



CONVENIO INTERINSTITUCIONAL UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA – UPME - CV-003/15, INSTITUTO DE PLANIFICACION Y PROMOCION DE SOLUCIONES ENERGETICAS PARA LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS – IPSE -005/2015 Y LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS – UDFJC PARA LA REALIZACIÓN DEL PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PARA EL DEPARTAMENTO DEL CUNDINAMARCA – PERS CUNDINAMARCA

Plan de Energización Rural Sostenible **del Departamento de Cundinamarca**

PERS

Diagnóstico energético del departamento de Cundinamarca

Bogotá D.C., 06 de mayo de 2017

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Carrera 8 No. 40-62. Sede Edificio Suárez Copete 3er Piso.
Unidad de Extensión Facultad de Ingeniería.
Teléfono: 3239300 Ext: 1711
E mail: perscundinamarca@udistrital.edu.co

CONVENIO INTERINSTITUCIONAL UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA
– UPME - CV-003/15, INSTITUTO DE PLANIFICACION Y PROMOCION DE
SOLUCIONES ENERGETICAS PARA LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS – IPSE -
005/2015 Y LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS – UDFJC
PARA LA REALIZACIÓN DEL PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PARA
EL DEPARTAMENTO DEL CUNDINAMARCA – PERS CUNDINAMARCA

Diagnóstico Energético del Departamento de Cundinamarca

Preparado por:

Coordinador Demanda:

César Leonardo Trujillo Rodríguez

Asistentes de Investigación:

Carmenza Moreno Roa

Angélica Aldana

Revisado por:

Francisco Santamaría Piedrahita

Bogotá D.C, 06 de mayo de 2017

Índice General

1	Introducción	10
2	Caracterización del consumo energético del sector residencial rural	11
2.1	Caracterización del consumo energético por usos y procesos	11
2.1.1	Caracterización del consumo energético por usos	11
2.1.2	Caracterización del consumo de energía eléctrica por proceso	14
2.2	Caracterización del consumo energético por fuente	15
2.2.1	Consumo de GLP	17
2.2.1	Consumo de leña	18
2.2.2	Consumo de Energía Eléctrica	21
2.2.3	Consumo de Kerosene/Gasolina	22
2.2.4	Consumo de Carbón Vegetal	23
2.2.5	Consumo de Gas Natural	23
2.2.6	Consumo de ACPM	24
2.3	Caracterización del Servicio de Energía Eléctrica	25
2.3.1	Servicio de energía eléctrica en el sector residencial del departamento de Cundinamarca	25
2.3.2	Cantidad de días y horas de servicio	26
2.3.3	Interrupciones del servicio	28
2.3.4	Consumo promedio de energía eléctrica y costos	29
2.3.5	Demanda de energía eléctrica en función de la altitud y consumo de subsistencia	31
2.4	Cocción de alimentos	33
2.4.1	Consumo de energéticos para cocción	33
2.4.2	Lugar en donde se preparan los alimentos	35
2.4.3	Lugar de extracción de la leña	35
2.4.4	Lugar de adquisición de la leña	36
2.4.5	Tipo de estufa de leña	36
2.4.6	Hogares que cuentan con horno para cocción	37

2.5	Consumos de energía en los sectores comercial e institucional.....	38
2.5.1	Caracterización Consumo por Fuente	38
2.5.2	Uso de la Energía eléctrica en los sectores comercial e institucional	38
2.5.3	Principales electrodomésticos usados en estos sectores	40
2.6	Consumo Básico de Referencia	41
2.6.1	Consumo básico de referencia: Escenario 1	47
2.6.1	Consumo básico de referencia: Escenario 2.....	49
2.6.2	Comparación de escenarios y análisis de costos.....	54
3	Demanda de Energía Eléctrica del Departamento de Cundinamarca	58
3.1	Modelo de demanda Utilizado	58
3.2	Proyección de la demanda de Energía Eléctrica 2016-2031	59
3.2.1	Datos de entrada	59
3.2.2	Resultados de la proyección de demanda energía 2016-2031	62
3.2.3	Proyecciones de demanda total por provincia	79
3.2.4	Observaciones sobre la proyección de la demanda de energía eléctrica de Cundinamarca	88
3.3	Indicadores Energéticos de Desarrollo Sostenible	88
3.3.1	Dimensión Social	89
3.3.2	Dimensión Económica	93
4	Conclusiones	96
5	Anexos	98
5.1	Registro fotográfico tipo de estufas en Cundinamarca.	98
5.2	Proyecciones de demanda por provincia.....	101
5.3	Base de Datos procesados	101
5.4	Consumos Comerciales e Institucionales	101

Índice de Figuras

Figura 1. Fuente principal de iluminación en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	12
Figura 2. Uso de nevera o refrigerador por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca	12
Figura 3. Uso de aire acondicionado o ventilador por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca	13
Figura 4. Porcentaje de uso de computadores en cada provincia para las zonas rurales del departamento de Cundinamarca	14
Figura 5. Consumo de energía eléctrica por proceso en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	14
Figura 6. Consumo diario de energía eléctrica por proceso en cada provincia de las zonas rurales del departamento de Cundinamarca.....	15
Figura 7. Consumo energético por fuente en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	16
Figura 8. Consumo energético por fuente y por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca en Mcal/mes	17
Figura 9. Participación del consumo de GLP en los hogares rurales del Departamento de Cundinamarca	18
Figura 10. Consumo de GLP en Mcal/mes por Provincias en los hogares rurales del Departamento de Cundinamarca.....	18
Figura 11. Participación del consumo de leña en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	19
Figura 12. Consumo de leña en Mcal/mes por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca	19
Figura 13. Participación del consumo de Energía Eléctrica en los hogares rurales de Cundinamarca.....	21
Figura 14. Consumo de Energía Eléctrica en kWh/mes por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	22
Figura 15. Consumo de Kerosene/Gasolina en Mcal/mes por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	22
Figura 16. Consumo de carbón vegetal en Mcal/mes por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca	23
Figura 17. Consumo de Gas Natural en Mcal/mes por provincias en los hogares rurales del Departamento de Cundinamarca.....	24
Figura 18. Consumo de ACPM en Mcal/mes por provincias en los hogares rurales del Departamento de Cundinamarca.....	24

Figura 19. Servicio de energía eléctrica en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	25
Figura 20. Servicio de energía eléctrica por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	26
Figura 21. Días de servicio de energía eléctrica en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	27
Figura 22. Cantidad de días de servicio de energía eléctrica por provincia en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	27
Figura 23. Interrupciones del servicio de energía eléctrica en los hogares rurales del Departamento de Cundinamarca.....	28
Figura 24. Interrupciones del servicio de energía eléctrica, por provincia en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	29
Figura 25. Promedio del consumo de energía eléctrica kWh/mes durante seis meses, por provincia en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	30
Figura 26. Costo promedio mensual del servicio de energía eléctrica por provincia en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca	31
Figura 27. Costo promedio del servicio de energía eléctrica, por provincia en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	31
Figura 28. Demanda promedio de energía en las zonas rurales de Cundinamarca vs. A.S.N.M.	32
Figura 29. Uso de combustibles para cocción en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	33
Figura 30. Uso de combustibles para cocción por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca	34
Figura 31. Consumo de energía por fuente para cocción de alimentos en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	34
Figura 32. Lugar donde se preparan los alimentos en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	35
Figura 33. Lugar de extracción de la leña en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	35
Figura 34. Lugar de adquisición de la leña en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	36
Figura 35. Tipo de estufa de leña en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca.....	36
Figura 36. Porcentaje de hogares rurales con horno y tipo de combustible utilizado en el departamento de Cundinamarca	37
Figura 37. Combustible utilizado para el horno por provincias en los hogares rurales de Cundinamarca	37
Figura 38. Consumo energético por fuente en el sector comercial e institucional en el departamento de Cundinamarca	38

Figura 39 Uso de electrodomésticos para refrigeración	39
Figura 40. Número promedio de electrodomésticos en sectores comercial e institucional	40
Figura 41. Promedio horas de uso electrodomésticos en sector comercial e institucional	41
Figura 42 Participación por uso/electrodoméstico en las zonas rurales de Cundinamarca.....	44
Figura 43 Consumo promedio de energía por provincia en las zonas rurales de Cundinamarca.....	45
Figura 44. Consumo básico de referencia escenario 1 en kWh/mes por hogar rural para Cundinamarca.....	47
Figura 45. Iluminación por tecnología en las zonas rurales de Cundinamarca	49
Figura 46. Iluminación por tecnología, análisis por Provincias	50
Figura 47. Etiquetado energético Colombia para refrigerador. Tomado de: https://www.minminas.gov.co/retiq	51
Figura 48. Etiquetado energético Colombia para acondicionador de aire. Tomado de: https://www.minminas.gov.co/retiq	52
Figura 49. Consumo básico de referencia escenario 2 en kWh/mes por hogar rural para Cundinamarca.....	54
Figura 50. Comparación de los consumos básicos de referencia para los dos escenarios propuestos	54
Figura 51. Función de Demanda. (Fuente: UPME 2015).....	58
Figura 52. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Almeidas.....	63
Figura 53. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Alto Magdalena..	64
Figura 54. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Bajo Magdalena.	65
Figura 55. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Gualivá	66
Figura 56. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Guavio	67
Figura 57. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Magdalena Centro	68
Figura 58. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Medina	69
Figura 59. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Rionegro.....	71
Figura 60. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Sabana Centro ..	72
Figura 61. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Sabana Occidente	73
Figura 62. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Oriente	70
Figura 63. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Soacha	74
Figura 64. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Sumapaz	75
Figura 65. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Tequendama	76
Figura 66. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Ubaté.....	77

Índice de Tablas

Tabla 1. Peso leña usada por día por provincia.	20
Tabla 2. Promedio de consumo diario en iluminación en sector comercial e institucional	39
Tabla 3. Consumo de refrigeración del sector comercial e institucional	39
Tabla 4. Promedio de Consumo diario de Energía Eléctrica para adecuar el ambiente en sector comercial e institucional	40
Tabla 5. Consumo mensual por electrodoméstico o uso por vivienda para las zonas rurales de las 15 provincias de Cundinamarca	46
Tabla 6. Consumo mensual por electrodoméstico o uso por vivienda para las zonas rurales de las 15 provincias de Cundinamarca para el escenario 1	48
Tabla 7. Consumo mensual por electrodoméstico o uso por vivienda para las zonas rurales de las 15 provincias de Cundinamarca para el escenario 2	53
Tabla 8. Consumos básicos de referencia por hogar y porcentajes de ahorro	55
Tabla 9. Demanda inicial por hogar en cada provincia	59
Tabla 10. Demanda final por provincia	60
Tabla 11. Número de usuarios	62
Tabla 12. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Almeidas	63
Tabla 13. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Alto Magdalena	64
Tabla 14. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Bajo Magdalena	65
Tabla 15. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Gualivá	66
Tabla 16. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Guavio	67
Tabla 17. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Magdalena Centro	68
Tabla 18. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Medina	69
Tabla 19. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Rionegro	71
Tabla 20. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Sabana Centro	72
Tabla 21. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Sabana Occidente	73

Tabla 22. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Oriente	70
Tabla 23. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Soacha	74
Tabla 24. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Sumapaz	75
Tabla 25. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Tequendama	76
Tabla 26. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Ubaté	77
Tabla 27. Proyección Demanda Total. Provincia de Almeidas	79
Tabla 28. Proyección Demanda Total. Provincia de Alto Magdalena	80
Tabla 29. Proyección Demanda Total. Provincia de Bajo Magdalena	80
Tabla 30. Proyección Demanda Total. Provincia de Gualivá	81
Tabla 31. Proyección Demanda Total. Provincia de Guavio	81
Tabla 32. Proyección Demanda Total. Provincia de Magdalena Centro	82
Tabla 33. Proyección Demanda Total. Provincia de Medina	83
Tabla 34. Proyección Demanda Total. Provincia de Oriente	83
Tabla 35. Proyección Demanda Total. Provincia de Rionegro	84
Tabla 36. Proyección Demanda Total. Provincia de Sabana Centro	84
Tabla 37. Proyección Demanda Total. Provincia de Sabana Occidente	85
Tabla 38. Proyección Demanda Total. Provincia de Soacha	86
Tabla 39. Proyección Demanda Total. Provincia de Sumapaz	86
Tabla 40. Proyección Demanda Total. Provincia de Tequendama	87
Tabla 41. Proyección Demanda Total. Provincia de Ubaté	87
Tabla 42. Indicador social del Tema: Equidad. Subtema: Accesibilidad	90
Tabla 43. Indicador social del Tema: Equidad. Subtema: Asequibilidad	90
Tabla 44. Indicador social del Tema: Equidad. Subtema: Disparidades (I)	91
Tabla 45. Indicador social del Tema: Equidad. Subtema: Disparidades (II)	91
Tabla 46. Indicador social del Tema: Equidad. Subtema: Disparidades (III)	92
Tabla 47. Indicador Dimensión Económica. Tema: Uso Global	93
Tabla 48. Indicador Dimensión Económica. Tema: Ahorro	95

1 Introducción

Uno de los objetivos del Plan de Energización Rural Sostenible para el Departamento de Cundinamarca (PERS-Cundinamarca) desarrollado entre 2015-2016, fue la realización de un diagnóstico energético de las zonas rurales de las 15 provincias con que cuenta el departamento.

Para esto se utilizó como principal insumo la denominada información primaria, la cual corresponde a la información recogida a través de encuestas aplicadas a los sectores: residencial, comercial e institucional/industrial de Cundinamarca. La metodología empleada para determinar la muestra estadística se definió tal y como se describe en el documento *Informe Estadístico PERS Cundinamarca*. Esta información fue sistematizada y procesada, y los reportes fueron analizados con el fin de realizar una depuración de datos atípicos y encuestas no válidas.

En dicho documento se muestra el proceso de análisis de la información primaria, realizando primero un estudio de las diferencias entre el diseño de muestreo y la cantidad de encuestas reales válidas obtenidas en el trabajo de campo. Con esta comparación se determinó el error relativo real del estudio, los factores de expansión para evitar sesgos por información obtenida en municipios y subregiones con mayor cantidad de unidades primarias, y finalmente, el cálculo del efecto de diseño, parámetro determinante en la selección de muestreo en proyectos similares.

Una vez se depuraron las bases de datos se procedió a interpretarlos y a extraer valores indirectos de la información consignada en el instrumento. Estos campos, especialmente destinados a la determinación de consumo de energía eléctrica, gas, leña y otros combustibles, fueron nuevamente procesados para discriminar consumos en viviendas, locales comerciales e instituciones.

En el presente informe, se analizan los datos obtenidos para caracterizar cada uno de los sectores objeto del estudio. En estos análisis, primero se caracterizan las unidades primarias de muestreo (hogares, comercios e instituciones) en cuanto a su constitución y acceso a servicios públicos, para pasar a detallar el consumo de energía por fuente y usos. Con esta información, y teniendo en cuenta los electrodomésticos más utilizados, se procede a calcular los consumos básicos de referencia por subregión, se realiza la proyección de la demanda y se relacionan los indicadores energéticos de desarrollo sostenible. Finalmente se presentan las conclusiones.

2 Caracterización del consumo energético del sector residencial rural

El análisis de información corresponde al sector residencial rural, para el cual se presenta una caracterización de los consumos energéticos en todas las actividades que se desarrollan al interior de los hogares del departamento de Cundinamarca. Inicialmente se presenta el consumo de energéticos por usos y procesos, seguido del consumo por fuentes.

Posteriormente se despliega la caracterización del servicio de energía eléctrica en el departamento. Se presentan aspectos como cantidad de días y horas de servicio, consumos y costos, demanda de energía eléctrica en función de la altitud y consumo de subsistencia, interrupciones, entre otros.

Finalmente, se presenta la caracterización del consumo de energía para cocción de alimentos, aspectos como la discriminación del tipo de combustible principal empleado para esta actividad, el tipo de estufa empleada, lugar en donde se preparan los alimentos, entre otros.

2.1 Caracterización del consumo energético por usos y procesos

La obtención de la información primaria estuvo orientada en la aplicación de 1.678 encuestas a la muestra estadística residencial de las 15 provincias del departamento de Cundinamarca. A partir de dicha información y con base en los factores de expansión estadística por provincia, se extrapolaron los resultados obtenidos en las encuestas, y se encontró el comportamiento de los consumos energéticos del sector residencial rural en el departamento de Cundinamarca.

Dentro de los parámetros que hicieron parte de la encuesta y que sirvieron como insumo para la caracterización del consumo energético, se encuentra el inventario de equipos eléctricos y térmicos con los que se contaba en los hogares encuestados. Además de considerarse todas las fuentes de energía utilizadas, sus patrones de uso y los aspectos asociados a la preparación de alimentos.

2.1.1 Caracterización del consumo energético por usos

En este apartado se analiza el uso de la energía en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca. Inicialmente se encontró que el 95,54% de las viviendas rurales del departamento utilizan la energía eléctrica como su principal

fuentes de iluminación. Además, se observa que existe un 3,75% que utiliza velas, 0,44% pilas o baterías, 0,22% lámparas de kerosene/petróleo y los porcentajes más bajos se encuentran en las lámparas de GLP y gasolina (Ver Figura 1).

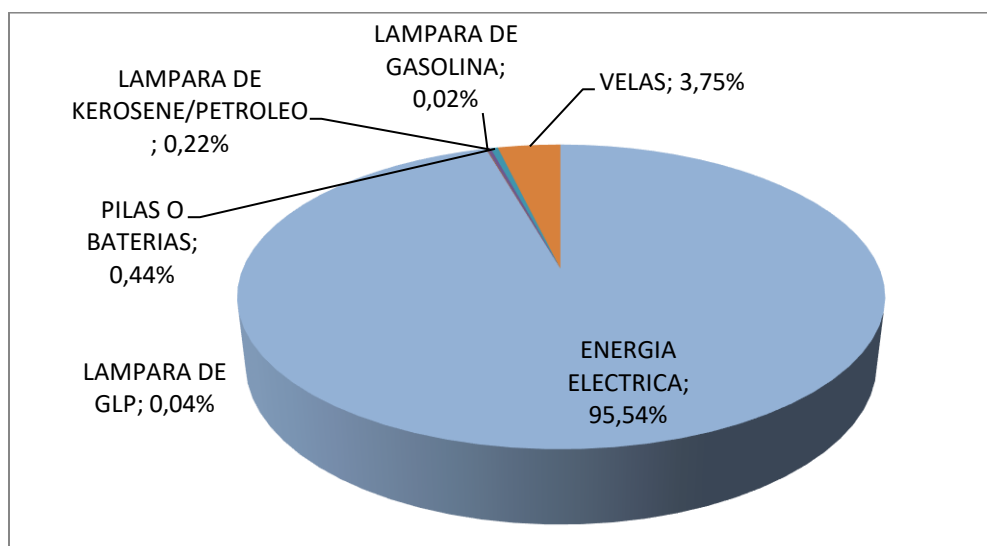


Figura 1. Fuente principal de iluminación en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

Igualmente y dentro de los resultados obtenidos en las encuestas, se encontró que el uso de las neveras o refrigeradores alcanza el 74,78% de los hogares encuestados. Las provincias en las cuales se hace mayor uso de nevera o refrigerador es Sabana Centro y Tequendama. La ausencia de estos elementos se presenta especialmente en las provincias de Ubaté y Guavio (Ver Figura 2).

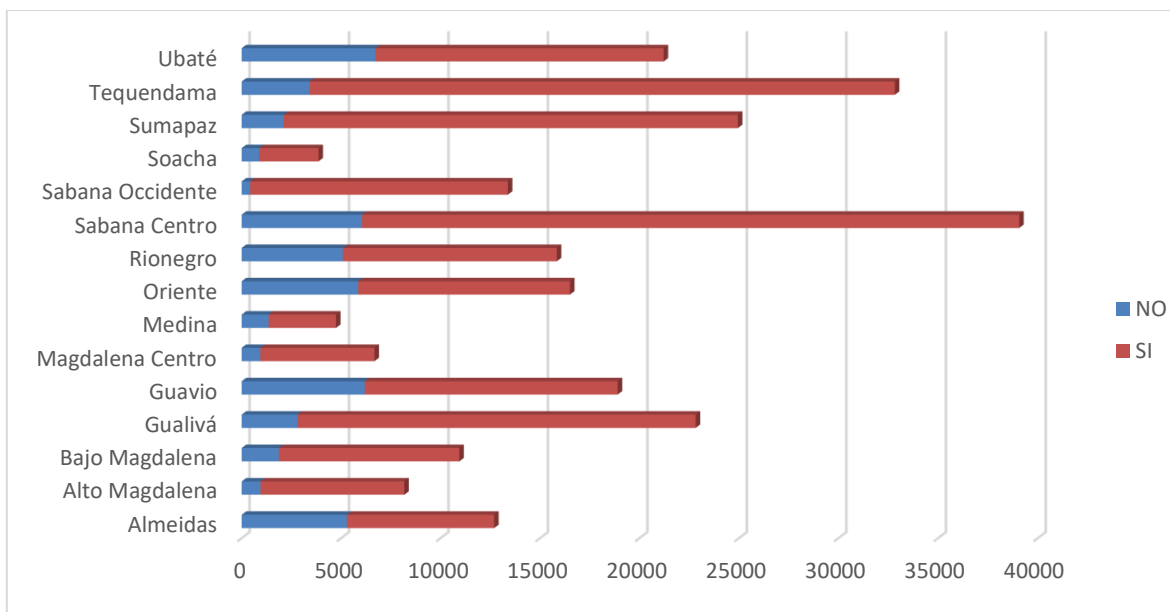


Figura 2. Uso de nevera o refrigerador por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

La presencia de equipos de aire acondicionado o ventilación es poca en la zona rural del departamento, pues sólo un 4,24% de las viviendas cuentan con este tipo de artefactos. Sin embargo, su impacto desde el punto de vista de demanda de energía eléctrica puede ser significativo en algunas provincias. Las provincias en las cuales existe mayor presencia de equipos de ventilación o aire acondicionado corresponden a Tequendama y Alto Magdalena. Por otra parte, las provincias en donde se evidencia menor presencia de estos artefactos son Tequendama, Sabana Centro y Sumapaz (Ver Figura 3).

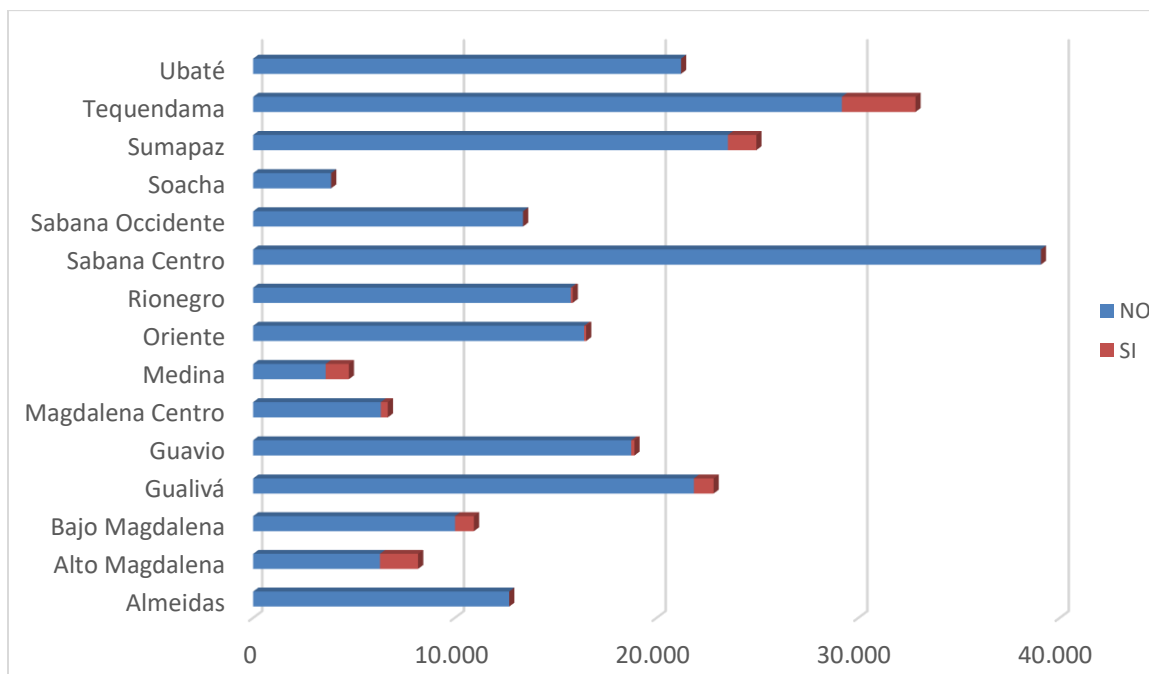


Figura 3. Uso de aire acondicionado o ventilador por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

En cuanto al uso de computadores en cada provincia del departamento, se observa una baja penetración del uso de estos elementos en los hogares rurales de Cundinamarca (Figura 4). El mayor porcentaje se presenta en Sabana Occidente, en donde el 12,5% de los hogares cuentan con computador. Este porcentaje es muy bajo, ya que significa que de los 13.381 hogares rurales de la provincia solamente en 1.673 tienen acceso directo a esta tecnología. De otro lado, en Magdalena Centro se presenta el porcentaje más bajo con solo un 0,74%, que corresponde a 49 viviendas.

