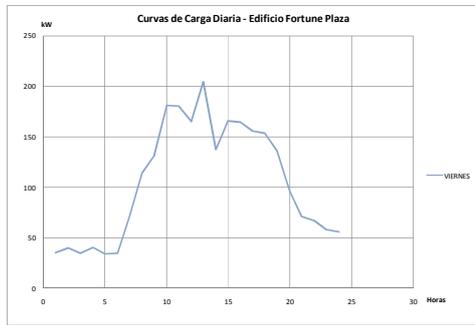
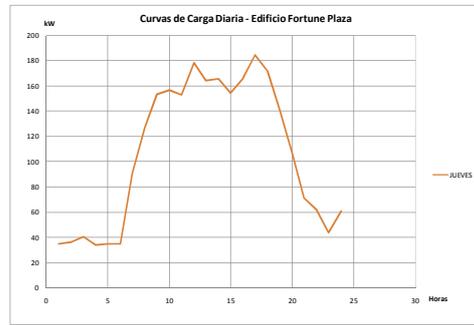
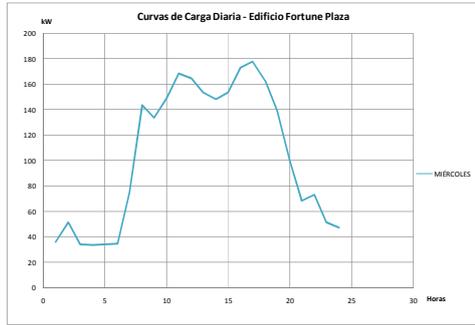
### Anexo 19. Cuadro de Cargas diarias Edif. Fortune Plaza

Día hora	Sab 28-jun-14	Dom 29-jun-14	Lun 30-jun-14	Mart 1-jul-14	Mier 2-jul-14	Juev 3-jul-14	Vier 4-jul-14
1	36,26	42,3	34,61	42,37	35,7	35,26	35,62
2	37,26	33,53	33,55	59,23	51,18	36,56	40,23
3	39,79	32,74	33,43	39,05	34,12	40,66	35,16
4	34,94	32,77	34,17	48,95	33,42	34,17	40,54
5	35,4	32,21	35,38	33,95	33,74	35,04	34,29
6	34,25	61,15	34,22	45,57	34,32	35,18	34,62
7	74,11	65,51	84,75	97,98	74,73	91,08	71,13
8	80,9	69,55	107,41	104,37	143,32	127,13	114,31
9	103,26	81,74	146,95	146,77	133,72	153,09	131,36
10	118,26	74,28	167,49	164,66	149,21	156,32	180,77
11	124,97	75,22	150,94	165,66	168,23	152,72	180,64
12	119,21	88,69	181,46	164,49	164,85	178,17	164,91
13	104,76	83,54	164,24	167,38	153,51	163,79	204,43
14	100,49	73,45	146,81	154,03	148	165,57	137,62
15	83,74	62,74	182,04	154,98	153,55	154,18	166
16	91,89	64,33	172,48	146,25	173,35	165,86	164,57
17	76,41	63,01	172,45	181,99	177,87	184,1	155,47
18	80,54	72,94	176,26	174,93	162,99	171,28	153,18
19	80,41	78,48	147,87	158,99	139,1	141,19	135,57
20	77,63	77,91	116,44	118,66	100,13	106,59	96,24
21	60,52	67,14	71,89	71,04	68,27	71,38	71,52
22	71,46	48,65	68,02	71,54	72,95	61,96	67,41
23	66,27	43,25	68,3	42,3	51,46	43,88	58,6
24	44,08	43,27	58,37	62,89	46,84	60,75	56,26
D.Máx kW	124,97	88,69	182,04	181,99	177,87	184,1	204,43
Hora D.Máx	11h00	12h00	15h00	17h00	17h00	17h00	13h00
D.Prom kW	74,03	61,18	107,90	109,08	104,36	106,91	105,44

D.Max Prom	163,44	kW
D. Prom. Total	95,56	kW
Factor de Carga prom	0,58	D.promedio tot/ D.Máx prom