Estos porcentajes son un indicador de la falta de acceso a nuevas tecnologías por parte de la población rural del departamento. Por tanto, representan un evidente reto a asumir por los gobiernos departamental y nacional en el mediano y corto plazo.

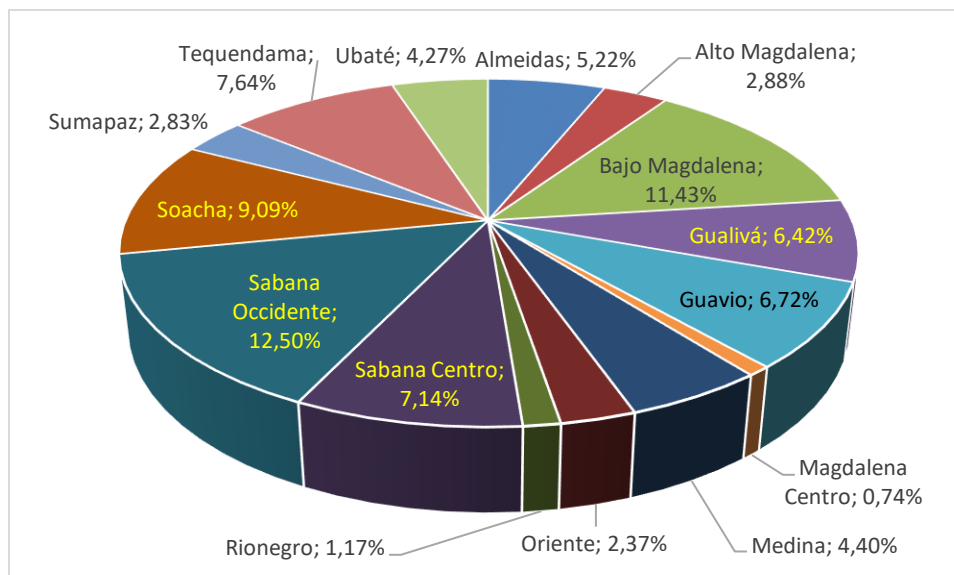


Figura 4. Porcentaje de uso de computadores en cada provincia para las zonas rurales del departamento de Cundinamarca

2.1.2 Caracterización del consumo de energía eléctrica por proceso

En las viviendas rurales del departamento de Cundinamarca la energía eléctrica se destina en primer lugar a las actividades de refrigeración de los hogares, representando un 68,32% del consumo total, seguido de un 14,91% en iluminación. El consumo de energía eléctrica para el proceso de electrodomésticos ocupa un tercer lugar con un 14,33%, en cuarto lugar se encuentra la calefacción y agua caliente con un 1,32% y finalmente, en quinto y sexto lugar se encuentra el consumo de energía eléctrica para las actividades de adecuación de ambientes y cocción representando un 0,75% y 0,36% respectivamente del total (Ver Figura 5).

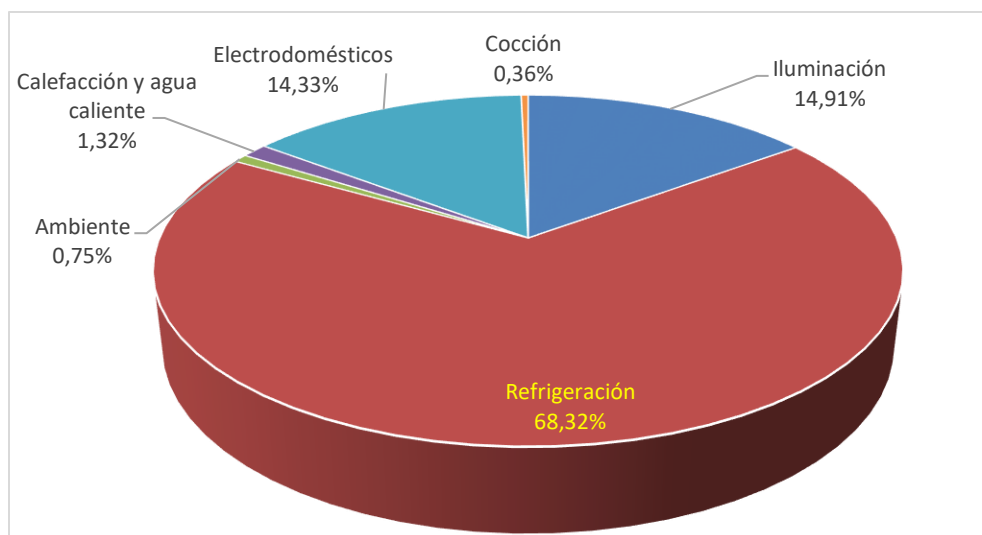


Figura 5. Consumo de energía eléctrica por proceso en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

En tanto, el consumo diario de energía por proceso en cada provincia de las zonas rurales del departamento se presenta en la Figura 6.

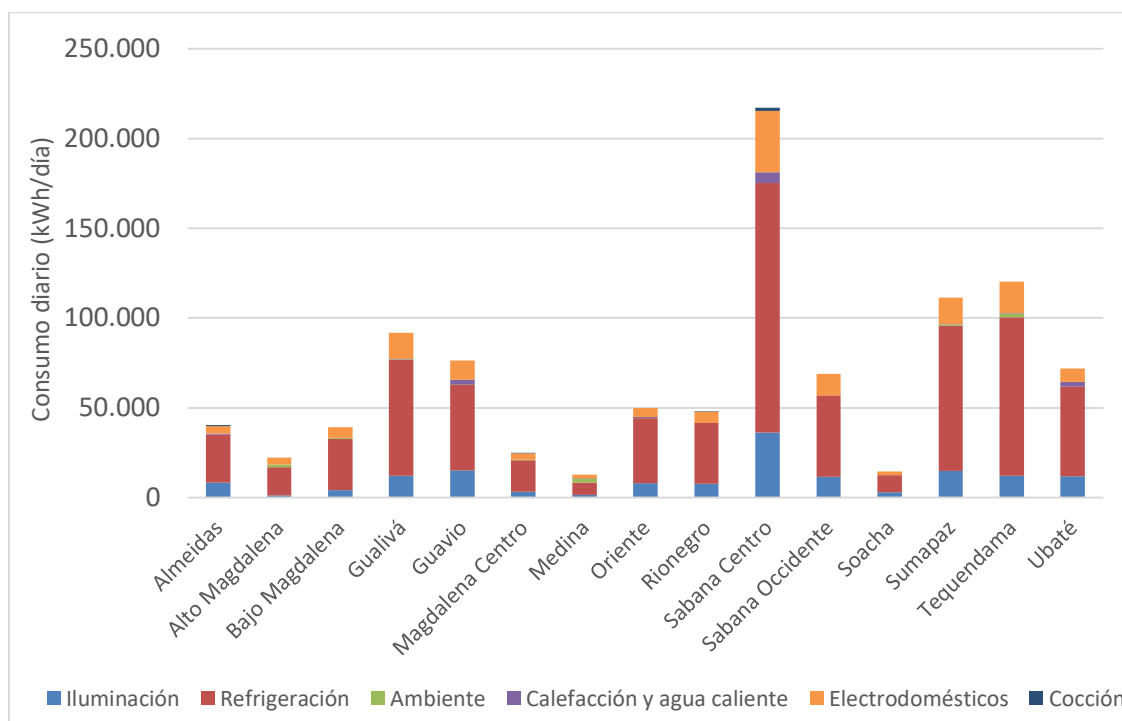


Figura 6. Consumo diario de energía eléctrica por proceso en cada provincia de las zonas rurales del departamento de Cundinamarca

A partir de estos resultados es posible observar que la provincia Sabana Centro registra el mayor consumo diario de electricidad, especialmente en refrigeración, electrodomésticos e iluminación. Esta tendencia es seguida por las provincias de Sumapaz y Tequendama, las cuales superan los 100.000 kWh de consumo de electricidad al día. En el mismo sentido, se encuentra que las provincias de Medina y Soacha presentan los menores consumos diarios de electricidad.

Por su parte, las provincias de Gualivá, Guavio, Sabana de Occidente y Ubaté registran consumos entre los 50.000 kWh y 100.000 kWh de electricidad al día. Se observa además que el consumo de energía eléctrica en refrigeración para todas las provincias del departamento se lleva la mayor participación del total.

2.2 Caracterización del consumo energético por fuente

Para la determinación del consumo energético por fuentes en el sector residencial de la zona rural del departamento de Cundinamarca, se unificaron los consumos energéticos en unidades de Mcal/mes, de acuerdo con los poderes caloríficos de

cada combustible registrados en la calculadora FECOC 2016¹ y otras bases de datos.

En este caso se cuenta con disponibilidad de: energía eléctrica, leña, ACPM, Kerosene/Gasolina, GLP, gas natural y carbón vegetal. A continuación se presenta el consumo energético a partir de las diferentes fuentes.

El consumo por fuente de energía en la zona rural del departamento de Cundinamarca, indica que el 65,59% de la energía consumida corresponde a GLP, este alto porcentaje se debe a que el GLP es la principal fuente usada en el proceso de cocción de alimentos en los hogares rurales del departamento, además de tener un alto poder calorífico. En segundo lugar se encuentra el consumo de leña, con una participación del 28,37%; en tercer lugar se encuentra el consumo de energía eléctrica con una participación de 4,97%. En cuarto y quinto lugar se encuentra la participación de la gasolina/kerosene y el carbón vegetal con un porcentaje de 0,39% y 0,34% respectivamente. Finalmente, como porcentajes mínimos, se presenta el consumo de ACPM y gas natural, con 0,15% y 0,20% del total de la matriz energética (Ver Figura 7).

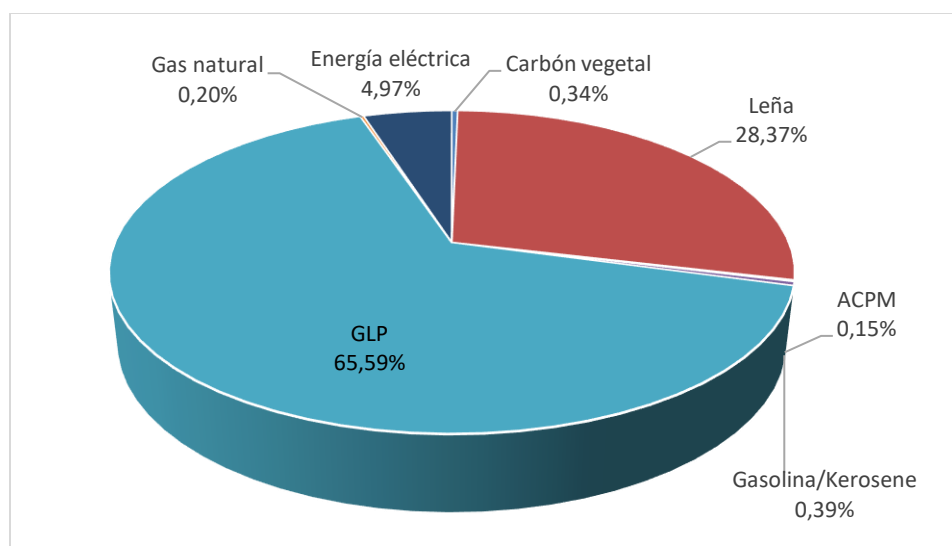


Figura 7. Consumo energético por fuente en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

La Figura 8 muestra la participación del consumo por fuentes de energía en las diferentes provincias del departamento de Cundinamarca. Como se evidencia, la provincia de Tequendama presenta el mayor consumo energético de la región, ocupando cerca del 16,32% del consumo energético total. En contraste, la provincia de Soacha presenta el menor consumo, con cerca del 0,65% del total.

¹ http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emissiones/aplicacion/calculadora.html

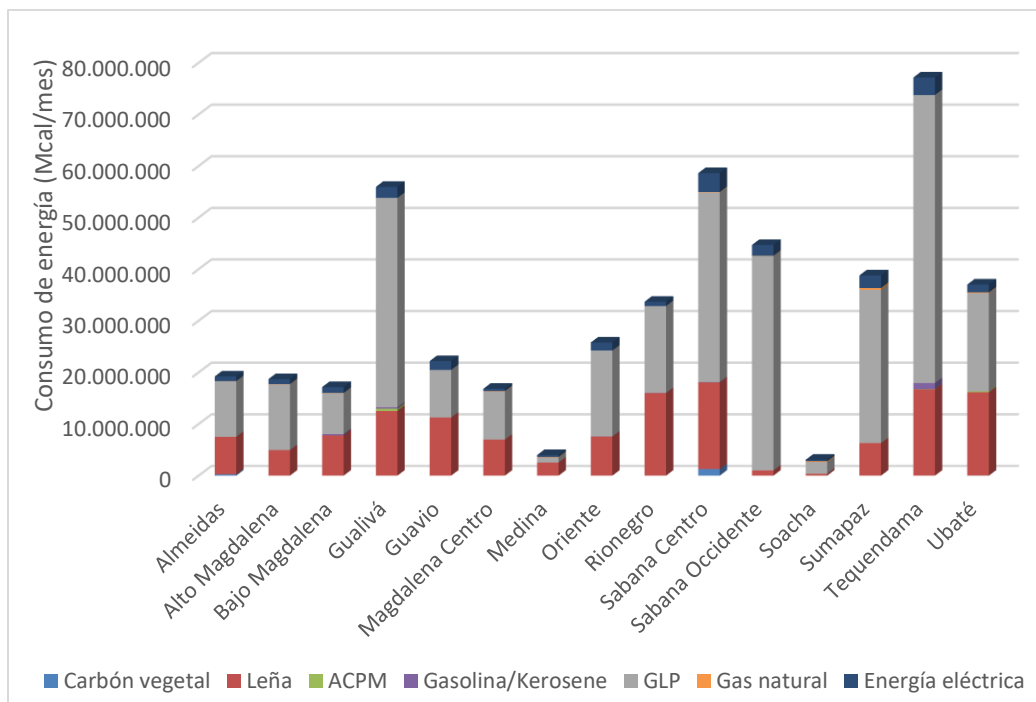


Figura 8. Consumo energético por fuente y por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca en Mcal/mes

De la misma forma, la provincia de Tequendama presenta el mayor consumo de GLP en la región, seguido de las provincias de Sabana Occidente y Gualivá. Además, se evidencia que los mayores consumos de leña se registran en las provincias de Tequendama, Ubaté, Sabana Centro y Rionegro. Finalmente, las provincias de Sabana Centro y Tequendama se presentan los mayores consumos de gas natural del departamento.

2.2.1 Consumo de GLP

El consumo de GLP en el departamento de Cundinamarca, por participación y en equivalente de Mcal/mes se presenta a continuación.

En la Figura 9 y la Figura 10 se puede evidenciar que las provincias que tienen mayor participación del consumo de este energético son Tequendama (18%), Sabana Occidente (13,39%), Gualivá (13,08%) y Sabana Centro (11,86%). El consumo de este energético en dichas provincias se encuentra entre los 55.823.855 y 36.777.084 Mcal/mes.

Por último, se encuentra que las provincias de Soacha (0,74%) y Medina (0,32%) presentan las participaciones más bajas en el consumo de este combustible. Sus consumos al mes alcanzan los 2.282.939 y 981.521 Mcal/mes respectivamente.

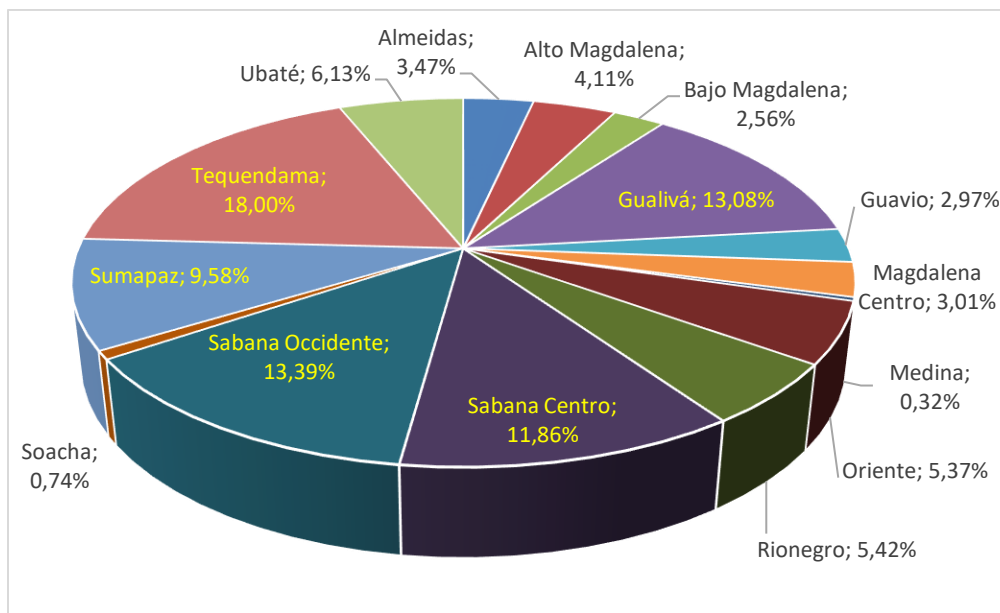


Figura 9. Participación del consumo de GLP en los hogares rurales del Departamento de Cundinamarca

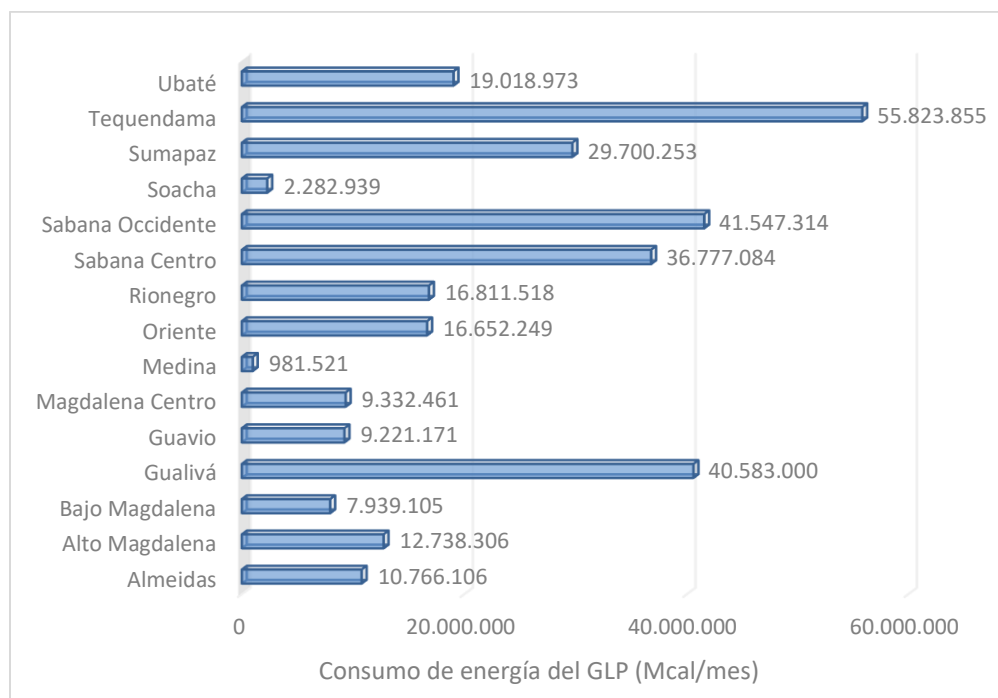


Figura 10. Consumo de GLP en Mcal/mes por Provincias en los hogares rurales del Departamento de Cundinamarca

2.2.1 Consumo de leña

El consumo de leña en el departamento de Cundinamarca, por participación y en equivalente de Mcal/mes se presenta en la Figura 11 y en la Figura 12.

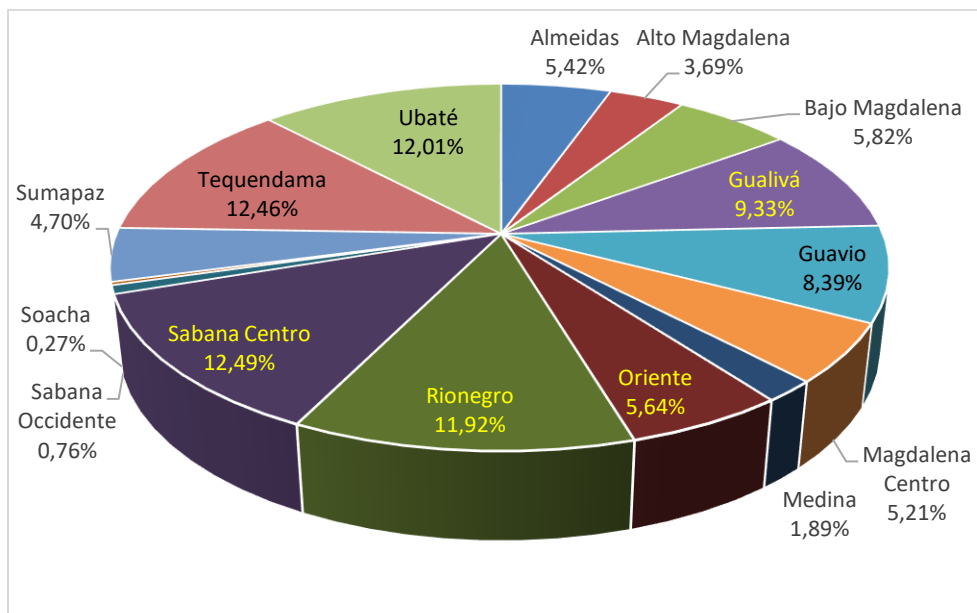


Figura 11. Participación del consumo de leña en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

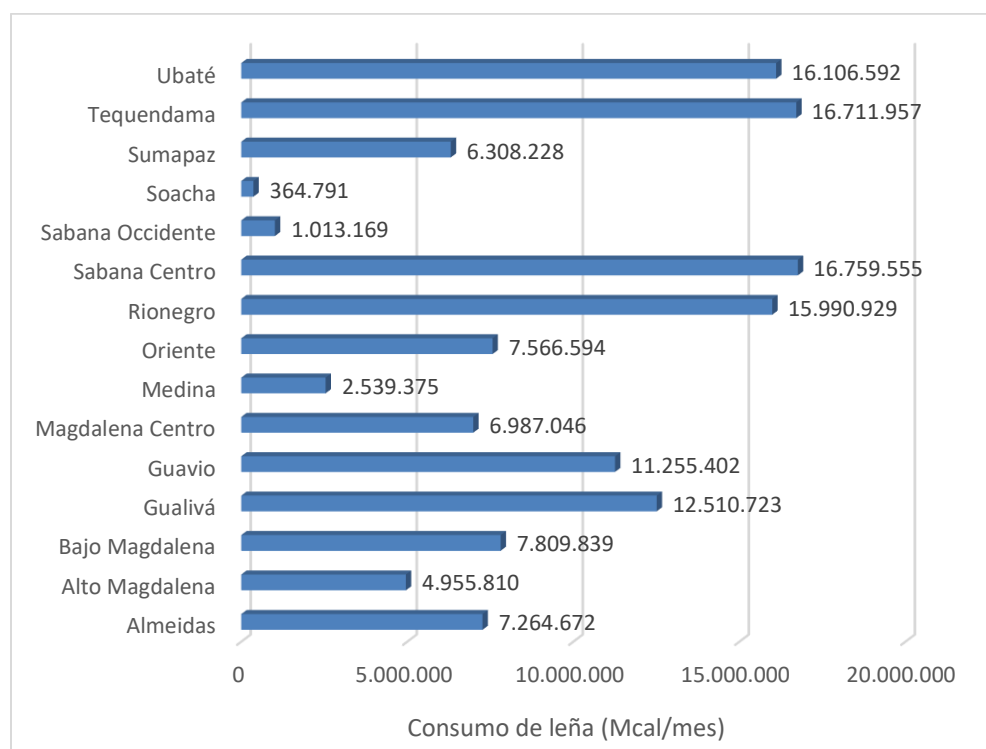


Figura 12. Consumo de leña en Mcal/mes por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

En relación a dichas figuras se observa una buena participación de cada provincia en el consumo de este energético. La mayor participación la registra la provincia de Sabana Centro con 12,49% y la menor, la provincia de Soacha con un 0,27%.