## Anexo 20. Curvas de Carga diaria Edif. Fortune



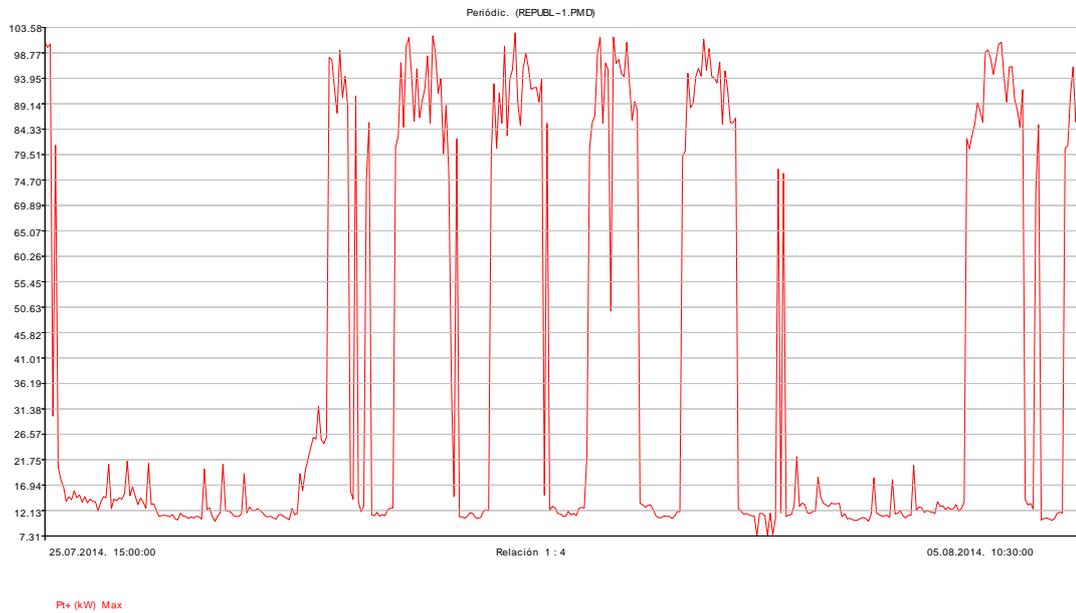


## Anexo 21. Mediciones de campo Edificio República. (Arch. Excel)

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1	25.07.2014	15:00:00	17,73	23,37	91,83	3,895
2	25.07.2014	15:10:00	17,02	24,5	100,72	4,084
3	25.07.2014	15:20:00	16,45	22,21	98,02	3,701
4	25.07.2014	15:30:00	16,55	21,66	96,2	3,61
5	25.07.2014	15:40:00	17,43	20,48	31,15	3,414
6	25.07.2014	15:50:00	21,18	23,06	24,93	3,843
7	25.07.2014	16:00:00	15,64	19,25	25,13	3,208
8	25.07.2014	16:10:00	17,85	24,93	99,82	4,155
9	25.07.2014	16:20:00	15,71	18,54	25,01	3,089
10	25.07.2014	16:30:00	15,10	20,9	81,92	3,483
11	25.07.2014	16:40:00	14,95	22,69	100,45	3,782
12	25.07.2014	16:50:00	13,61	18,38	96,31	3,064
13	25.07.2014	17:00:00	13,48	16,27	30,01	2,712
14	25.07.2014	17:10:00	12,76	15,93	23,18	2,654
15	25.07.2014	17:20:00	12,94	15,03	20,7	2,504
16	25.07.2014	17:30:00	13,21	14,82	20,2	2,471
17	25.07.2014	17:40:00	12,40	14,2	19,27	2,367
18	25.07.2014	17:50:00	11,63	13,98	20,37	2,329
19	25.07.2014	18:00:00	12,71	16,1	81,29	2,683
20	25.07.2014	18:10:00	11,99	13,96	20,03	2,327
21	25.07.2014	18:20:00	11,51	13,52	19,05	2,253
22	25.07.2014	18:30:00	11,64	14,46	19,15	2,409
23	25.07.2014	18:40:00	10,39	13,26	19,15	2,21
24	25.07.2014	18:50:00	10,41	13,07	20,3	2,179
25	25.07.2014	19:00:00	11,46	13,24	17,95	2,206
26	25.07.2014	19:10:00	10,00	11,93	16,88	1,988
27	25.07.2014	19:20:00	9,70	11,47	16,92	1,912
28	25.07.2014	19:30:00	9,55	10,96	17,7	1,827
29	25.07.2014	19:40:00	9,24	10,54	16,15	1,757
30	25.07.2014	19:50:00	9,19	10,82	16,6	1,804
31	25.07.2014	20:00:00	8,60	10,46	15,91	1,743
32	25.07.2014	20:10:00	7,35	8,99	14,13	1,499
33	25.07.2014	20:20:00	6,64	7,93	13,29	1,322
34	25.07.2014	20:30:00	6,86	8,61	13,36	1,435
35	25.07.2014	20:40:00	7,08	8,4	13,85	1,4
36	25.07.2014	20:50:00	6,81	7,87	13,73	1,312
37	25.07.2014	21:00:00	6,54	7,83	13,91	1,306
38	25.07.2014	21:10:00	6,63	7,92	13,37	1,321
39	25.07.2014	21:20:00	6,58	8,08	13,97	1,346
40	25.07.2014	21:30:00	7,35	9,13	14,72	1,521
41	25.07.2014	21:40:00	7,16	8,55	14,17	1,426
42	25.07.2014	21:50:00	7,09	8,33	13,82	1,389
43	25.07.2014	22:00:00	7,36	8,7	14,05	1,45
44	25.07.2014	22:10:00	7,14	8,33	13,75	1,389
45	25.07.2014	22:20:00	6,91	8,7	15,82	1,449
46	25.07.2014	22:30:00	6,94	8,1	13,45	1,35
47	25.07.2014	22:40:00	6,98	8,19	13,82	1,365
48	25.07.2014	22:50:00	7,05	8,12	13,48	1,353
49	25.07.2014	23:00:00	7,20	8,56	14,53	1,427
50	25.07.2014	23:10:00	7,37	8,52	14,24	1,42

Nº de Registro	Fecha	Hora	Potencia Mín (kW)	Potencia Prom (kW)	Potencia Max (kW)	Energía (kWh)
1507	05.08.2014	2:00:00	4,35	5,11	8,42	0,852
1508	05.08.2014	2:10:00	4,11	5,11	10,6	0,852
1509	05.08.2014	2:20:00	4,13	4,96	8,29	0,826
1510	05.08.2014	2:30:00	3,89	4,8	10	0,8
1511	05.08.2014	2:40:00	3,92	4,79	7,67	0,799
1512	05.08.2014	2:50:00	4,11	5,38	10,7	0,897
1513	05.08.2014	3:00:00	4,07	4,84	6,46	0,807
1514	05.08.2014	3:10:00	3,99	4,92	10,04	0,82
1515	05.08.2014	3:20:00	4,07	5,08	7,44	0,846
1516	05.08.2014	3:30:00	4,31	5,02	10,52	0,837
1517	05.08.2014	3:40:00	4,00	4,64	7,66	0,773
1518	05.08.2014	3:50:00	3,86	5,1	9,78	0,85
1519	05.08.2014	4:00:00	4,06	4,81	7,76	0,801
1520	05.08.2014	4:10:00	3,97	4,63	10,26	0,771
1521	05.08.2014	4:20:00	4,12	5,2	7,73	0,866
1522	05.08.2014	4:30:00	4,03	4,85	10,61	0,809
1523	05.08.2014	4:40:00	4,04	5,1	8,41	0,85
1524	05.08.2014	4:50:00	4,13	5,06	8,1	0,844
1525	05.08.2014	5:00:00	4,39	5,55	10,41	0,925
1526	05.08.2014	5:10:00	5,21	6,57	9,5	1,095
1527	05.08.2014	5:20:00	4,96	6,13	11,57	1,021
1528	05.08.2014	5:30:00	5,08	5,84	7,25	0,973
1529	05.08.2014	5:40:00	4,93	6,03	11,77	1,006
1530	05.08.2014	5:50:00	4,84	5,84	8,02	0,973
1531	05.08.2014	6:00:00	4,84	5,74	10,98	0,956
1532	05.08.2014	6:10:00	4,79	5,88	8,93	0,979
1533	05.08.2014	6:20:00	5,07	6,08	7,95	1,014
1534	05.08.2014	6:30:00	5,07	6,15	11,66	1,026
1535	05.08.2014	6:40:00	4,81	5,54	7,16	0,923
1536	05.08.2014	6:50:00	4,27	5,47	10,39	0,912
1537	05.08.2014	7:00:00	4,48	5,68	19,62	0,947
1538	05.08.2014	7:10:00	5,48	6,82	12,46	1,136
1539	05.08.2014	7:20:00	6,03	7,53	11,22	1,255
1540	05.08.2014	7:30:00	6,18	9,97	80,64	1,662
1541	05.08.2014	7:40:00	6,70	8,77	13,89	1,462
1542	05.08.2014	7:50:00	7,04	8,82	38,3	1,469
1543	05.08.2014	8:00:00	8,52	12,73	81,23	2,121
1544	05.08.2014	8:10:00	9,03	14,12	80,52	2,354
1545	05.08.2014	8:20:00	10,32	13,91	79,99	2,319
1546	05.08.2014	8:30:00	10,73	14,55	82,59	2,425
1547	05.08.2014	8:40:00	12,17	14,53	80,62	2,422
1548	05.08.2014	8:50:00	12,42	17,82	90,89	2,969
1549	05.08.2014	9:00:00	13,04	16,48	92,98	2,747
1550	05.08.2014	9:10:00	12,33	19,06	96,09	3,177
1551	05.08.2014	9:20:00	13,97	21,36	94,45	3,56
1552	05.08.2014	9:30:00	13,15	16,26	42,91	2,71
1553	05.08.2014	9:40:00	14,03	18,19	82,12	3,032
1554	05.08.2014	9:50:00	15,11	23,73	85,68	3,955
1555	05.08.2014	10:00:00	15,81	19,26	74,33	3,209
1556	05.08.2014	10:10:00	16,07	21,03	85,1	3,505
1557	05.08.2014	10:20:00	16,58	19,84	93,19	3,307
1558	05.08.2014	10:30:00	16,67	20,75	87,79	3,459