Las provincias que registran un consumo superior a los 15.000.000 Mcal/mes son Ubaté, Tequendama, Sabana Centro y Rionegro. En el mismo sentido, las provincias de Guavio y Gualivá presentan consumos entre los 10.000.000 y 15.000.000 Mcal/mes. De igual manera, las provincias de Sumapaz, Oriente, Magdalena Centro, Bajo Magdalena y Almeidas registran consumos de leña al mes entre los 5.000.000 y 10.000.000 de Mcal. Finalmente, se registran consumos inferiores a los 5.000.000 Mcal/mes en las provincias de Soacha, Sabana Occidente, Medina y Alto Magdalena.

De acuerdo al estudio realizado, en las zonas rurales de Cundinamarca se consume en promedio 64 toneladas de leña por provincia al día. El valor más alto se presenta en la provincia de Sabana Centro con 121 ton/día y el más bajo en Soacha con 2,6 ton/día. Sin embargo, sólo alrededor del 40% de los hogares de estas zonas consumen leña. El valor más alto se obtuvo en Bajo Magdalena (22,55 kg/día) y el más bajo en la provincia de Soacha (7,50 kg/día).

La Tabla 1 presenta el peso promedio de la leña que se consume en estos hogares por provincia.

Tabla 1. Peso leña usada por día por provincia.

Provincia	kg/día
Almeidas	9,90
Alto Magdalena	12,65
Bajo Magdalena	22,55
Gualivá	10,14
Guavio	14,22
Magdalena Centro	14,37
Medina	13,03
Oriente	9,32
Rionegro	13,55
Sabana Centro	11,32
Sabana Occidente	17,50
Soacha	7,50
Sumapaz	12,10
Tequendama	18,91
Ubaté	10,46

El uso de la leña como combustible, presenta diversos impactos con su entorno por diferentes causas. Uno de estos efectos es la deforestación por el uso exhaustivo de la vegetación nativa como fuente de energía para cocción. También se tienen procesos ineficientes de combustión, debido a la calidad y condición de las estufas, condición que permite la liberación de gases de alta peligrosidad para

las personas expuestas a su inhalación. Dado que el contenido de dióxido de carbono es alto en las emisiones de combustión, estos procesos han sido asociados a enfermedades de tipo respiratorio como pulmonía, bronconeumonía, bronquitis, asma, neumonía, entre otras.

2.2.2 Consumo de Energía Eléctrica

El consumo de energía eléctrica en el departamento de Cundinamarca, por participación se presenta en la Figura 13.

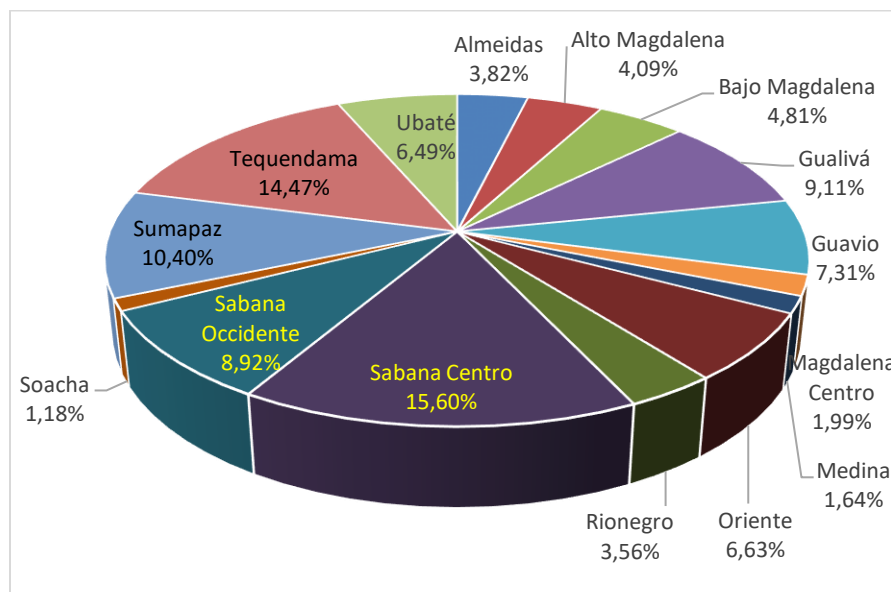


Figura 13. Participación del consumo de Energía Eléctrica en los hogares rurales de Cundinamarca

En la Figura 14 se presenta la distribución del consumo de energía eléctrica en kWh/mes para cada las zonas rurales de las provincias del departamento.

De acuerdo a los resultados encontrados, se puede evidenciar que las Provincias que tienen mayor participación del consumo son Sabana Centro (15,6%), Tequendama (14,47%) y Sumpaz (10,4%). El consumo de este energético en dichas provincias se encuentra entre los 4.266.723 y 2.844.503 kWh/mes. De la misma manera se encuentra que las Provincias de Medina y Soacha presentan la participación más baja en el consumo de este energético con un 1,64% y 1,18% respectivamente. El consumo de este energético en dichas provincias se encuentra entre los 447.746 y 323.322 kWh/mes.

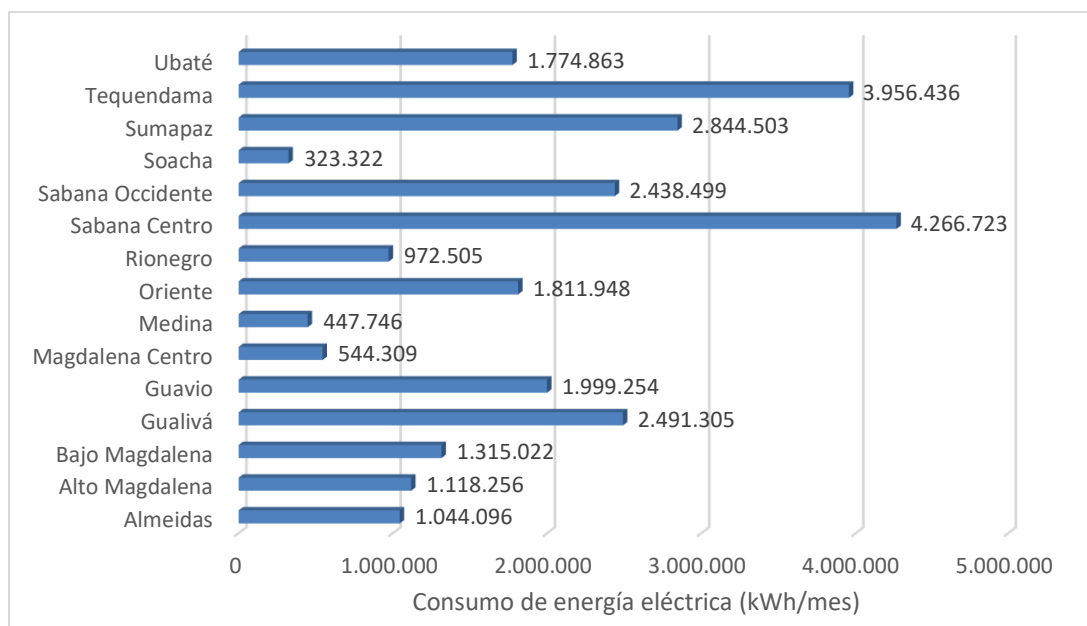


Figura 14. Consumo de Energía Eléctrica en kWh/mes por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

2.2.3 Consumo de Kerosene/Gasolina

El consumo de Kerosene/Gasolina en el departamento de Cundinamarca en equivalente de Mcal/mes se presenta en la Figura 15.

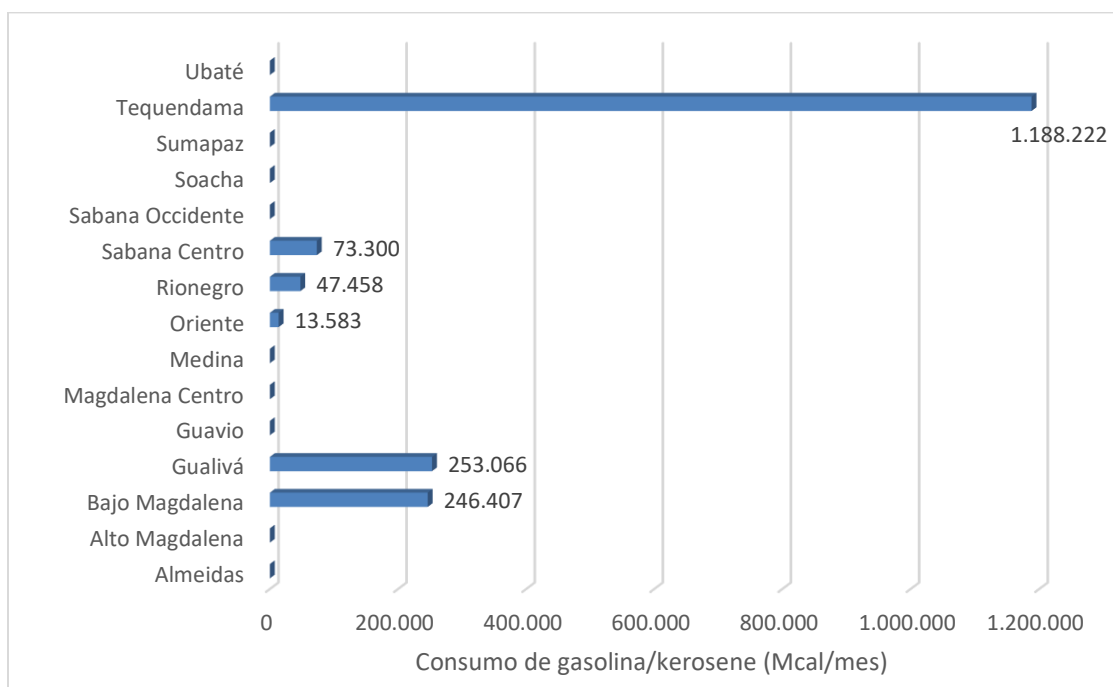


Figura 15. Consumo de Kerosene/Gasolina en Mcal/mes por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

A partir de esta figura es posible evidenciar que las provincias de Tequendama, Gualivá y Sabana Centro presentan los mayores consumos de este energético. El consumo para dichas provincias se encuentra entre los 1.188.222 y 246.407 Mcal/mes. En contraste, los consumos más bajos de Kerosene/Gasolina se registran en las provincias de Sabana Centro, Rionegro y Oriente, con 73.300, 47.458 y 13.583 Mcal/mes respectivamente. Se encuentra además que nueve de las quince provincias no presentan participación en el consumo de este combustible.

2.2.4 Consumo de Carbón Vegetal

El consumo de carbón vegetal en el departamento de Cundinamarca en equivalente de Mcal/mes se presenta a continuación en la Figura 16.

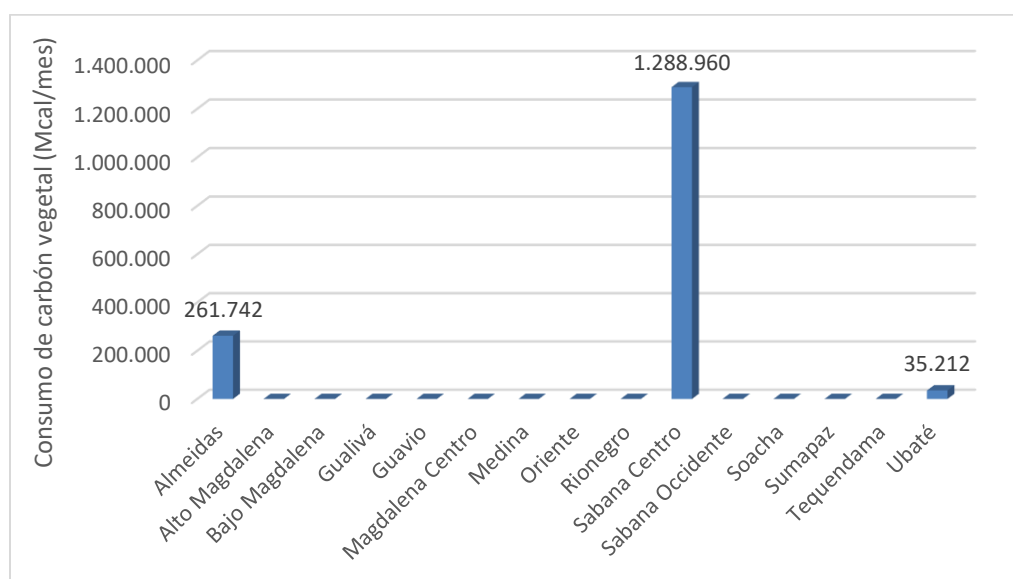


Figura 16. Consumo de carbón vegetal en Mcal/mes por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

En dicha figura se puede evidenciar que las provincias que tienen consumos de este energético son Sabana Centro, Almeidas y Ubaté. Sus consumos mensuales alcanzan los 1.288.960, 261.742 y 35.212 Mcal respectivamente. Las provincias restantes no reportan consumo de este combustible.

2.2.5 Consumo de Gas Natural

El consumo de gas natural en el departamento de Cundinamarca por cada provincia, en equivalente de Mcal/mes se presenta en la Figura 17. Las provincias que registran el mayor consumo de gas natural corresponden a Sumapaz, Soacha y Ubaté. El consumo de este energético en dichas provincias se encuentra entre los 338.900 y 134.848 Mcal/mes. Estas tres provincias representan el 65,1% del consumo de gas natural del departamento de Cundinamarca. Se encuentra además que cinco de las quince provincias no presentan participación en el

consumo de este combustible (Gualivá, Guavio, Oriente, Rionegro y Tequendama).

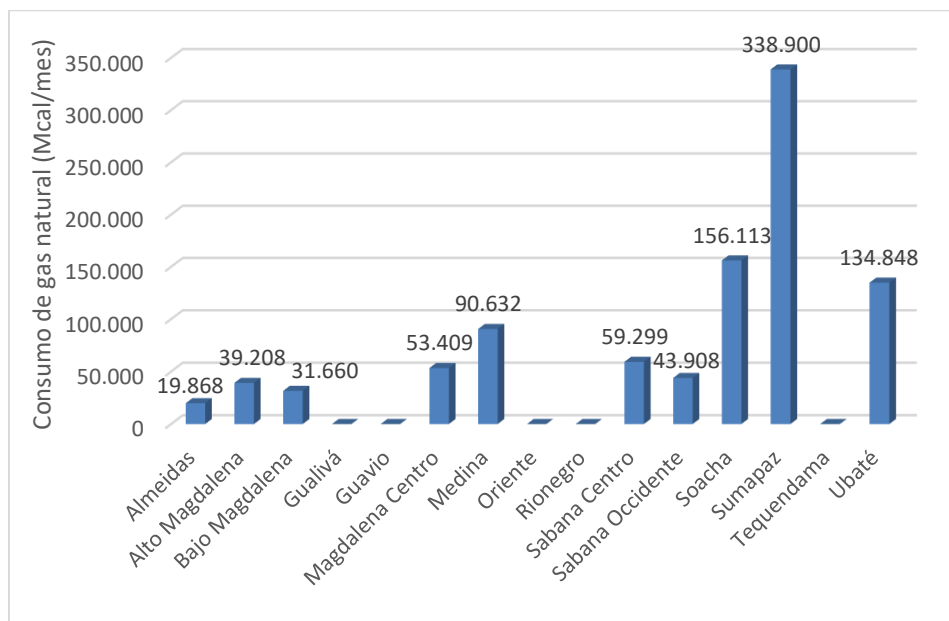


Figura 17. Consumo de Gas Natural en Mcal/mes por provincias en los hogares rurales del Departamento de Cundinamarca

2.2.6 Consumo de ACPM

En la Figura 18 se puede evidenciar que las provincias que tienen consumo de este energético son Gualivá, Ubaté y Tequendama. El consumo de ACPM para dicha provincias se encuentra entre los 468.395 y 35.370 Mcal/mes.

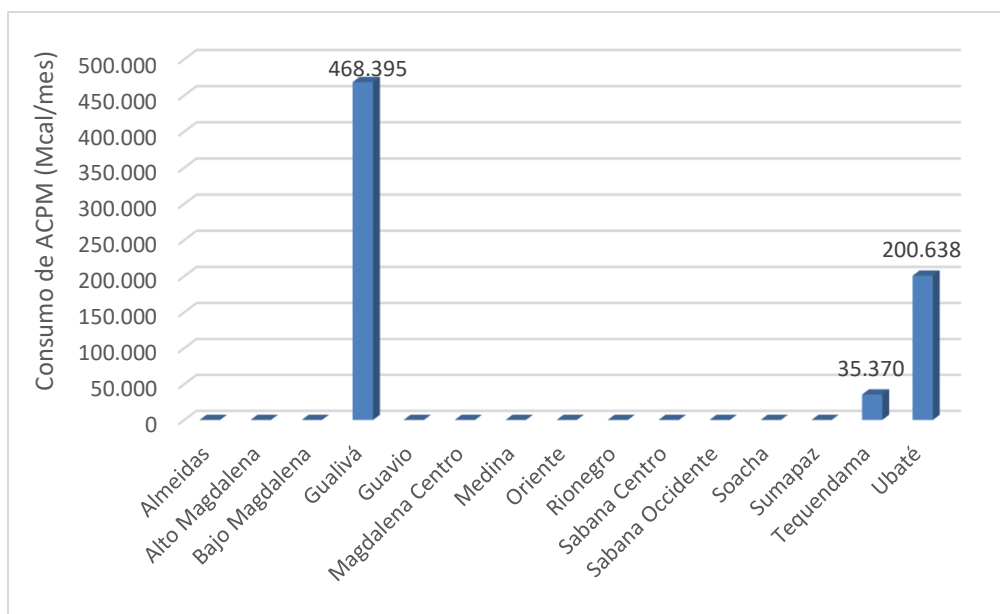


Figura 18. Consumo de ACPM en Mcal/mes por provincias en los hogares rurales del Departamento de Cundinamarca

Adicionalmente, en la Figura 18 se observa que el resto de provincias no presentan consumo de este combustible. En general, se encuentra que el uso de este combustible en la zona rural del departamento de Cundinamarca es bajo.

2.3 Caracterización del Servicio de Energía Eléctrica

En esta sección se realiza un análisis del servicio de energía eléctrica en las zonas rurales del departamento de Cundinamarca. Se evalúa la cantidad de viviendas que no cuentan con servicio de energía eléctrica, la continuidad del servicio y las interrupciones reportadas, el consumo promedio y el costo respectivo. Finalmente se estudia la relación entre el consumo promedio de energía eléctrica y la altura sobre el nivel del mar de las viviendas respectivas, y se compara con el consumo básico de subsistencia.

2.3.1 Servicio de energía eléctrica en el sector residencial del departamento de Cundinamarca

Los resultados obtenidos en el marco del Proyecto PERS Cundinamarca evidencian que en el sector residencial de la zona rural del departamento, el 95,73% de las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica gracias a la interconexión con la red pública. De ahí, es posible mencionar que en el departamento de Cundinamarca existe una amplia cobertura del servicio de energía eléctrica.

Por su parte, se presenta un 4,07% que no utiliza el servicio de energía en su vivienda, por no contar con su disponibilidad, dicho porcentaje corresponde a 10.282 viviendas. Finalmente, se presenta un 0,19% que cuenta con el servicio de energía eléctrica, pero no está conectado a la red de interconexión eléctrica (Figura 19).

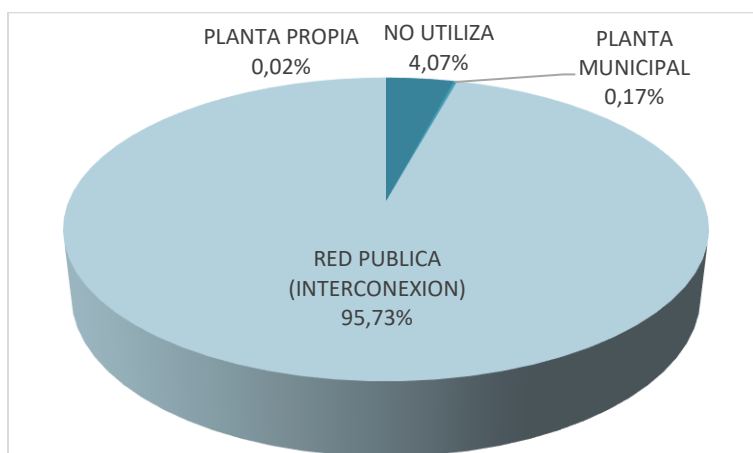


Figura 19. Servicio de energía eléctrica en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

Según el PIEC (Plan Indicativo de Cobertura) 2016-2020, para el año 2015 en el país aún quedaban del orden de 425.000 hogares sin servicio de energía eléctrica (UPME, 2016). De acuerdo a los resultados preliminares para el año 2015, en Cundinamarca se estimaban 10.026 viviendas sin servicio, de las cuales 8.486 (85%) son potencialmente interconectables y el restante 15% (1.540) deberán tener soluciones aisladas. De acuerdo con esta información, los datos arrojados por el PIEC y los obtenidos por PERS Cundinamarca coinciden en cuanto al número de viviendas rurales que se encuentran sin servicio de energía eléctrica en este momento.

En la Figura 20 se observa que las Provincias de Sabana Centro, Tequendama y Sumapaz registran el mayor número de viviendas interconectadas a la red pública. Mientras que las provincias de Rionegro, Tequendama y Bajo Magdalena presentan mayor número de viviendas que no utilizan energía eléctrica por no contar con dicho servicio.

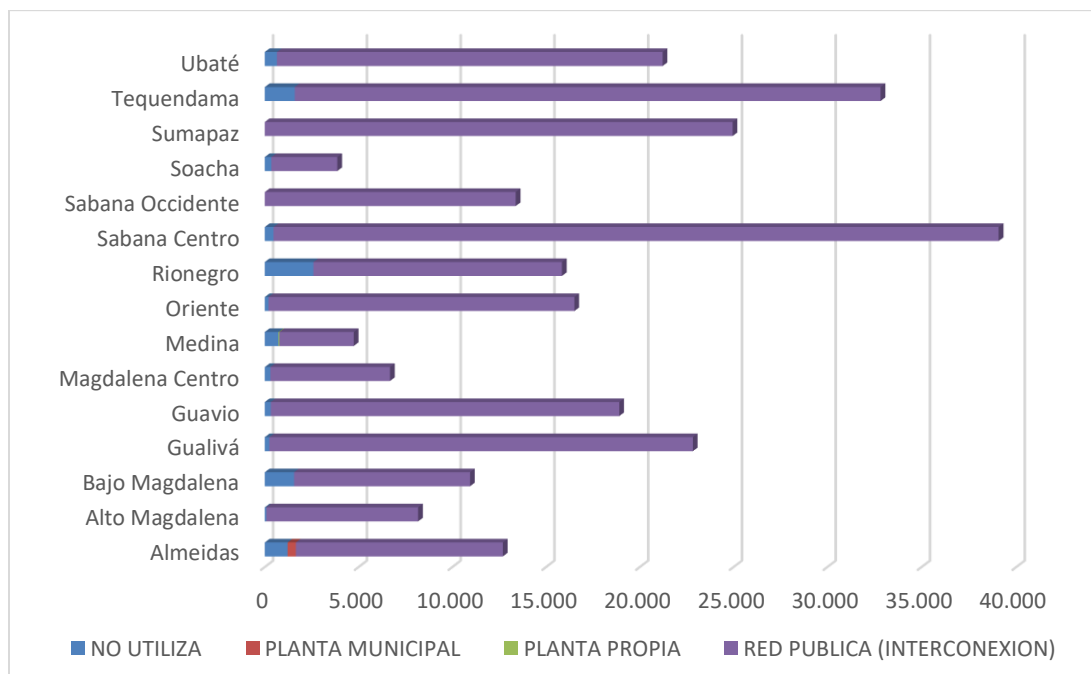


Figura 20. Servicio de energía eléctrica por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

2.3.2 Cantidad de días y horas de servicio

La Figura 21 muestra la cantidad de días y horas de servicio de energía eléctrica. De acuerdo con los resultados encontrados, el 98,59% de la zona rural del departamento, cuenta con el servicio de energía eléctrica los siete días de la semana. El porcentaje restante, cubre las viviendas en las cuales el servicio no es permanente, se reporta servicio de energía eléctrica durante dos (0,02%), tres (0,02%), cuatro (0,05%), cinco (0,58%) y seis (0,74%) días a la semana.

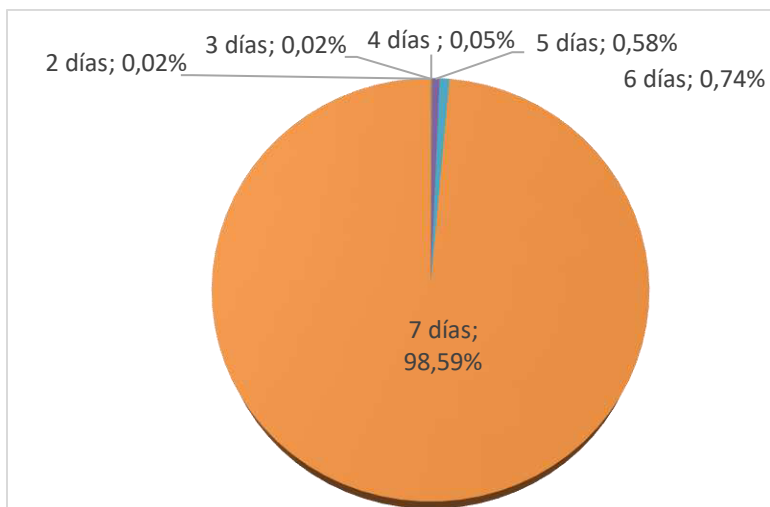


Figura 21. Días de servicio de energía eléctrica en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

En la Figura 22 se observa la cantidad de días de servicio de energía eléctrica por provincia en los hogares rurales del departamento. Se evidencia que la mayoría de las provincias cuentan con servicio de energía eléctrica los siete días de la semana. En este sentido, y si bien se resalta la cobertura de electrificación en las zonas rurales del departamento, se considera importante aunar esfuerzos para trabajar en aquellas provincias que no reciben el servicio de energía eléctrica con parámetros de calidad, como es el caso de Magdalena Centro y Soacha donde se registraron datos de 2 días de servicio por semana.

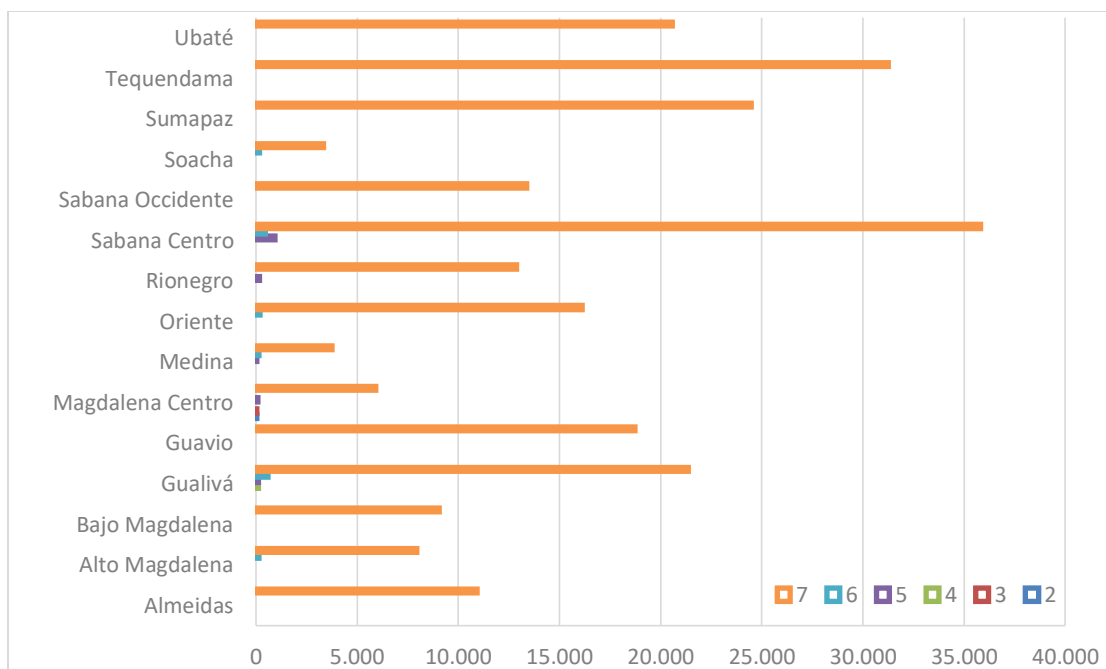


Figura 22. Cantidad de días de servicio de energía eléctrica por provincia en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

2.3.3 Interrupciones del servicio

La Figura 23 muestra que el 32,88% de las áreas rurales del departamento no presentan interrupciones. Por su parte, un 48,35% presenta interrupciones con frecuencia menor, es decir esporádicamente. En tanto, el 2,18% corresponde a interrupciones de 4 a 5 días en la semana; el 8,03% de 2 a 3 días a la semana; el 7,96% un día a la semana, y el 0,59% presenta interrupciones todos los días de la semana.

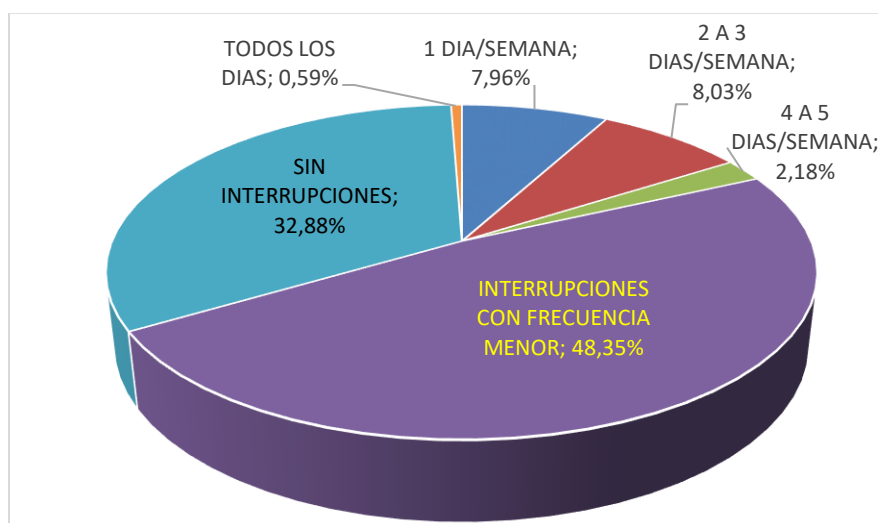


Figura 23. Interrupciones del servicio de energía eléctrica en los hogares rurales del Departamento de Cundinamarca

De acuerdo a esta información, solamente 83.063 viviendas de las zonas rurales del departamento no presentan ningún tipo de interrupción en el servicio de energía eléctrica; mientras que los restantes (169.563 hogares) presentan alguna interrupción en el servicio, así sea de manera ocasional.

El resultado de las interrupciones en el servicio de energía eléctrica por provincia se muestra en la Figura 24. De esta manera se puede verificar que el servicio sin interrupciones se encuentra en todas las provincias, a excepción de Bajo Magdalena. Por el contrario, los lugares donde se presentan interrupciones diarias son Ubaté, Sabana Centro, Oriente y Medina.

Se observa además que el peor escenario de confiabilidad, en cuanto a continuidad del servicio, se presenta en la provincia de Bajo Magdalena, en donde aproximadamente el 100% de las viviendas presentan algún tipo de interrupción. Además, en Medina cerca del 14% de los hogares tienen interrupciones en el servicio de energía eléctrica todos los días. El mejor resultado se observa en Ubaté, donde el 62% de las viviendas no presentan interrupciones.

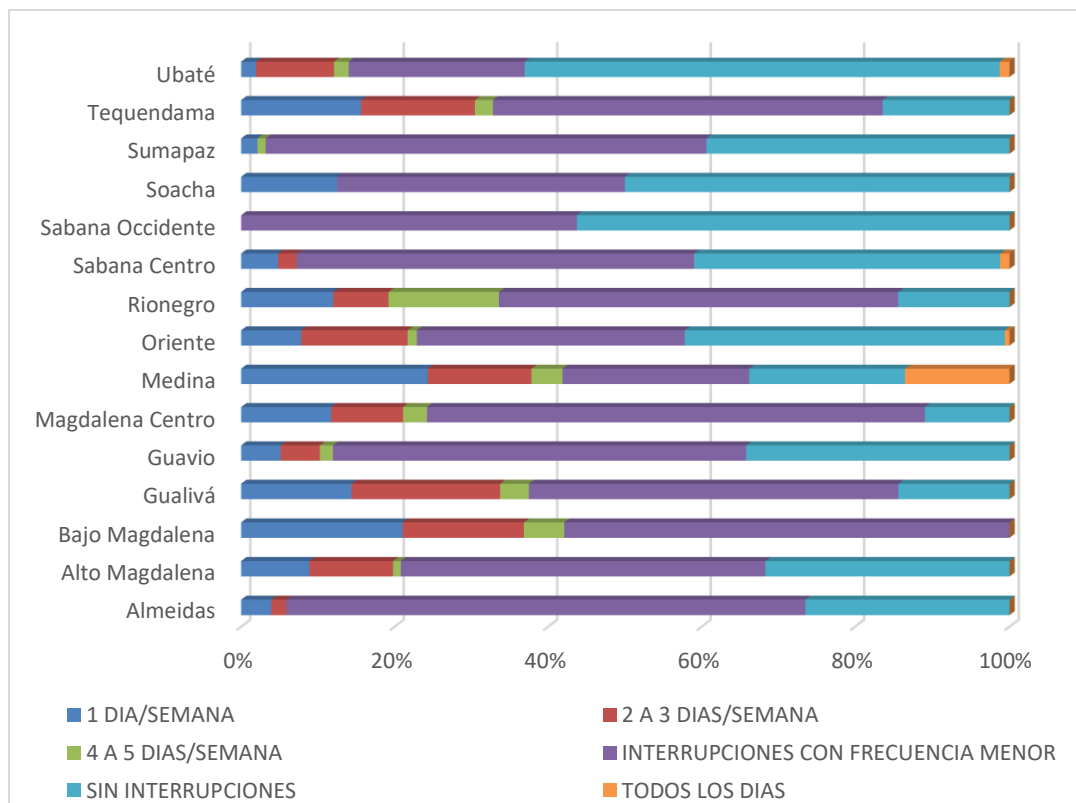


Figura 24. Interrupciones del servicio de energía eléctrica, por provincia en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

Esta información se complementa con los datos registrados en campo por el equipo de PERS Cundinamarca, en donde se encontró que en el 43% de las mediciones se detectaron problemas con el nivel de tensión, el cual se encuentra por debajo de lo permitido, mientras que en el 31% de las viviendas se presentaron interrupciones de corta duración durante el periodo de medición. Además, se registraron eventos de interrupciones de larga duración en el 62,5% de las instalaciones. Si bien no se tiene una muestra significativa de viviendas en las cuales se hayan realizado mediciones, estos resultados son un indicativo de posibles falencias en la calidad del producto final que se les está entregando a los usuarios de las zonas rurales del departamento de Cundinamarca. Los detalles de estas mediciones se encuentran en el informe titulado “*Informe mediciones PERS Cundinamarca*”.

2.3.4 Consumo promedio de energía eléctrica y costos

Para determinar el consumo promedio de energía eléctrica se tomaron los registros de los últimos seis meses consignados en las facturas visibles. Como se observa en la Figura 25, la mayor demanda de energía promedio por hogar se presenta en la provincia de Sabana Occidente con 182 kWh/mes, y en Rionegro se presenta la menor demanda con 63 kWh/mes. En promedio el consumo

mensual del sector residencial rural del departamento de Cundinamarca es de 120 kWh/mes.

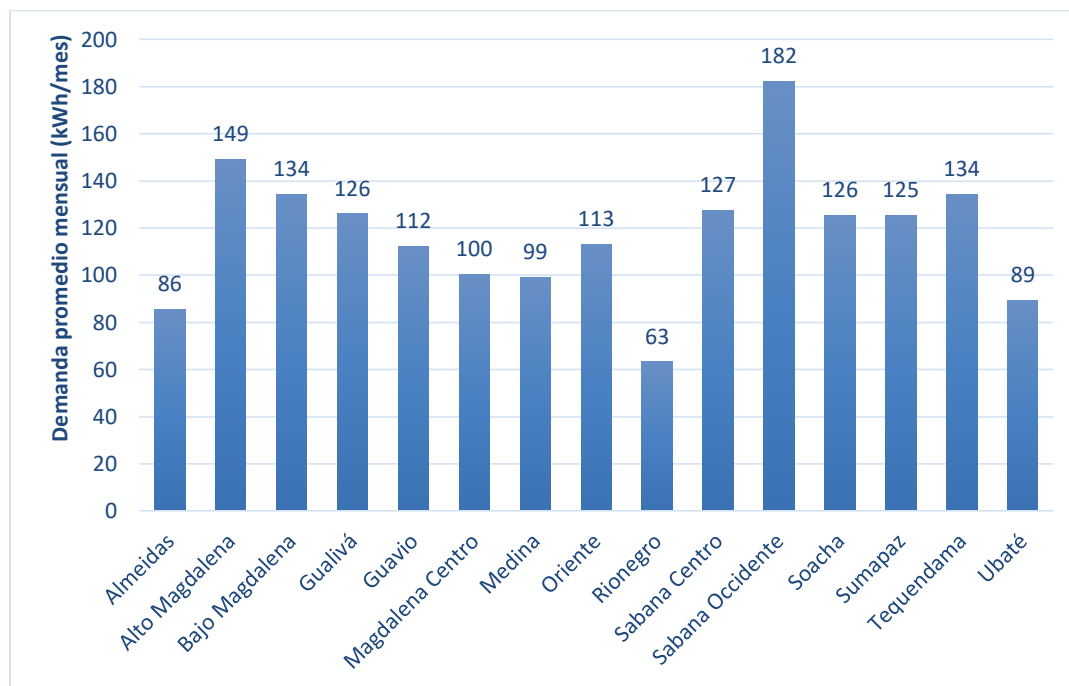


Figura 25. Promedio del consumo de energía eléctrica kWh/mes durante seis meses, por provincia en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

Las variaciones en el consumo de energía eléctrica en las zonas rurales del departamento, están asociadas a factores como la altitud, las condiciones socioeconómicas de la población y su ubicación geográfica.

De igual manera, para determinar el costo de la energía eléctrica que se paga en los hogares rurales del departamento, se tomaron en cuenta valores de los recibos del servicio. De acuerdo con la Figura 26, el valor mensual promedio que se paga en los hogares rurales de Cundinamarca por el servicio de energía eléctrica es de \$31.226. El valor más alto se paga en Sabana Occidente con \$49.459, y el más bajo en Rionegro con \$16.590. En este sentido, la variación en los valores se puede atribuir a aspectos como las empresas comercializadoras de energía en cada municipio, las condiciones particulares de conexión en cada caso, cantidad de horas de servicio al día, entre otras.

En la Figura 27 se evidencian costos por kWh. De acuerdo a esto, el valor del kWh más costoso en las zonas rurales del departamento se presenta en la provincia de Medina, 384 \$/kWh. Mientras que el menor precio se presenta en Soacha con un valor de 207 \$/kWh. El valor promedio del kWh en los hogares rurales de Cundinamarca es de 261 \$/kWh.

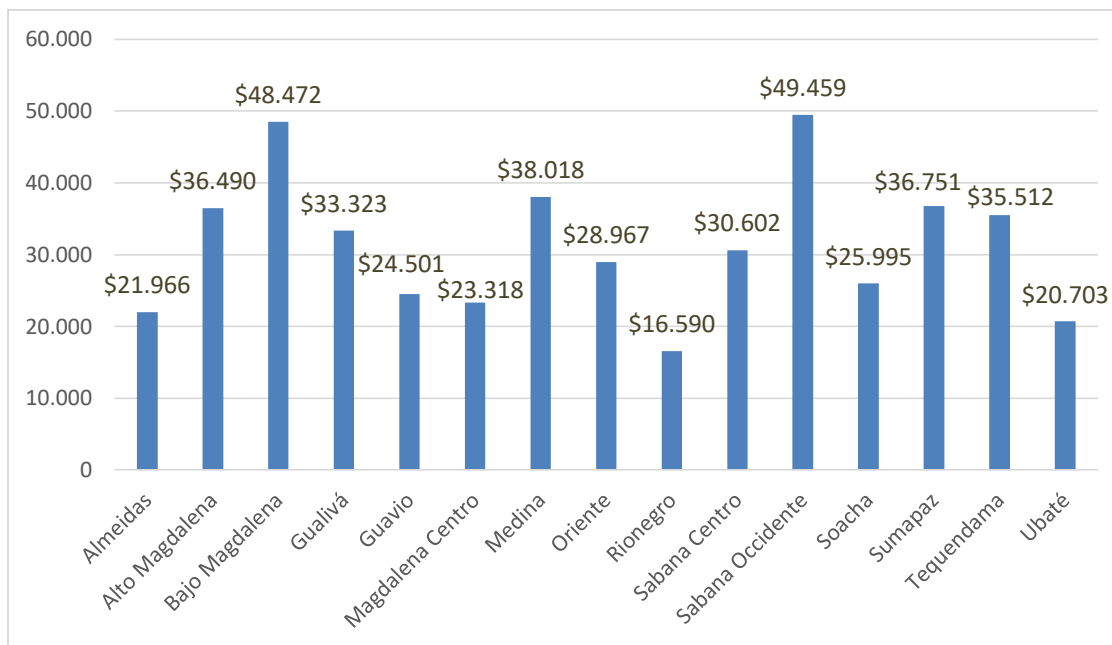


Figura 26. Costo promedio mensual del servicio de energía eléctrica por provincia en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

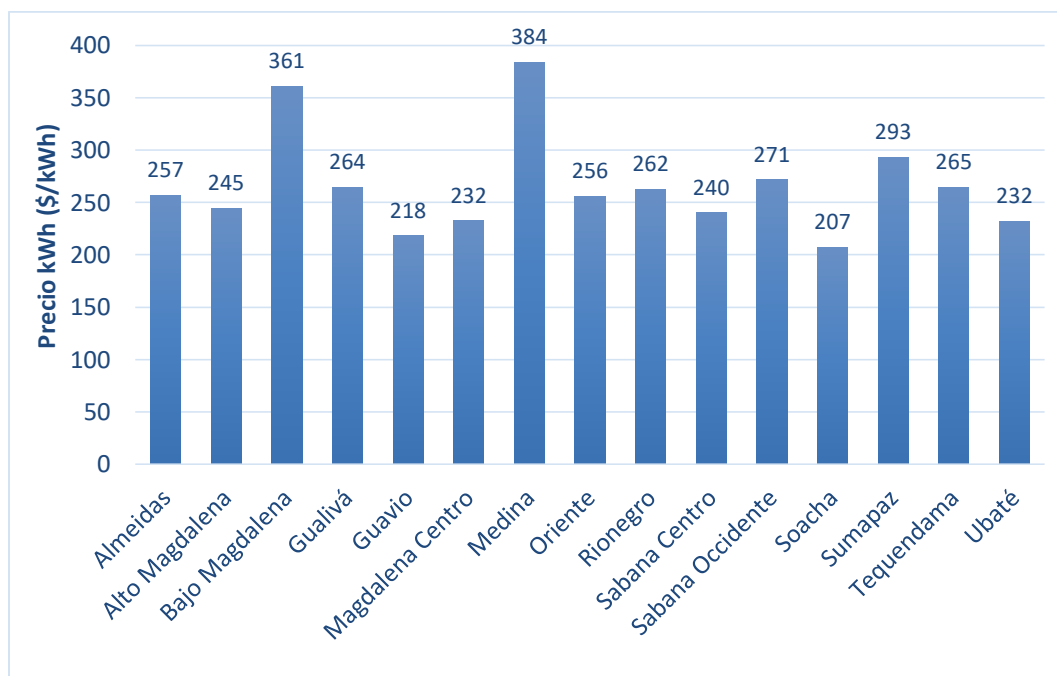


Figura 27. Costo promedio del servicio de energía eléctrica, por provincia en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

2.3.5 Demanda de energía eléctrica en función de la altitud y consumo de subsistencia

El consumo de subsistencia se establece mediante reglamentación del Ministerio de Minas y Energía para determinar la asignación de subsidios. La Resolución 355 del 2.004 del Ministerio de Minas y Energía establece que municipios con altitud

igual o menor a 1.000 m.s.n.m. el subsidio es de 173 kWh/mes y para municipios mayores a 1.000 m.s.n.m. es de 130 kWh/mes.

A partir del análisis de demanda para el departamento de Cundinamarca es posible establecer la tendencia del consumo de energía eléctrica en función de la altitud de cada vivienda. En la Figura 28 se observa el comportamiento de la demanda de energía de los usuarios rurales del departamento en función de la altura sobre el nivel del mar. La información de demanda acá registrada corresponde a la obtenida en campo por el equipo de PERS Cundinamarca.

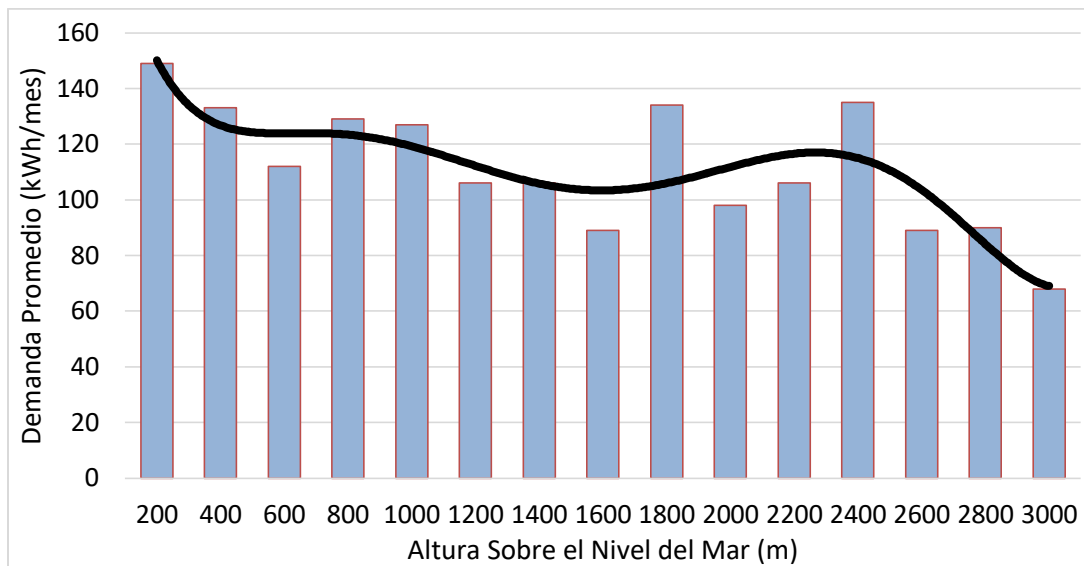


Figura 28. Demanda promedio de energía en las zonas rurales de Cundinamarca vs. M.S.N.M.