## Anexo 22. Curva de Carga por todo el período Edif. República



## Anexo 23. Fotografía instalación analizador



## Anexo 24. Cuadro de Cargas diarias Edif. República

Día hora	Sáb 26-jul-14	Dom 27-jul-14	Lun 28-jul-14	Mar 29-jul-14	Mier 30-jul-14	Jue 31-jul-14	Vier 1-ago-14
1	14,09	10,49	10,03	11,19	11,04	11,04	10,5
2	13,56	11,07	10,06	10,93	11,71	10,93	10,09
3	13,83	9,95	10,62	11,03	10,62	10,92	10,25
4	13,77	10,38	10,17	10,81	10,59	10,55	10,3
5	12,49	10,18	11,14	10,98	10,38	10,02	10,63
6	14,71	10,13	11,34	12,61	12,3	11,68	11,13
7	20,90	19,97	19,07	78,06	20,19	22,54	77,95
8	12,48	11,23	14,85	14,81	92,91	15,2	80,18
9	13,98	10,93	19,38	81,71	80,31	22,47	81,33
10	14,52	9,75	22,5	22,12	85,46	24,12	82,85
11	13,98	10,88	24,46	94,58	80,75	53,76	23,13
12	21,50	20,85	31,87	45,08	84,71	85,24	83,77
13	14,17	11,08	23,74	45,69	102,56	27,25	23,28
14	12,81	11,28	24,31	89,68	89,13	26,72	28,77
15	13,13	10,38	97,52	28,9	87,88	28,12	23,63
16	12,86	10,52	86,67	85,45	86,89	94,86	93,07
17	21,05	19,12	99,27	94,97	34,98	93,31	28,22
18	13,26	10,81	90,36	44,6	89,68	91,85	89,34
19	11,93	12,15	88,1	19,69	23,98	86,18	16,71
20	10,62	11,38	14,53	16,42	83,53	14,8	77,45
21	10,15	11,51	90,63	36,05	13,37	12,31	8,3
22	10,10	11,7	11,08	12,25	12	12,53	8,89
23	11,38	10,32	11,43	10,54	12,6	12,6	11,36
24	10,39	10,72	11,57	10,42	11,03	11,62	6,54
D.Máx kW	21,5	20,85	99,27	94,97	102,56	94,86	93,07
Hora D.Máx	12h00	12h00	17h00	17h00	13h00	16h00	16h00
D.Prom kW	13,82	11,95	35,20	37,44	48,28	33,36	37,82

D.Max Prom	75,30	kW
D. Prom. Total	31,12	kW
Factor de Carga prom	0,41	D.promedio tot/ D.Máx prom

## Anexo 25. Curvas de Carga diaria Edif. República