En concordancia con dicha figura, a menor altitud mayor consumo de energía, lo cual coincide con los estudios previos realizados por la UPME. Sin embargo, se observa que en ningún caso se alcanzan los valores establecidos por el consumo de subsistencia. La tendencia muestra que entre 0 y 500 m.s.n.m. el comportamiento es decreciente; entre 500 y 1.000 m.s.n.m. la demanda es constante y entre 1.000 y 1.500 m.s.n.m. la demanda decrece nuevamente. Entre los 1.500 y 2.500 m.s.n.m. se presenta un crecimiento en el consumo de energía y a partir de allí decrece hasta estabilizarse.

El hecho de que los usuarios localizados entre 1.500 y 2.500 m.s.n.m. tengan una demanda mayor de energía se debe a que, en su mayoría, corresponden a viviendas ubicadas en municipios aledaños a la ciudad de Bogotá, es decir municipios que en muchos casos pueden catalogarse como periurbanos. Esto quiere decir que el cálculo del consumo básico de subsistencia también depende de las condiciones sociales y localización de las viviendas.

Estos resultados sugieren que es necesario un cambio en el modelo que define el consumo básico de subsistencia, ya que para el caso de las zonas rurales del departamento de Cundinamarca los valores establecidos difieren significativamente de los valores reales.

2.4 Cocción de alimentos

2.4.1 Consumo de energéticos para cocción

La Figura 29 presenta el consumo de energéticos para la cocción de alimentos en las zonas rurales del departamento de Cundinamarca. De acuerdo a esto, en los hogares rurales del departamento el principal combustible utilizado en la cocción de alimentos es el GLP con un 59,64%. Este porcentaje obedece a las condiciones de ruralidad del departamento de Cundinamarca, las cuales en la mayoría de los casos dificulta la conexión de los usuarios a la red de distribución de gas natural. Seguido a este combustible se presenta leña (autoapropiada y comprada) con un 28,94%. Los menores porcentajes de uso se presentan para el gas natural (5,60%), la energía eléctrica (0,65%), el carbón vegetal (0,47%) y otros combustibles (4,69%).

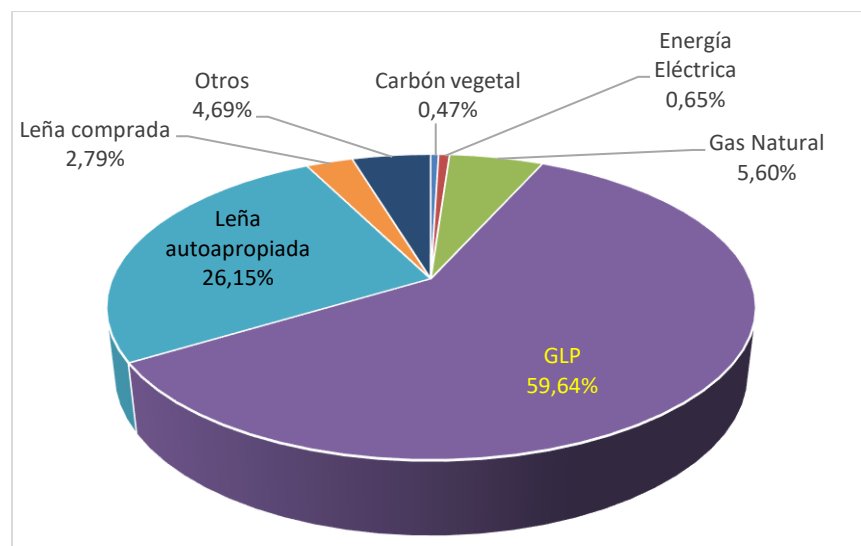


Figura 29. Uso de combustibles para cocción en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

Por su parte, la Figura 30 muestra el uso de combustibles para cocción para cada provincia del departamento. Las provincias que registran los mayores consumos de combustibles para la cocción de alimentos son Tequendama y Sabana Centro. En contraste, las provincias que presentan los menores consumos son Medina y Soacha. Así mismo, se muestra que en todas las provincias del departamento se consume GLP para la preparación de alimentos. Las provincias de Tequendama y

Sabana Centro presentan los mayores consumos, mientras que las provincias de Soacha y Medina presentan los menores.

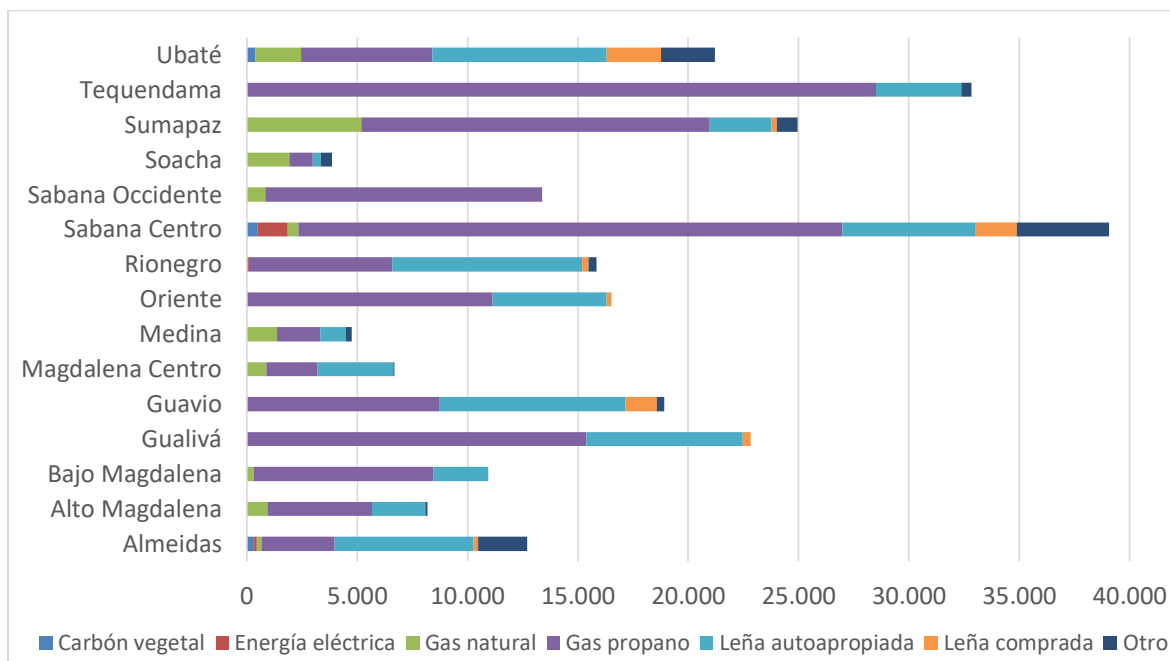


Figura 30. Uso de combustibles para cocción por provincias en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

El análisis del consumo por fuente de energía se presenta en la Figura 31.

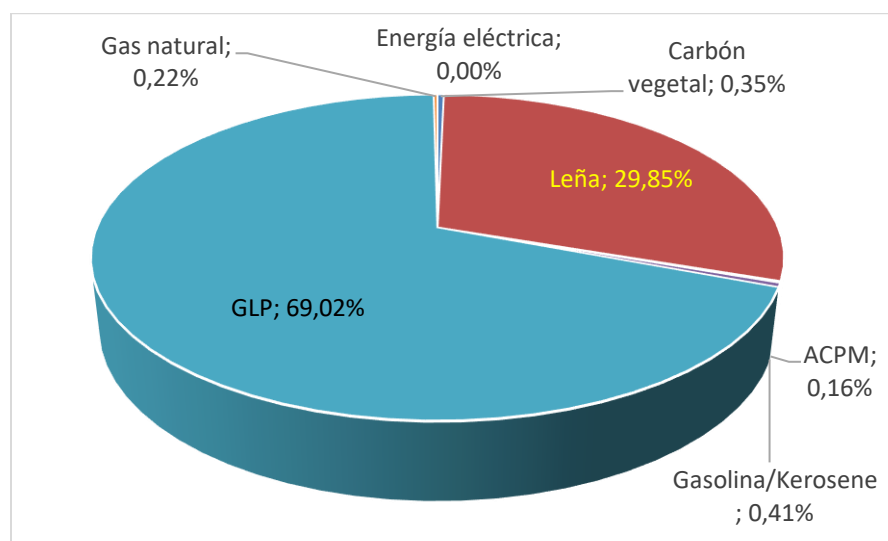


Figura 31. Consumo de energía por fuente para cocción de alimentos en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

De acuerdo a los resultados de la Figura 31, la mayor participación de la energía empleada para la cocción de alimentos proviene del GLP, con un 69,02%. El consumo de leña es representativo en la región, pues ocupa el 29,85% de la

matriz energética de cocción. En tercer lugar se encuentra el consumo de Gasolina/Kerosene con una participación del 0,41%. Por su parte, el cuarto y quinto lugar es ocupado por el consumo de carbón vegetal y gas natural con 0,35% y 0,22% respectivamente. Los consumos más bajos en la cocción de alimentos en la región están asociados al ACPM y a la Energía Eléctrica.

2.4.2 Lugar en donde se preparan los alimentos

La Figura 32 muestra que el 95,87% de las viviendas cuenta con cocina exclusiva, el 0,46% no prepara alimentos y un 1,09% cuenta con un cuarto compartido para la preparación de alimentos. Finalmente, el 2,57% del total de hogares rurales de Cundinamarca prepara sus alimentos al aire libre.

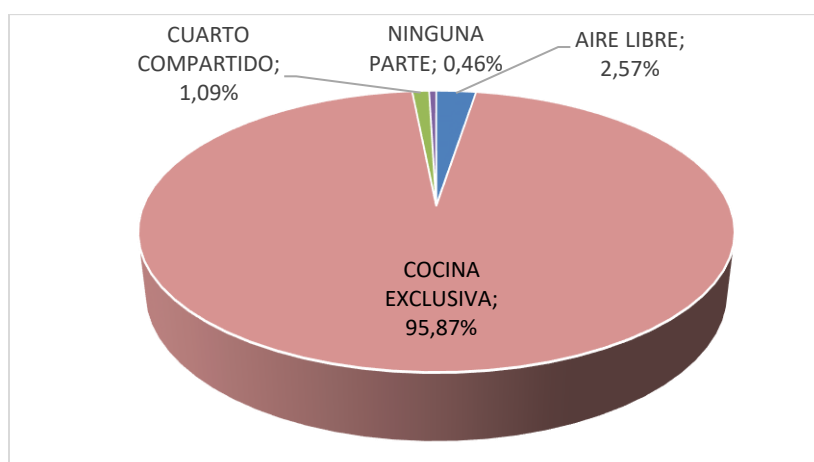


Figura 32. Lugar donde se preparan los alimentos en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

2.4.3 Lugar de extracción de la leña

Para las viviendas rurales del departamento se encontró que la leña se extrae de diferentes lugares, tal como se presenta en la Figura 33.

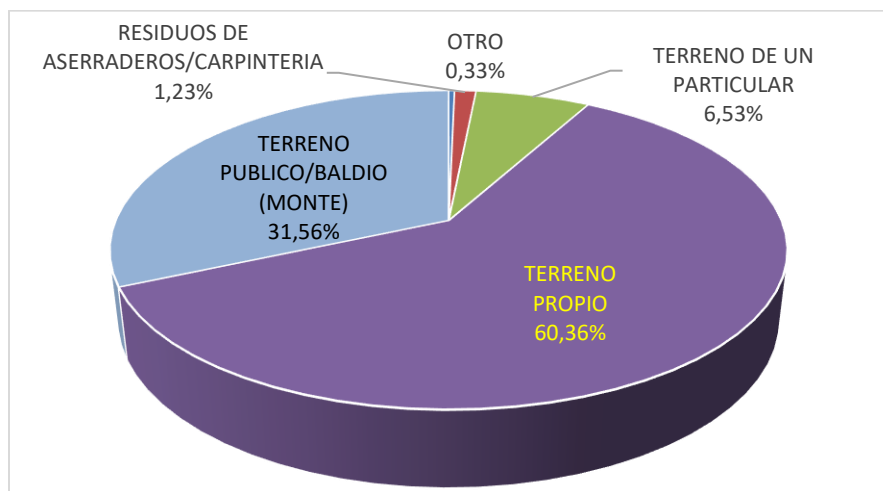


Figura 33. Lugar de extracción de la leña en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

En su mayoría la leña se obtiene del terreno propio (60,36%), seguido de un 31,56% de hogares que la obtienen de un terreno público, un 6,53% de hogares que la obtienen del terreno de un particular y el porcentaje restante de viviendas (1,56%), la obtienen de residuos de aserraderos/carpintería y otros.

2.4.4 Lugar de adquisición de la leña

Por su parte, el 36,88% de los habitantes de las viviendas rurales del departamento recibe la leña a domicilio, el 33,01% la compra a un distribuidor o tienda, el 25,33% la adquiere de aserraderos o residuos de madera y un 4,78% la compra en otro lugar (Ver Figura 34).

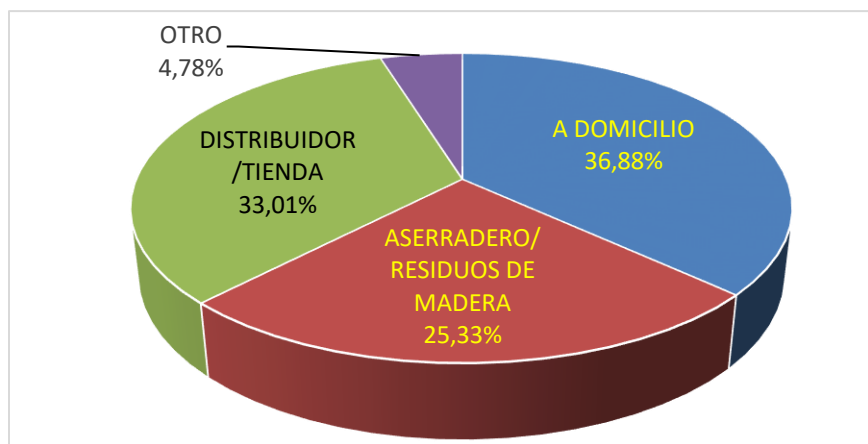


Figura 34. Lugar de adquisición de la leña en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

2.4.5 Tipo de estufa de leña

La Figura 35 presenta los tipos de estufa de leña presentes en el departamento.

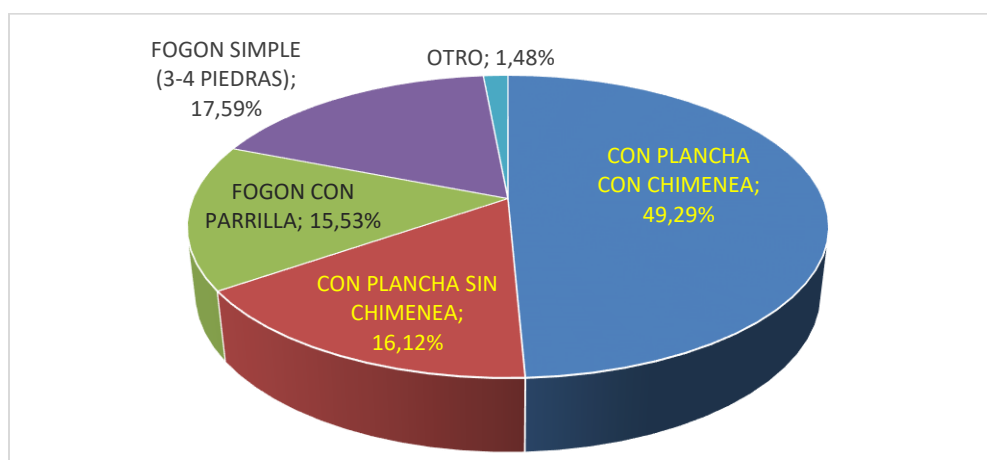


Figura 35. Tipo de estufa de leña en los hogares rurales del departamento de Cundinamarca

El tipo de estufa de leña predominante corresponde a la estufa con plancha y con chimenea con un 49,29%. A este porcentaje le sigue la estufa fogón simple (tres o cuatro piedras) con un 17,59%, estufa con plancha sin chimenea con un 16,12% y

estufa fogón con parrilla un 15,53%. El porcentaje restante corresponde a otro tipo de estufa. El registro fotográfico de este tipo de estufas se presenta en el Anexo 1.

2.4.6 Hogares que cuentan con horno para cocción

Además de la estufa, se encontró la presencia de horno en algunos hogares de las zonas rurales del departamento (3,22%). De acuerdo con la Figura 36, de este porcentaje de hogares que cuentan con horno, un 1,34% funcionan con energía eléctrica, 0,92% con GLP, 0,76% y 0,18% funcionan con leña autoapropiada y leña comprada respectivamente. Finalmente, se reporta un 0,02% de hornos que funcionan con otro combustible.

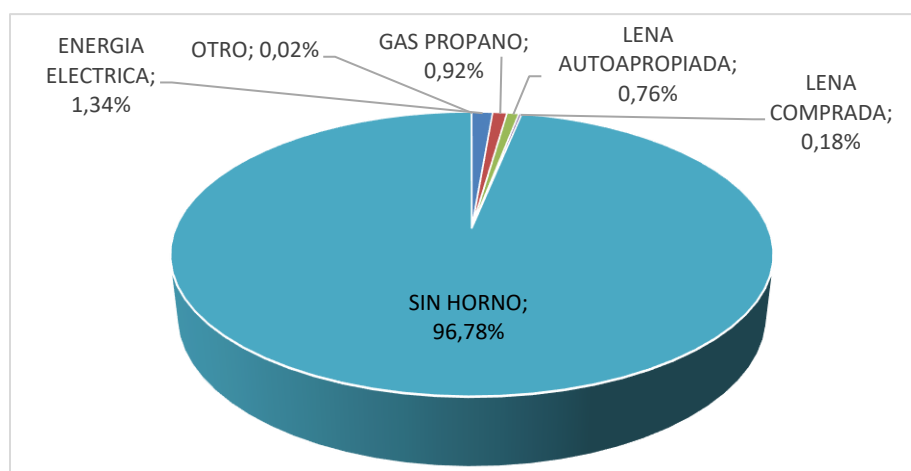


Figura 36. Porcentaje de hogares rurales con horno y tipo de combustible utilizado en el departamento de Cundinamarca

Además, se estableció que en Sabana Centro y Sabana Occidente se requiere principalmente de energía eléctrica para el funcionamiento del horno (Figura 37).

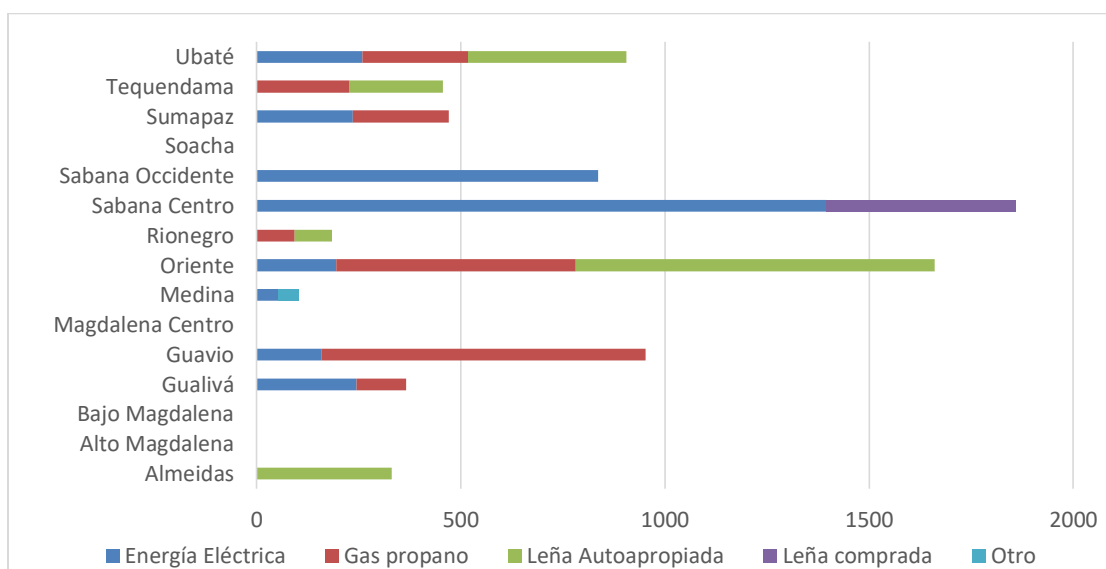


Figura 37. Combustible utilizado para el horno por provincias en los hogares rurales de Cundinamarca

Mientras que en la provincia de Guavio se requiere fundamentalmente de GLP. Finalmente, en la provincia Oriente se requiere GLP y leña autoapropiada para el funcionamiento de este elemento.

2.5 Consumos de energía en los sectores comercial e institucional

Para recolectar la información de los sectores comercial e institucional, se diseñó y aplicó una encuesta dirigida a las instituciones educativas, de salud, religiosas, y a los establecimientos comerciales de las zonas rurales de las provincias de Cundinamarca. Dichos establecimientos en su mayoría corresponden a escuelas, hospitales y tiendas ubicadas en la zona rural. Fueron procesadas 80 encuestas.

2.5.1 Caracterización Consumo por Fuente

En la Figura 38 se observa que los energéticos que más se consumen en estos sectores son leña y gas propano, con 66,1% y 27,5% respectivamente, luego sigue la energía eléctrica con un 4% y finalmente la gasolina con una participación del 2%. Esto demuestra que a pesar de que los encuestados tienen disponibilidad de energía eléctrica, esta no es su mayor fuente de energía. De los resultados también se puede ver que no se utiliza el carbón y el ACPM como fuente de energía en estos sectores.

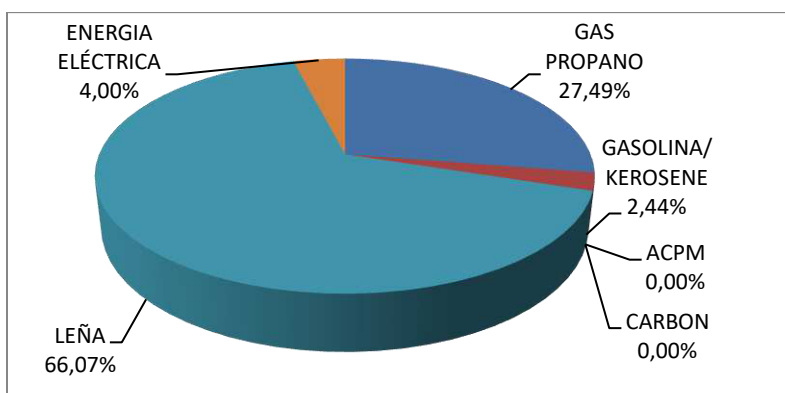


Figura 38. Consumo energético por fuente en el sector comercial e institucional en el departamento de Cundinamarca

2.5.2 Uso de la Energía eléctrica en los sectores comercial e institucional

El porcentaje de uso de energía en iluminación extraído de las encuestas realizadas, se puede resumir en la Tabla 2, donde es posible observar que el tipo de luminaria más utilizado es fluorescente compacta con un 77%, seguido de la incandescente con un 19% y una pequeña participación de las luminarias fluorescentes con un 4%. El ahorro de energía utilizando una luminaria

fluorescente compacta es del 72% respecto a una luminaria incandescente, y del 58% respecto a una luminaria fluorescente. Además se mantienen prendidas las luminarias aproximadamente 8 horas al día.

Tabla 2. Promedio de consumo diario en iluminación en sector comercial e institucional

TIPO LUMINARIA	% LUMINARIAS	POTENCIA PROM [W]	ENERGÍA CONSUMIDA POR LUMINARIA POR DIA [Wh/día]
INCANDESCENTES	19%	75	647,7
FLUORESCENTES COMPACTAS	77%	25	181,85
FLUORESCENTES	4%	60	440,52

Como resultado de las encuestas, se encontró que el 12% no poseen electrodomésticos para refrigeración, y el 88% restante utilizan neveras, cavas y congeladores para satisfacer las necesidades de refrigeración (Ver Figura 39).

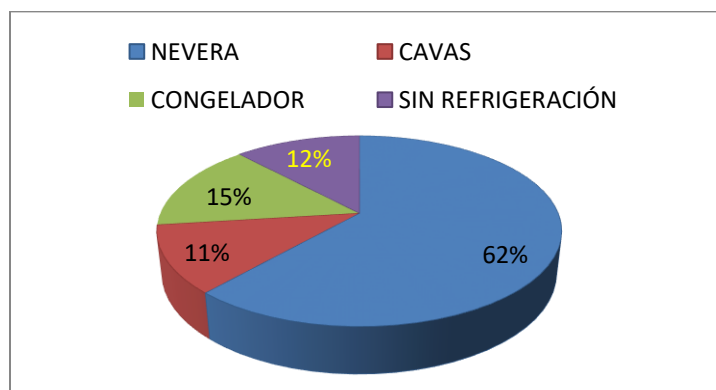


Figura 39 Uso de electrodomésticos para refrigeración

De estos electrodomésticos, se puede apreciar en la Tabla 3, que la capacidad promedio depende del tipo de electrodoméstico que se utilice. Adicionalmente, la edad de los mismos supera los 7 años de uso, lo que sugiere que se requiere un cambio de tecnología, para mejorar la eficiencia en el consumo de energía eléctrica.

Tabla 3. Consumo de refrigeración del sector comercial e institucional

TIPO REFRIGERADOR	NUM	CAPACIDAD PROM [PIES]	EDAD PROMEDIO [AÑOS]
NEVERA	131	10	8,3
CAVAS	24	13	7
CONGELADORES	31	16	6

Finalmente, con respecto al uso de la energía eléctrica para la adecuación del ambiente, el 16% de los encuestados utiliza electrodomésticos para su confort.

También se puede establecer que en el 97% de los casos se utilizan ventiladores y en un 3% torres, que permiten adecuar el ambiente. Como se observa en la Tabla 4 el consumo promedio diario es de 265 Wh en ventiladores y 60 Wh en Torres. El uso promedio de estos electrodomésticos es de 4 horas, y además tienen una potencia promedio de 60 W.

Tabla 4. Promedio de Consumo diario de Energía Eléctrica para adecuar el ambiente en sector comercial e institucional

ELECTRODOMESTICO	% DE EQUIPO	POTENCIA PROMEDIO [W]	ENERGIA CONSUMIDA [Wh/día]
VENTILADORES	97%	59	265,5
TORRES	3%	60	60

2.5.3 Principales electrodomésticos usados en estos sectores

A partir de la Figura 40 se puede determinar que la caja registradora, la alarma, el computador y la cafetera, son los electrodomésticos que más se utilizan en los establecimientos comerciales e institucionales, ya que aproximadamente la mitad de los establecimientos encuestados posee un electrodoméstico de este tipo.

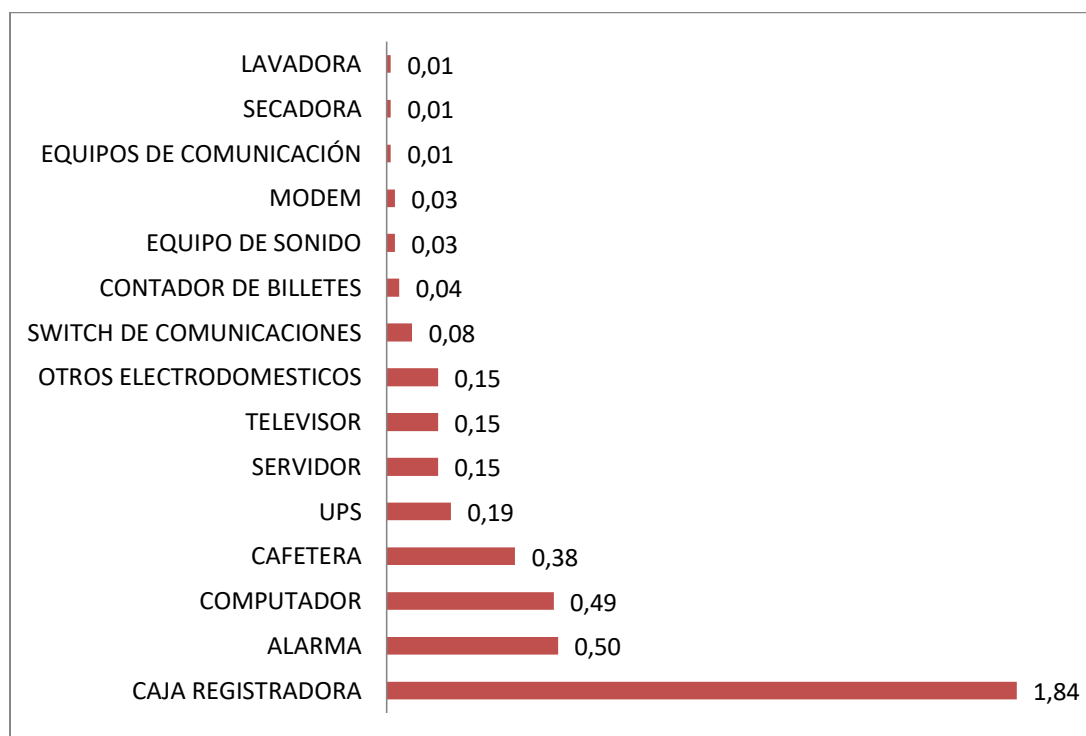


Figura 40. Número promedio de electrodomésticos en sectores comercial e institucional

Respecto a la tasa de uso diario de los electrodomésticos mencionados anteriormente, en la Figura 41 se puede ver que en general los equipos de oficina como las UPS, computadores, modem y switch de comunicaciones son usados

más allá de una jornada de trabajo de 8 h, mientras que los equipos de cocina y los usados en el sector residencial (como televisores, equipos de sonido, etc.) son utilizados casi 4 h diarias.

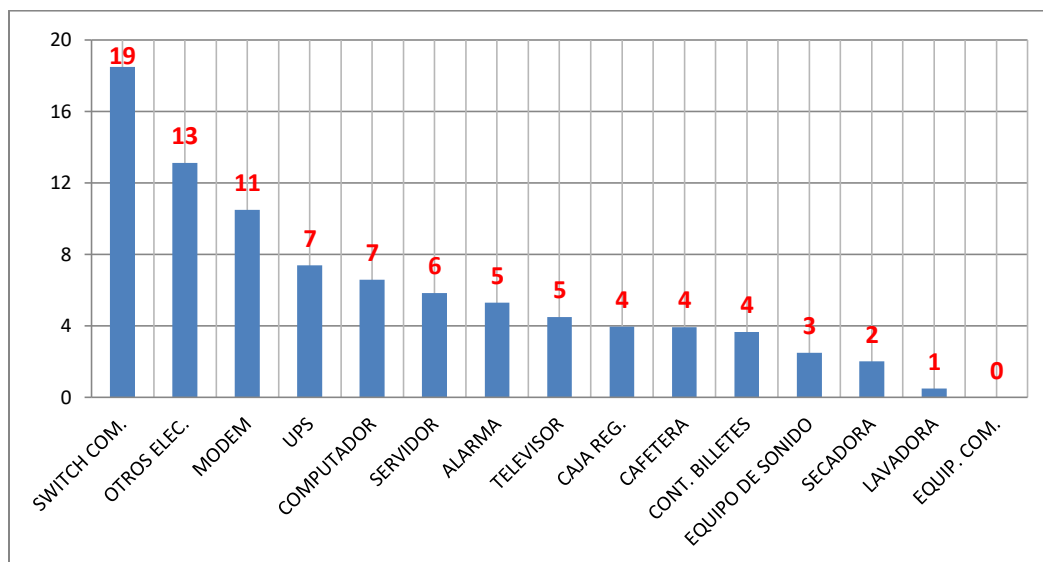


Figura 41. Promedio horas de uso electrodomésticos en sector comercial e institucional

2.6 Consumo Básico de Referencia

Para realizar la proyección de la demanda de energía eléctrica individual por hogar por provincia final esperada, en “*Metodología para la Proyección de la Demanda de Energía Eléctrica para áreas rurales*” (UPME, 2015) se establece como parámetro de estrada un consumo final de referencia, el cual se puede obtener de una de las siguientes maneras:

- A partir de la caracterización del consumo (refrigeración, iluminación, cocción, otros electrodomésticos), que correspondería al máximo consumo posible de alcanzar en cada provincia. A este consumo se le ha denominado Consumo Básico de Referencia por parte de PERS Cundinamarca.
- Consumo Básico de subsistencia, que corresponde a la cantidad mínima de electricidad utilizada en un mes por un usuario típico para satisfacer las necesidades básicas que solamente puedan ser satisfechas mediante esta forma de energía final. La Resolución 355 del 2.004 del Ministerio de Minas y Energía, establece el Consumo de Subsistencia en 173 kWh/mes para alturas inferiores a 1.000 m.s.n.m, y en 130 kWh/mes para alturas iguales o superiores a 1.000 m.s.n.m.

- El estudio desarrollado por el consorcio CORPOEMA para UPME en el año 2012, estableció los siguientes consumos mínimos, dada la altura sobre el nivel del mar. Establece el consumo de 184,58 kWh/mes para alturas inferiores a 1.000 msnm y en 136,24 kWh/mes para alturas entre 1.000 msnm y 2.000 msnm y en 160,48 kWh/mes para alturas iguales o superiores a 2.000 msnm.

Teniendo en cuenta la diversidad de pisos térmicos, climas y condiciones socioeconómicas de las zonas rurales del departamento de Cundinamarca, se determinó que el criterio más adecuado para establecer el consumo final de referencia a ser empleado en la proyección de la demanda de energía por provincia es el Consumo Básico de Referencia, ya que éste tiene en cuenta la información primaria recolectada en sitio, en cuanto a los diferentes elementos que demandan energía eléctrica en los hogares.

A continuación se describe el procedimiento empleado para establecer el consumo básico de referencia para las 15 provincias del departamento de Cundinamarca.

1. Determinar el consumo por uso para cada provincia. Para establecer este consumo se identificaron los siguientes usos y/o electrodomésticos:

- Iluminación
- Refrigeración
- Aire y ventilación
- Agua Caliente y calefacción
- Olla
- Licuadora
- Sanduchera
- Cafetera
- Plancha
- Lavadora
- Secadora
- Brilladora
- Aspiradora
- Secador de pelo
- Radio
- Equipo de sonido
- TV CRT
- TV LCD
- TV Plasma
- TV LED
- Entretenimiento
- DVD
- Teatro en casa
- PC
- Otros

2. Determinar los porcentajes de participación por electrodoméstico para cada provincia.

En la Figura 42 es posible observar que el uso de luminarias, equipos de refrigeración, y televisores superan el 50% de participación en todas las provincias del departamento, es decir que estos son los dispositivos que mayor relevancia tienen en el análisis de demanda de las zonas rurales del departamento. De otro lado, hay equipos eléctricos con alto consumo que deben ser tenidos en cuenta en el análisis de demanda, como lo son los aires acondicionados y calentadores eléctricos, los cuales sólo se encuentran en ciertos lugares específicos del departamento, tal como se ve en la Figura. Adicionalmente, otros electrodomésticos como la lavadora, plancha y licuadora tienen un elevado porcentaje de penetración en los hogares rurales de Cundinamarca; no obstante, su consumo de energía no es muy elevado como se verá más adelante.

3. Selección de escenarios. Es necesario establecer escenarios de cambio en la demanda de energía actual con el fin de realizar la proyección de la misma hacia 2.031. Dentro del procedimiento establecido por PERS Cundinamarca se plantearon dos escenarios:

- Escenario 1: En este caso se plantea que a 2.031 debe haber una cobertura del 100%. Por lo tanto todas las viviendas contarán con iluminación, refrigeración y televisión. Además, en las provincias en las cuales se requiere para garantizar condiciones de confort y calidad de vida, se tendrá penetración del 100% en aire acondicionado y/o ventiladores y calefacción, calentador de agua y/o ducha eléctrica. Los consumos por provincia de los demás dispositivos eléctricos y electrónicos no cambian.
- Escenario 2: Al igual que en el caso anterior se parte de una cobertura del 100% a 2.031, pero incorporando estrategias de eficiencia energética. Todas las viviendas cuentan con iluminación pero se reemplazan todas las luminarias incandescentes existentes por LED. Se mejora la tecnología de los equipos de refrigeración, reemplazando las neveras actuales por neveras con etiquetado energético tipo B. En cuanto a aires acondicionados existentes, se reemplazan por equipos más eficientes tipo A y los calentadores de agua se reemplazan por calentadores a gas. Los consumos por provincia de los demás dispositivos eléctricos y electrónicos no cambian.

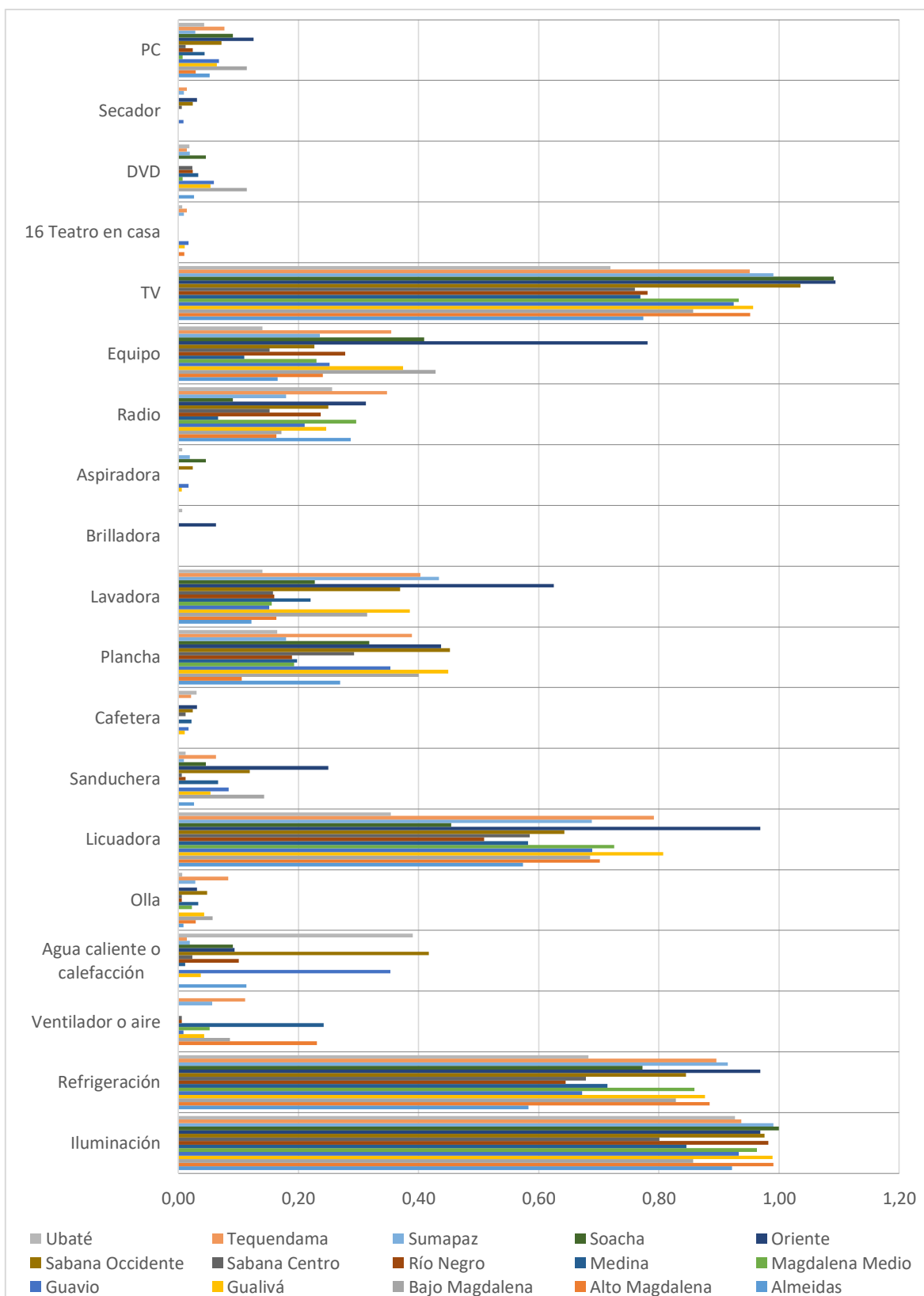


Figura 42 Participación por uso/electrodoméstico en las zonas rurales de Cundinamarca

4. Determinación del consumo básico de referencia. Teniendo en cuenta lo anterior, para el cálculo del consumo básico de referencia se parte del consumo actual por uso o electrodoméstico para cada provincia, el cual se obtiene mediante la información primaria recopilada por el equipo de PERS Cundinamarca (ver Figura 5 y Figura 7).

Para analizar el consumo básico de referencia del sector residencial rural de cada provincia se tuvo en cuenta el consumo diario por uso final; además, se consideran las condiciones establecidas para cada escenario. En la Tabla 5 se presentan los consumos mensuales estimados para cada uno de los electrodomésticos y usos finales por vivienda dados en kWh/mes.

En la Figura 43 se presenta una comparación entre el consumo promedio mensual obtenido a partir del consumo por uso y electrodoméstico y la demanda promedio real calculada con base en los consumos de los usuarios en los últimos seis meses (Figura 25).

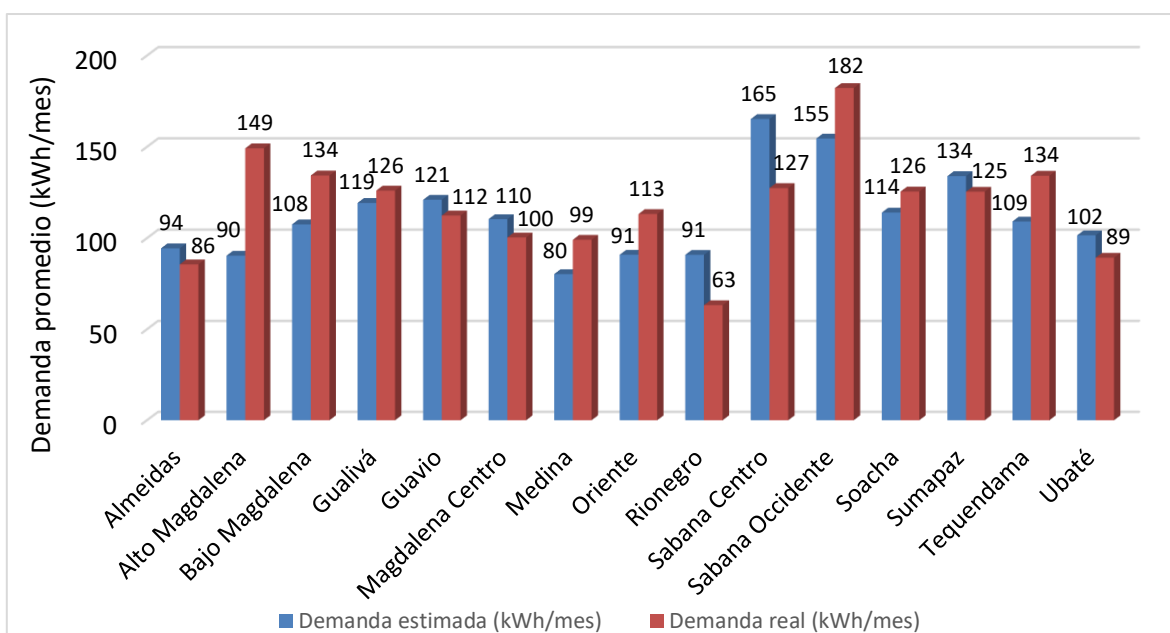


Figura 43 Consumo promedio de energía por provincia en las zonas rurales de Cundinamarca

En general, se observa un comportamiento similar entre los valores reales y los valores estimados. Las diferencias se deben a que los cálculos realizados a partir de cada electrodoméstico depende de variables tales como potencia, tiempo de servicio y horas de uso al día, por lo que la certeza y confiabilidad de los datos depende de la persona que suministró la información durante las visitas realizadas. Sin embargo, se evidencia que es una buena aproximación y sirve como herramienta para el cálculo de los consumos básicos de referencia.

Tabla 5. Consumo mensual por electrodoméstico o uso por vivienda para las zonas rurales de las 15 provincias de Cundinamarca

	Almeidas	Alto Magdalena	Bajo Magdalena	Gualivá	Guavio	Magdalena Centro	Medina	Oriente	Rionegro	Sabana Centro	Sabana Occidente	Soacha	Sumapaz	Tequendama	Ubaté
Iluminación	19,40	12,03	11,43	15,90	23,88	14,94	9,46	14,49	14,67	27,83	25,70	23,27	17,86	11,11	16,94
Refrigeración	63,63	58,00	78,21	83,60	76,24	78,41	42,75	65,93	64,16	106,82	101,39	72,82	97,10	79,86	70,52
Aire y ventiladores	0,00	5,65	1,68	0,20	0,06	1,21	14,95	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,84	1,74	0,00
Agua Caliente y calefacción	1,13	0,00	0,00	0,45	3,69	0,00	0,10	0,97	0,13	4,20	0,43	0,41	0,17	0,49	3,91
Olla	0,06	0,55	0,34	0,26	0,00	0,37	0,47	0,03	0,14	0,28	0,21	0,00	0,22	0,54	0,14
Licuada	0,44	0,85	0,41	0,49	0,41	0,61	0,30	0,26	0,25	0,45	0,86	0,41	0,56	0,58	0,22
Sanduchera	0,04	0,00	0,05	0,01	0,19	0,00	0,10	0,01	0,00	0,15	0,27	0,00	0,00	0,04	0,01
Cafetera	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,06	0,00	0,02	0,07	0,12	0,00	0,00	0,11	0,13
Plancha	0,92	0,44	0,55	2,06	0,84	1,35	0,43	0,31	0,72	1,94	1,19	1,32	0,57	1,88	0,32
Lavadora	1,57	0,97	2,51	3,04	2,16	0,95	2,24	1,26	1,50	4,62	4,77	0,66	3,60	2,75	1,00
Brilladora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
Aspiradora	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
Radio	1,23	0,94	0,96	1,22	1,32	1,58	0,17	0,88	0,61	0,93	0,70	0,69	0,60	1,06	0,90
Equipo de sonido	0,40	2,48	3,12	4,15	3,41	3,34	0,44	1,80	2,35	1,75	3,73	1,83	2,03	2,07	1,25
TV CRT	3,81	6,25	2,77	5,31	5,10	6,22	3,79	3,29	4,13	6,51	7,84	10,17	7,86	4,01	3,10
TV LCD	0,25	0,60	0,34	0,79	0,85	0,66	1,07	0,60	0,32	0,13	0,44	1,52	1,24	0,19	0,58
TV Plasma	1,17	1,34	3,40	0,79	1,34	0,63	3,31	0,82	1,32	7,79	3,08	0,51	0,69	0,84	0,37
TV LED	0,02	0,08	0,41	0,64	0,14	0,09	0,00	0,00	0,34	0,00	1,99	0,00	0,24	1,38	0,15
Teatro en casa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04	0,00
DVD	0,01	0,00	0,13	0,01	0,10	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00
Secador cabello	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00
PC	0,31	0,21	1,21	0,33	0,91	0,04	0,61	0,16	0,05	1,51	0,97	0,27	0,19	0,39	0,76
Otros	0,02	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,02	0,06	0,13	0,68	0,00	0,00	0,00	1,24

2.6.1 Consumo básico de referencia: Escenario 1

De acuerdo a las características establecidas previamente para el escenario 1, en la Tabla 6 se resumen los consumos mensuales estimados para cada uno de los electrodomésticos y usos finales por vivienda dados en kWh/mes. En la Figura 44 se observa que el consumo básico de referencia por vivienda rural en las provincias de Cundinamarca para el escenario 1 varía entre 134,42 y 191,48 kWh/mes, siendo el consumo más bajo el de la región de Rionegro y el más alto el correspondiente a la provincia de Sabana Centro.

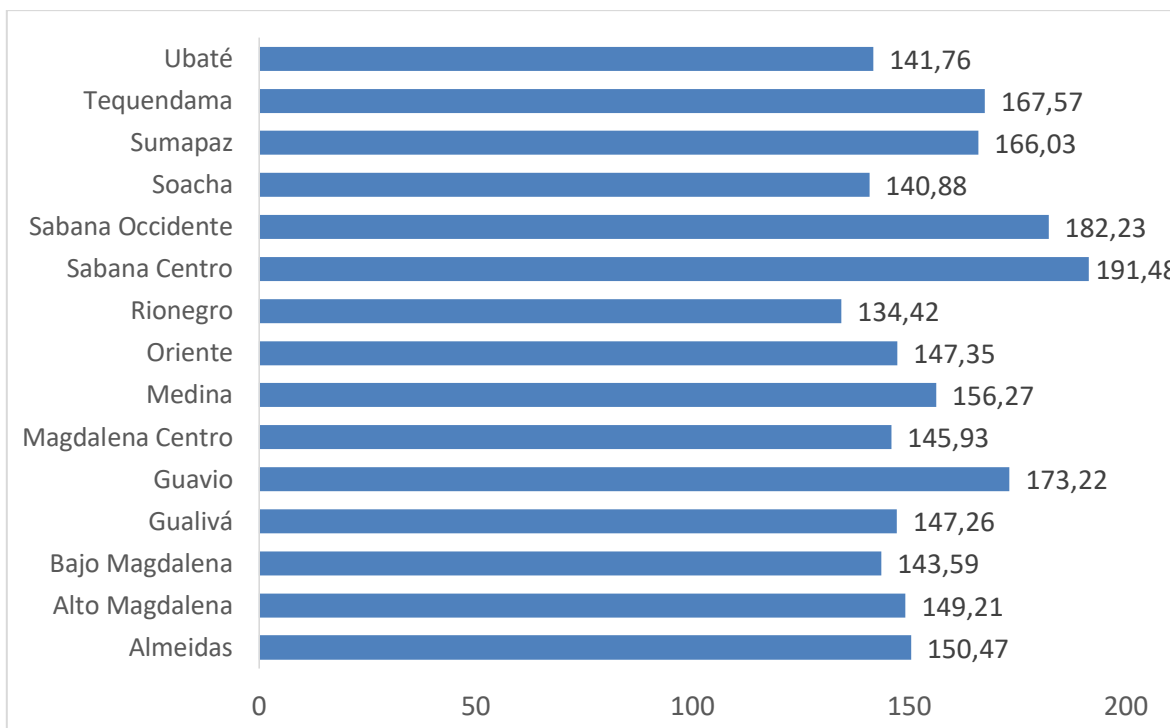


Figura 44. Consumo básico de referencia escenario 1 en kWh/mes por hogar rural para Cundinamarca

Los consumos de refrigeración, iluminación y agua caliente son los que llevan a que el consumo de referencia en Sabana Centro sea el mayor. Adicionalmente, se observa que en las provincias con mayor consumo de energía la refrigeración juega un papel predominante, lo cual podría ser un indicador de que en las zonas rurales del departamento se tienen neveras con más de 10 años de uso, lo cual incrementa significativamente la energía requerida para su funcionamiento. Además, en las provincias de mayor consumo de referencia se evidencia la presencia de calefacción y agua caliente o ventiladores y aire acondicionado.

Tabla 6. Consumo mensual por electrodoméstico o uso por vivienda para las zonas rurales de las 15 provincias de Cundinamarca para el escenario 1

	Almeidas	Alto Magdalena	Bajo Magdalena	Gualivá	Guavio	Magdalena Centro	Medina	Oriente	Rionegro	Sabana Centro	Sabana Occidente	Soacha	Sumapaz	Tequendama	Ubaté
Iluminación	21,05	12,14	13,33	16,07	25,60	15,51	11,19	14,75	18,32	28,51	26,53	23,27	18,03	11,85	18,28
Refrigeración	109,21	65,57	94,40	95,32	113,4	91,25	59,85	102,22	94,58	126,38	104,66	94,24	106,11	89,15	103,3
Aire y ventiladores	0,00	24,49	19,60	4,61	6,60	23,31	61,84	10,50	3,90	0,00	0,00	0,00	14,90	15,66	0,00
Agua Caliente y calefacción	9,97	0,00	0,00	12,09	10,46	0,00	9,00	9,67	5,70	10,09	4,60	4,50	9,00	34,95	10,01
Olla	0,06	0,55	0,34	0,26	0,00	0,37	0,47	0,03	0,14	0,28	0,21	0,00	0,22	0,54	0,14
Licuada	0,44	0,85	0,41	0,49	0,41	0,61	0,30	0,26	0,25	0,45	0,86	0,41	0,56	0,58	0,22
Sanduchera	0,04	0,00	0,05	0,01	0,19	0,00	0,10	0,01	0,00	0,15	0,27	0,00	0,00	0,04	0,01
Cafetera	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,06	0,00	0,02	0,07	0,12	0,00	0,00	0,11	0,13
Plancha	0,92	0,44	0,55	2,06	0,84	1,35	0,43	0,31	0,72	1,94	1,19	1,32	0,57	1,88	0,32
Lavadora	1,57	0,97	2,51	3,04	2,16	0,95	2,24	1,26	1,50	4,62	4,77	0,66	3,60	2,75	1,00
Brilladora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
Aspiradora	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
Radio	1,23	0,94	0,96	1,22	1,32	1,58	0,17	0,88	0,61	0,93	0,70	0,69	0,60	1,06	0,90
Equipo de sonido	0,40	2,48	3,12	4,15	3,41	3,34	0,44	1,80	2,35	1,75	3,73	1,83	2,03	2,07	1,25
TV CRT	3,81	6,25	2,77	5,31	5,10	6,22	3,79	3,29	4,13	6,51	7,84	10,17	7,86	4,01	3,10
TV LCD	0,25	0,60	0,34	0,79	0,85	0,66	1,07	0,60	0,32	0,13	0,44	1,52	1,24	0,19	0,58
TV Plasma	1,17	1,34	3,40	0,79	1,34	0,63	3,31	0,82	1,32	7,79	3,08	0,51	0,69	0,84	0,37
TV LED	0,03	0,09	0,48	0,67	0,16	0,09	1,39	0,77	0,45	0,12	0,44	1,39	0,24	1,45	0,21
Teatro en casa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04	0,00
DVD	0,01	0,00	0,13	0,01	0,10	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00
Secador cabello	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00
PC	0,31	0,21	1,21	0,33	0,91	0,04	0,61	0,16	0,05	1,51	0,97	0,27	0,19	0,39	0,76
Otros	0,02	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,02	0,06	0,13	0,68	0,00	0,00	0,00	1,24

El caso de la provincia de Medina debe ser analizado por separado, ya que el mayor porcentaje de su consumo en este escenario se debe a la proyección del crecimiento en el uso de aires acondicionados. A partir de la información primaria recopilada se estableció que aproximadamente el 25% de los hogares de las zonas rurales de la provincia cuentan con algún sistema de acondicionamiento del ambiente y que cerca del 27% de estos hogares usan aire acondicionado, lo cual lleva a que la energía requerida para suplir esta demanda sea elevada y represente casi el 40% de la demanda total de la provincia.

De acuerdo a los análisis realizados en secciones anteriores, se tiene que para actividades como la cocción de alimentos se utilizan recursos alternos a la energía eléctrica, y de menos costo como lo son el gas propano (65,59%) y la leña (28,37%), pero para actividades como refrigeración, iluminación y acondicionamiento de ambiente no se cuenta ni se visualiza en la comunidad una fuente de energía alternativa.

2.6.1 Consumo básico de referencia: Escenario 2

Un tema de suma importancia a analizar está relacionado con el escenario de eficiencia energética, en este aspecto se considerará una mejora en la tecnología de los equipos de iluminación, refrigeración y aire acondicionado, teniendo en cuenta su relevancia en la matriz de consumo de energía eléctrica. Adicionalmente, los calentadores eléctricos son reemplazados por calentadores a gas.

2.6.1.1 Eficiencia en Iluminación

En la Figura 45 y la Figura 46 se muestra la participación por tecnología de los diferentes tipos de luminarias encontradas por provincia de Cundinamarca y en el departamento.

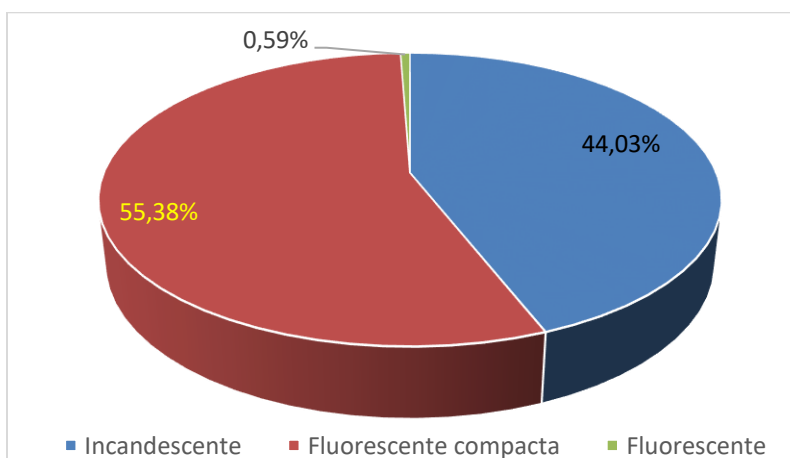


Figura 45. Iluminación por tecnología en las zonas rurales de Cundinamarca

En la Figura 45 se puede observar que del total de luminarias que utilizan los hogares de Cundinamarca, el 55,4% de ellas son fluorescentes compactas, a pesar de esto hay todavía un alto porcentaje de hogares, correspondiente al 44%, que siguen utilizando una tecnología ineficiente como lo es la iluminación incandescente.

Con los datos recolectados se calculó la potencia de consumo promedio por luminaria, así, para incandescentes se obtuvo una potencia promedio de 74 W, en el caso de fluorescentes compactas de 27 W y para fluorescentes de 40 W. Una medida que propicia en un escenario eficiente es la sustitución de luminarias incandescentes por LED. Teniendo en cuenta que la potencia promedio de las luminarias incandescentes existentes en las zonas rurales del departamento es de 74 W, se plantea su reemplazo por luminarias tipo LED de 10 W.

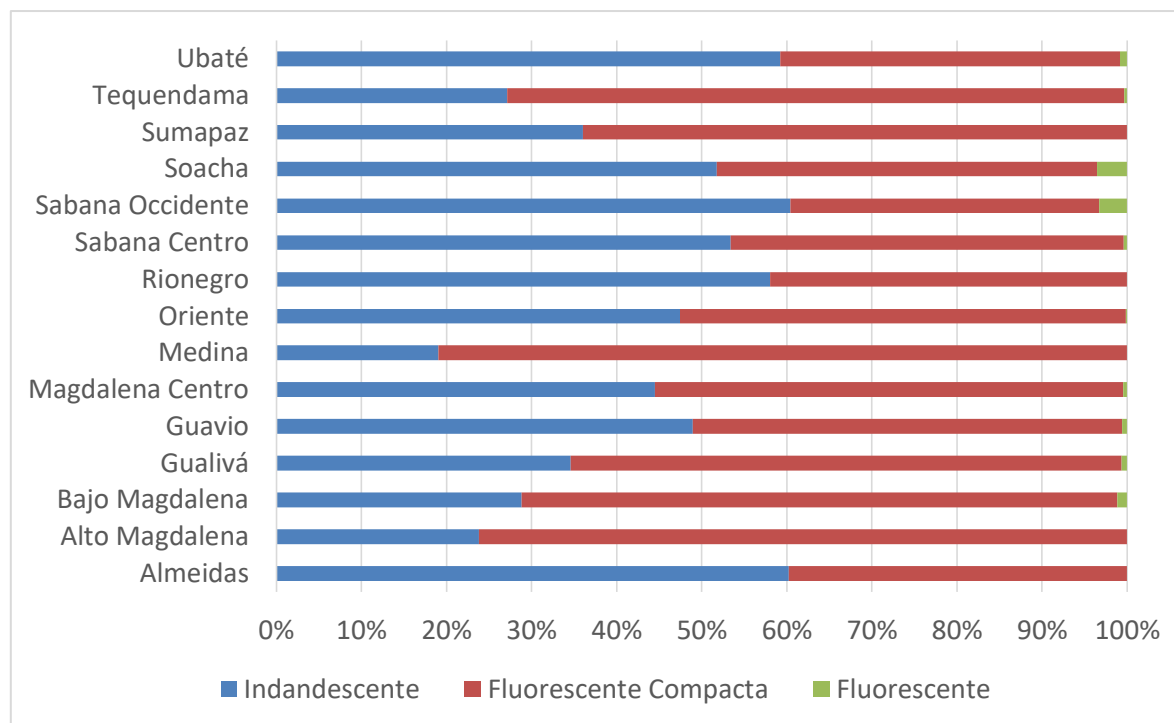


Figura 46. Iluminación por tecnología, análisis por Provincias

2.6.1.2 Eficiencia en Refrigeración

A partir del análisis de demanda realizado, se calculó que los equipos de refrigeración utilizados por los hogares de Cundinamarca consumen una energía promedio de 81 kWh/mes y tienen en promedio 8 años de antigüedad, encontrándose inclusive equipos con más de 50 años de uso.

En el caso de la refrigeración se considera mejorar la tecnología de los equipos de refrigeración, reemplazando los existentes por equipos de clase energética B de

acuerdo al Reglamento Técnico de Etiquetado - *RETIQ* (ver Figura 47) para lograr un ahorro de aproximadamente el 45% en la energía consumida en refrigeración. Aunque en algunos hogares ya se cuenta con refrigeradores modernos y más eficientes, esta no es una situación común en las zonas rurales de Cundinamarca. El cambio de la tecnología de los refrigeradores dependerá de dos aspectos: primero que existan los recursos económicos familiares para hacer la inversión, y segundo que se generen cambios en la cultura del uso de electrodomésticos.

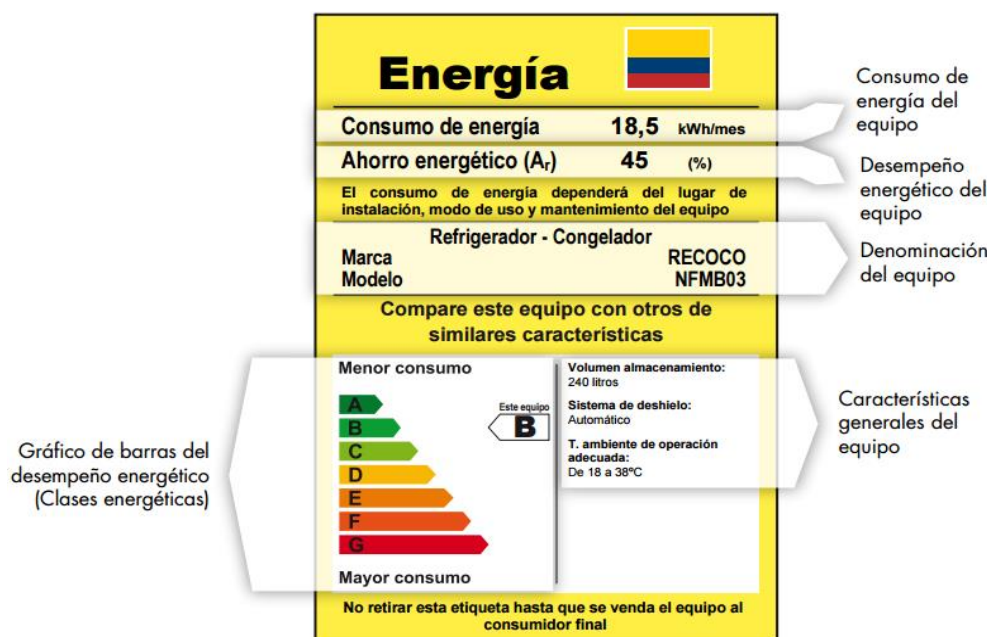


Figura 47. Etiquetado energético Colombia para refrigerador. Tomado de: <https://www.minminas.gov.co/retiq>

2.6.1.3 Eficiencia en Aire Acondicionado

Los equipos para acondicionamiento de aire para recintos cerrados demandan una potencia aproximada de 1.000 W para el tipo Split y 1.200 W para el tipo ventana, y en los hogares en las cuales son empleados tienen un tiempo promedio de operación de 4 h. Si bien el porcentaje de uso de estos dispositivos en las zonas rurales de Cundinamarca es bajo, su impacto en la matriz energética en algunas regiones es significativo.

Por lo anterior se plantea mejorar la tecnología de los equipos de aire acondicionado, reemplazando los existentes por equipos de clase energética A de acuerdo al Reglamento Técnico de Etiquetado - *RETIQ* (ver Figura 48), el cual establece que a partir de abril de 2.018 todos los equipos de este tipo deberán portar la etiqueta de manera obligatoria. Con este cambio se puede lograr un ahorro de aproximadamente el 50% en la energía consumida en acondicionamiento de ambiente.



Figura 48. Etiquetado energético Colombia para acondicionador de aire. Tomado de: <https://www.minminas.gov.co/retiq>

2.6.1.4 Eficiencia en Calentador de agua

Los calentadores de agua demandan una potencia promedio de 1.800 W, y en los hogares en las cuales son empleados tienen un tiempo promedio de operación de 1 h más 1 h que requieren previo a su utilización. Si bien el porcentaje de uso de estos dispositivos en las zonas rurales de Cundinamarca es muy baja, su impacto en la matriz energética en algunas regiones es significativa, especialmente en la provincia de Tequendama.

Existen opciones eléctricas más eficientes de acuerdo a lo establecido por el RETIQ; sin embargo, dentro de los planes del gobierno nacional se proyecta la ampliación de gasoductos, estaciones de compresión de gas natural y la expansión del servicio de gas natural a todos los municipios del departamento y el país, por esta razón se propone el cambio de todos los calentadores eléctricos por calentadores a gas natural, por lo que el consumo de energía eléctrica debido a estos dispositivos se reduciría a cero.

La Tabla 7 presenta los consumos mensuales estimados para cada uno de los electrodomésticos y usos finales por vivienda para el escenario 2 dados en kWh/mes. En la Figura 49 se observa que el consumo básico de referencia por vivienda rural en las provincias de Cundinamarca para el escenario 2 varía entre 61,62 y 107,02 kWh/mes. En este caso, después de emplear estrategias de eficiencia energética, el consumo más bajo es en la región de Medina y el más alto el correspondiente a la provincia de Sabana Centro.

Tabla 7. Consumo mensual por electrodoméstico o uso por vivienda para las zonas rurales de las 15 provincias de Cundinamarca para el escenario 2

	Almeidas	Alto Magdalena	Bajo Magdalena	Gualivá	Guavio	Magdalena Centro	Medina	Oriente	Rionegro	Sabana Centro	Sabana Occidente	Soacha	Sumapaz	Tequendama	Ubaté
Iluminación	5,18	7,31	5,65	7,23	7,32	5,75	5,83	4,62	4,19	8,36	7,58	6,18	6,83	6,16	3,86
Refrigeración	60,06	36,06	51,92	52,43	62,37	50,19	32,92	56,22	52,02	69,51	57,56	51,83	58,36	49,03	56,79
Aire y ventiladores	0,00	5,65	1,68	0,20	0,06	1,21	8,39	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,84	1,61	0,00
Agua Caliente y calefacción	1,13	0,00	0,00	0,45	3,69	0,00	0,10	0,97	0,13	2,65	0,43	0,41	0,17	0,02	3,91
Olla	0,06	0,55	0,34	0,26	0,00	0,37	0,47	0,03	0,14	0,28	0,21	0,00	0,22	0,54	0,14
Licuada	0,44	0,85	0,41	0,49	0,41	0,61	0,30	0,26	0,25	0,45	0,86	0,41	0,56	0,58	0,22
Sanduchera	0,04	0,00	0,05	0,01	0,19	0,00	0,10	0,01	0,00	0,15	0,27	0,00	0,00	0,04	0,01
Cafetera	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,06	0,00	0,02	0,07	0,12	0,00	0,00	0,11	0,13
Plancha	0,92	0,44	0,55	2,06	0,84	1,35	0,43	0,31	0,72	1,94	1,19	1,32	0,57	1,88	0,32
Lavadora	1,57	0,97	2,51	3,04	2,16	0,95	2,24	1,26	1,50	4,62	4,77	0,66	3,60	2,75	1,00
Brilladora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
Aspiradora	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
Radio	1,23	0,94	0,96	1,22	1,32	1,58	0,17	0,88	0,61	0,93	0,70	0,69	0,60	1,06	0,90
Equipo de sonido	0,40	2,48	3,12	4,15	3,41	3,34	0,44	1,80	2,35	1,75	3,73	1,83	2,03	2,07	1,25
TV CRT	3,81	6,25	2,77	5,31	5,10	6,22	3,79	3,29	4,13	6,51	7,84	10,17	7,86	4,01	3,10
TV LCD	0,25	0,60	0,34	0,79	0,85	0,66	1,07	0,60	0,32	0,13	0,44	1,52	1,24	0,19	0,58
TV Plasma	1,17	1,34	3,40	0,79	1,34	0,63	3,31	0,82	1,32	7,79	3,08	0,51	0,69	0,84	0,37
TV LED	0,03	0,09	0,48	0,67	0,16	0,09	1,39	0,77	0,45	0,12	0,44	1,39	0,24	1,45	0,21
Teatro en casa	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04	0,00
DVD	0,01	0,00	0,13	0,01	0,10	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00
Secador cabello	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,09	0,00	0,05	0,01	0,00
PC	0,31	0,21	1,21	0,33	0,91	0,04	0,61	0,16	0,05	1,51	0,97	0,27	0,19	0,39	0,76
Otros	0,02	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,02	0,06	0,13	0,68	0,00	0,00	0,00	1,24

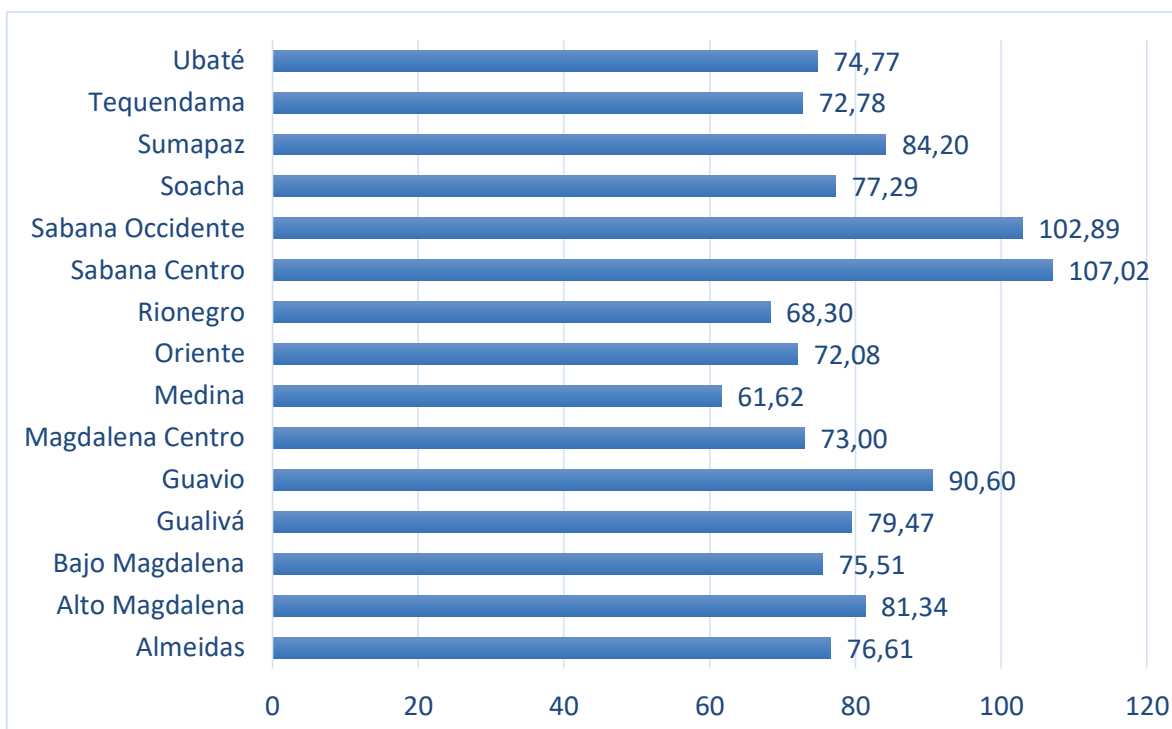


Figura 49. Consumo básico de referencia escenario 2 en kWh/mes por hogar rural para Cundinamarca

2.6.2 Comparación de escenarios y análisis de costos

La Figura 50 presenta la comparación entre los consumos básicos de referencia obtenidos en los dos escenarios propuestos.

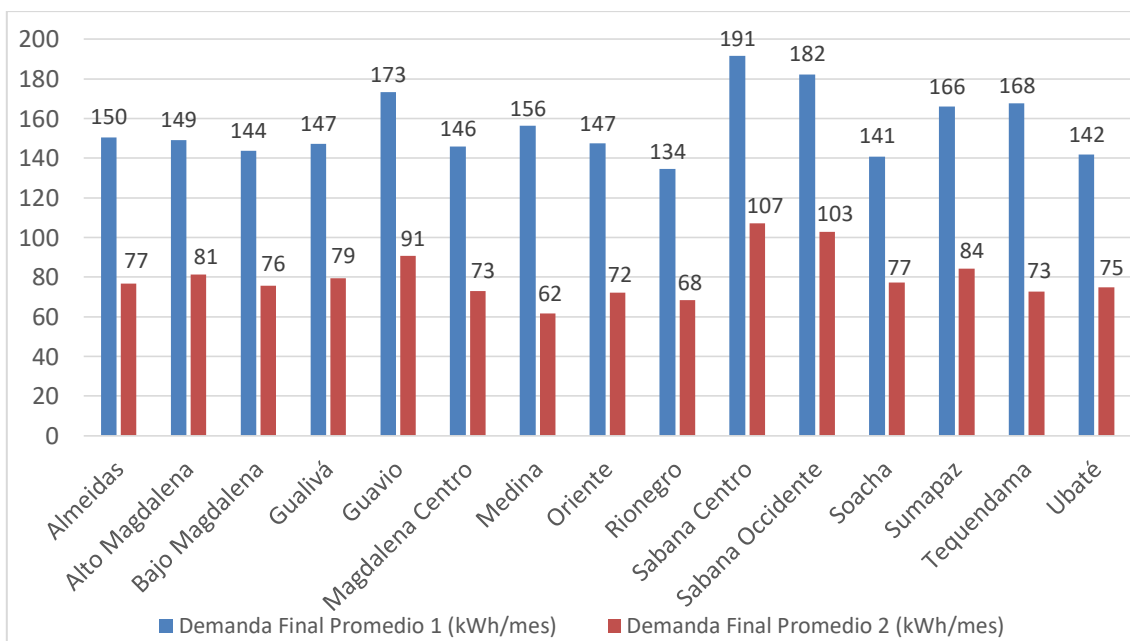


Figura 50. Comparación de los consumos básicos de referencia para los dos escenarios propuestos

Los resultados de la Figura 50 evidencian que al implementar las medidas de eficiencia energética anteriormente mencionadas se obtienen porcentajes de ahorro que varían entre el 43,5% y el 60,6%, en Sabana Occidente y Medina respectivamente. La Tabla 8 muestra el detalle de los porcentajes de ahorro obtenidos al implementar cada una de las opciones contempladas.

Tabla 8. Consumos básicos de referencia por hogar y porcentajes de ahorro

	Consumo de referencia 1 (kWh/mes)	Consumo de referencia 2 (kWh/mes)	Ahorro iluminación	Ahorro Refrigeración	Ahorro Ambiente	Ahorro Calor y ducha	% ahorro
Almeidas	150,47	76,61	10,7%	32,8%	0,0%	6,0%	49,1%
Alto Magdalena	149,21	81,34	4,6%	25,6%	16,5%	0,0%	45,5%
Bajo Magdalena	143,59	75,51	5,3%	29,6%	12,4%	0,0%	47,4%
Gualivá	147,26	79,47	6,1%	29,2%	3,1%	8,0%	46,0%
Guavio	173,22	90,60	10,9%	29,7%	4,2%	4,3%	47,7%
Magdalena Centro	145,93	73,00	7,1%	28,4%	15,5%	0,0%	50,0%
Medina	156,27	61,62	4,3%	18,1%	35,1%	6,6%	60,6%
Oriente	147,35	72,08	7,4%	31,7%	7,6%	6,4%	51,1%
Rionegro	134,42	68,30	10,5%	31,7%	2,9%	4,1%	49,2%
Sabana Centro	191,48	107,02	10,6%	29,8%	0,0%	3,9%	44,1%
Sabana Occidente	182,23	102,89	10,8%	28,2%	0,0%	1,6%	43,5%
Soacha	140,88	77,29	13,1%	31,1%	0,0%	3,9%	45,1%
Sumapaz	166,03	84,20	7,3%	29,2%	9,0%	5,9%	49,3%
Tequendama	167,57	72,78	2,7%	23,4%	7,7%	20,3%	56,6%
Ubaté	141,76	74,77	10,4%	33,0%	0,0%	4,6%	47,3%

En todos los casos al mejorar las características de los equipos de refrigeración se alcanza un ahorro de energía significativo, que varía entre el 18,1% y el 33%. En cuanto a iluminación, el ahorro alcanzado es menor (entre el 2,7 % y el 13,1%) pero aun así es significativo, especialmente teniendo en cuenta que la inversión inicial no es tan elevada, como se verá más adelante. El cambio de los equipos de acondicionamiento de aire tiene un impacto fundamental en la reducción de la demanda en la provincia de Medina (35,1%); además, también es importante en Alto Magdalena (16,5%), Magdalena Centro (15,5%), Bajo Magdalena (12,4%), Sumapaz (9%), Tequendama (7,7%) y Oriente (7,6%). Finalmente, el cambio de los calentadores eléctricos por calentadores a gas representa una reducción del 20,3% en la demanda de energía de la provincia de Tequendama, además tiene efectos favorables en 12 de las 15 provincias del departamento.

2.6.2.1 Estimativo de costos y retorno de la inversión

De acuerdo a las opciones de eficiencia energética planteadas en el escenario 2, existen varias alternativas que van de desde realizar el cambio de todos los equipos (refrigeración, iluminación, aire acondicionado, calentador) hasta realizar el cambio de sólo las luminarias incandescentes por tipo LED.

Si una familia de la provincia de Sumapaz toma la opción de cambiar el refrigerador, las luminarias, el aire acondicionado y el calentador, se calcula que por las capacidades de los refrigeradores actuales, su reemplazo tendrá un costo promedio de \$900.000. Las luminarias LED costarán \$11.000 cada una, considerando que el número de luminarias promedio utilizadas en un hogar de la zona rural de Cundinamarca es 5, se tiene un costo de \$55.000 en iluminación. El aire acondicionado tiene un costo promedio de \$1.700.000. El calentador a gas cuesta \$500.000 más \$600.000 de instalación. Por lo que se requeriría una inversión total de \$3.755.000.

Una familia con todos estos electrodomésticos no eficientes consumirá alrededor de 400 kWh/mes. El precio del kWh para la región de Sumapaz es de aproximadamente \$300, por lo que pagará en promedio \$120.000 mensuales de factura de energía. Si se llevaran a cabo estas estrategias se alcanzaría un ahorro de alrededor del 49,3% en el valor mensual de la factura de energía eléctrica, lo que equivale aproximadamente a \$59.200 mensuales.

Realizando la evaluación económica, para la provincia de Sumapaz, se encuentra que el proyecto de cambio de luminarias es rentable con una TIR de 71.64% y que el cambio de refrigerador obtiene una TIR 26,52 %, mientras que para el aire acondicionado la TIR es de -14.87 % y para el calentador -14.41%.

Para las demás provincias el resultado es similar al de la provincia de Sumapaz, es decir, la TIR para las luminarias es del orden ente 70% y 80%, y para refrigeración entre el 25% y 30%, pero para equipos de aire acondicionado y calentadores, la tasa es negativa de -15%, aproximadamente.

Entonces implementar estrategias de ahorro es una opción económica para luminarias y refrigeración, que son dos de los usos que mayor porcentaje tiene dentro de los electrodomésticos. Sin embargo esta implementación requiere en su inversión apoyo del estado, pues teniendo en cuenta el nivel socio económico y los ingresos familiares de las familias de zonas rurales, la inversión inicial supera la capacidad de pago de los usuarios.

Además, como política de estado es posible incentivar el cambio de tecnología, no sólo como un mecanismo para reducir el consumo de energía que repercute

directamente en la capacidad económica de la población rural, sino para contribuir con medidas que pueden sumar externalidades ambientales significativas.

Dado que cada región tiene comportamientos diferentes es necesario evaluar cada caso de manera puntual para establecer las estrategias más convenientes para sus habitantes rurales.

3 Demanda de Energía Eléctrica del Departamento de Cundinamarca

3.1 Modelo de demanda Utilizado

El modelo de proyección de demanda de Energía Eléctrica utilizado, es el desarrollado por la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME en el documento denominado “Metodología para la Proyección de la Demanda de Energía Eléctrica para áreas rurales” (UPME, 2015), el cual propone un modelo de proyección a partir de información primaria y secundaria recolectada a través de la implementación en la metodología PERS en la región de estudio.

El modelo utiliza una función logística (sigmoidea), la cual se ve representada a través de la siguiente ecuación:

$$D(x) = \frac{ke^{ax}}{1 + e^{ax}} = \frac{(D_1 + D_0) e^{\frac{2}{L} \ln(\frac{D_1}{D_0})x}}{1 + e^{\frac{2}{L} \ln(\frac{D_1}{D_0})x}} = \frac{(D_1 + D_0) (\frac{D_1}{D_0})^{\frac{x}{L}}}{1 + (\frac{D_1}{D_0})^{\frac{x}{L}}}$$

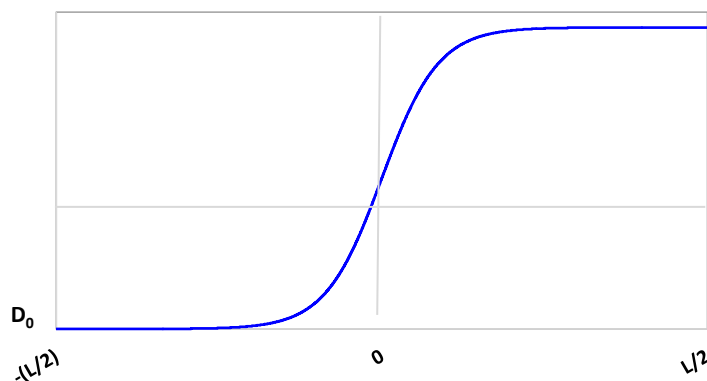


Figura 51. Función de Demanda. (Fuente: UPME 2015)

La ecuación representa tres periodos de tiempo Figura 51, el primero, una demanda creciente con base en el crecimiento vegetativo de la población más un factor de la demanda existente en el peor de los escenarios, el segundo con un mayor crecimiento de la demanda explicado por el aprendizaje, puesta en marcha de la alternativa energética y el encadenamiento productivo generada para ésta, y por último, la saturación del crecimiento de la demanda explicada al alcanzar el máximo nivel posible de producción del municipio con la implementación de la alternativa.

3.2 Proyección de la demanda de Energía Eléctrica 2016-2031

3.2.1 Datos de entrada

El modelo requiere tres datos de entrada:

- Una demanda inicial, que corresponde a la demanda de energía eléctrica individual por hogar por provincia, que se obtiene a través de la información primaria recolectada como resultado de las encuestas y debe ser ingresada en kWh/mes.
- Una demanda final, que corresponde a la demanda de energía eléctrica individual por hogar por provincia final esperada, en kWh/mes, correspondiente al consumo básico de referencia.
- Por último, se debe ingresar los datos de consumo de proyectos productivos y las fechas en las que se implementarán en la región.

3.2.1.1 Demanda inicial por provincia

Esta información se obtiene a través de la información primaria recolectada y corresponde al punto inicial de la estimación. En la Tabla 9 se presentan las demandas iniciales por provincia correspondientes al consumo de energía eléctrica mensual por hogar.

Tabla 9. Demanda inicial por hogar en cada provincia

Provincia	Demanda inicial (kWh/mes)
Almeidas	85,61
Alto Magdalena	149,21
Bajo Magdalena	134,29
Gualivá	126,04
Guavio	112,38
Magdalena Centro	100,35
Medina	99,10
Oriente	113,19
Rionegro	63,24
Sabana Centro	127,42
Sabana Occidente	182,23
Soacha	125,50
Sumapaz	125,43
Tequendama	134,18
Ubaté	89,24

3.2.1.2 Demanda final esperada por provincia

Se refiere al consumo final por hogar, y corresponden a los consumos de referencia de las provincias, presentados en el apartado anterior. En la Tabla 10 se presentan las demandas finales por provincia utilizadas como datos de entrada en el modelo de proyección.

Tabla 10. Demanda final por provincia

Provincia	Consumo de referencia 1 (kWh/mes)	Consumo de referencia 2 (kWh/mes)
Almeidas	150,47	76,61
Alto Magdalena	149,21	81,34
Bajo Magdalena	143,59	75,51
Gualivá	147,26	79,47
Guavio	173,22	90,60
Magdalena Centro	145,93	73,00
Medina	156,27	61,62
Oriente	147,35	72,08
Rionegro	134,42	68,30
Sabana Centro	191,48	107,02
Sabana Occidente	182,23	102,89
Soacha	140,88	77,29
Sumapaz	166,03	84,20
Tequendama	167,57	72,78
Ubaté	141,76	74,77

3.2.1.3 Datos de proyectos productivos

Con el fin de observar el impacto en la eficiencia energética al implementar tecnologías que utilizan fuentes de energía renovables no convencionales y tecnología térmica eficiente en los procesos productivos del departamento de Cundinamarca, se presentan como ejemplos prácticos, los resultados de dos proyectos productivos formulados por el equipo de PERS Cundinamarca. El primero, una planta procesadora de cacao que estará ubicada en el municipio de Yacopí; y el segundo, seis centros de acopio de leche ubicados en los municipios de Caparrapí, Carmen de Carupa, Gachetá, Guachetá, Susa y Ubaté. La formulación, diseños, cálculos y demás aspectos relacionados con estos y los demás proyectos estructurados por el equipo de PERS Cundinamarca se encuentran en el informe titulado “Informe de Proyectos PERS Cundinamarca”.

En la planta procesadora de cacao, se propone implementar un sistema fotovoltaico que genera 18.037,54 kWh/año, que corresponden al 45.74% de la energía demandada por el sistema de iluminación y al 2,29% de la energía total

demandada por la planta procesadora de cacao, además, este sistema fotovoltaico tiene un costo de inversión inicial de \$163'516.731 con un tiempo de retorno de 12,4 años.

Asimismo, con la entrada en funcionamiento de la planta procesadora de cacao, se verán beneficiados los centros poblados y veredas de los municipios productores de cacao: Yacopí, Topaipí, Paimé, Caparrapí, Pacho, La Palma, Vergara, Sasaima, Nimaima, Nocaima, Nilo, Tocaima, Viotá, Medina y Ubalá. Particularmente, las asociaciones de cacaoteros, agricultores y organizaciones del Departamento, con un total de aproximadamente 4.500 personas beneficiadas.

En el segundo proyecto, se propone incorporar para seis centros de acopio de leche del departamento de Cundinamarca, dos tipos de tecnologías eficientes: sistemas fotovoltaicos y tecnología térmica eficiente (colectores solares para el calentamiento de agua y pre-enfriadores para bajar la temperatura de ingreso de la leche a los tanques de enfriamiento).

La mínima eficiencia energética obtenida en los seis (6) centros de acopio es de 43,02%, ubicado en el municipio de Ubaté, donde el 13% de eficiencia energética se debe a la implementación de los colectores solares para calentamiento de agua, el 11,11% correspondiente a los pre-enfriadores y el 18,91% al sistema fotovoltaico, los cuales producen un ahorro de energía eléctrica de 6,64 MWh/año.

Todo el sistema tiene un costo de inversión inicial de \$71'936.094, con un tiempo de retorno de 8,3 años. Mediante esta implementación se logrará reducir el costo de enfriamiento por litro de leche de \$12,28 a \$7, mejorando la gestión eficiente de la energía, el desarrollo económico sostenible de las 1.090 personas de estos seis centros de acopio, cuyo sustento económico diario depende exclusivamente de esta actividad económica y que al implementarse en todo el departamento de Cundinamarca podrá favorecer a más de 26.000 personas.

La mayor eficiencia energética obtenida en los seis (6) centros de acopio es de 53,94%, ubicado en el municipio de Carmen de Carupa, donde el 15% de eficiencia energética se debe a la implementación de los colectores solares para calentamiento de agua, el 20,41% correspondiente a los pre-enfriadores y el 18,56% al sistema fotovoltaico, los cuales producen un ahorro de energía eléctrica de 19,2 MWh/año. El sistema tiene un costo de inversión inicial de \$156'221.543, con un tiempo de retorno de 9,3 años. Mediante esta implementación se logrará reducir el costo de enfriamiento por litro de leche de \$9,1 a \$4,19.

3.2.1.4 Número de Usuarios

El número de usuarios a los cuales estarán enfocados los proyectos y con el cual se hallará la demanda total a través de las proyecciones realizadas parte del marco PERS, el cual corresponde al número de viviendas ubicadas en las zonas rurales de los municipios. El marco PERS para cada una de las provincias se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Número de usuarios

Provincias	Marco PERS
Almeidas	12.693
Alto Magdalena	8.176
Bajo Magdalena	10.944
Gualivá	22.828
Guavio	18.903
Magdalena Centro	6.676
Medina	4.744
Oriente	16.509
Rionegro	15.843
Sabana centro	39.067
Sabana occidente	13.381
Soacha	3.864
Sumapaz	24.947
Tequendama	32.836
Ubaté	21.213
Total	252.626

3.2.2 Resultados de la proyección de demanda energía 2016-2031

Para la obtención de las proyecciones de demanda de un usuario típico en el sector rural residencial del departamento de Cundinamarca, los cálculos fueron realizados con la plantilla en Excel (UPME, 2015) que presenta como apoyo la UPME en su Metodología para la Proyección de la Demanda.

Los resultados por provincia se muestran desde la Tabla 12 hasta la Tabla 26 y desde la Figura 52 hasta la Figura 66, en las cuales se presentan los dos escenarios, bajo las condiciones actuales e implementando las estrategias de eficiencia energética descritas previamente.

Tabla 12. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Almeidas

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	85,61	85,61
2017	89,75	85,01
2018	93,97	84,41
2019	98,26	83,81
2020	102,60	83,21
2021	106,98	82,61
2022	111,39	82,01
2023	115,82	81,41
2024	120,26	80,81
2025	124,69	80,21
2026	129,10	79,61
2027	133,48	79,01
2028	137,82	78,41
2029	142,11	77,81
2030	146,33	77,21
2031	150,47	76,61

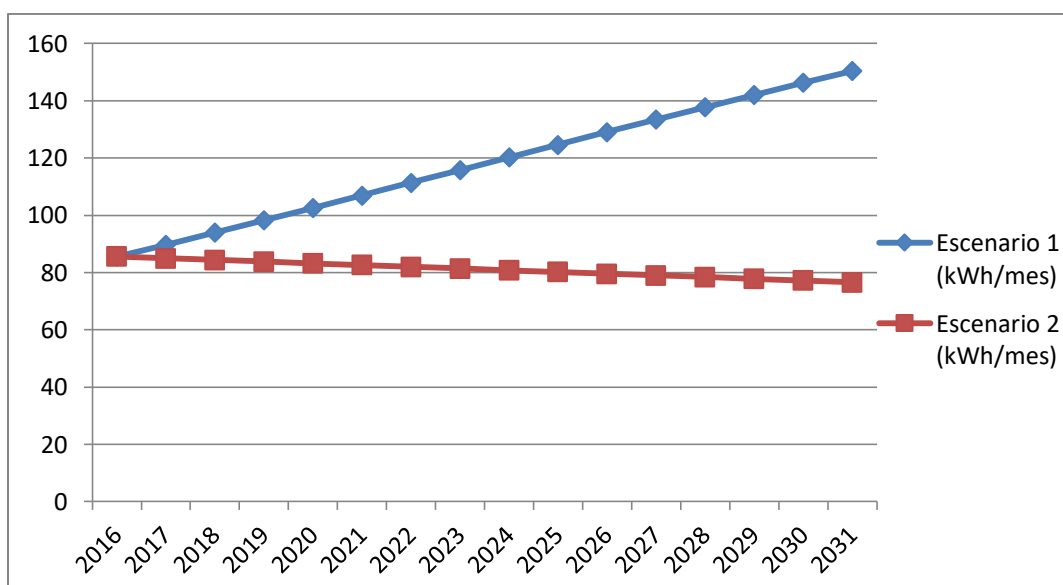


Figura 52. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Almeidas

Tabla 13. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Alto Magdalena

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	149,21	149,21
2017	149,21	144,90
2018	149,21	140,50
2019	149,21	136,03
2020	149,21	131,49
2021	149,21	126,89
2022	149,21	122,26
2023	149,21	117,61
2024	149,21	112,94
2025	149,21	108,29
2026	149,21	103,66
2027	149,21	99,06
2028	149,21	94,52
2029	149,21	90,05
2030	149,21	85,65
2031	149,21	81,34

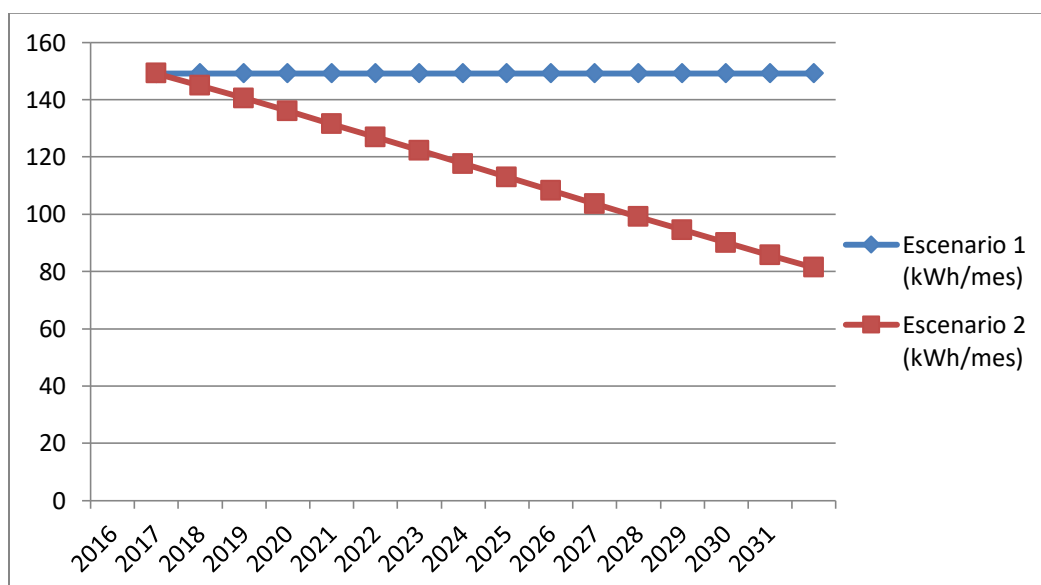


Figura 53. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Alto Magdalena

Tabla 14. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Bajo Magdalena.

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	134,29	134,29
2017	134,91	130,54
2018	135,53	126,72
2019	136,15	122,84
2020	136,77	118,91
2021	137,39	114,94
2022	138,01	110,93
2023	138,63	106,91
2024	139,25	102,89
2025	139,87	98,87
2026	140,49	94,86
2027	141,11	90,89
2028	141,73	86,96
2029	142,35	83,08
2030	142,97	79,26
2031	143,59	75,51

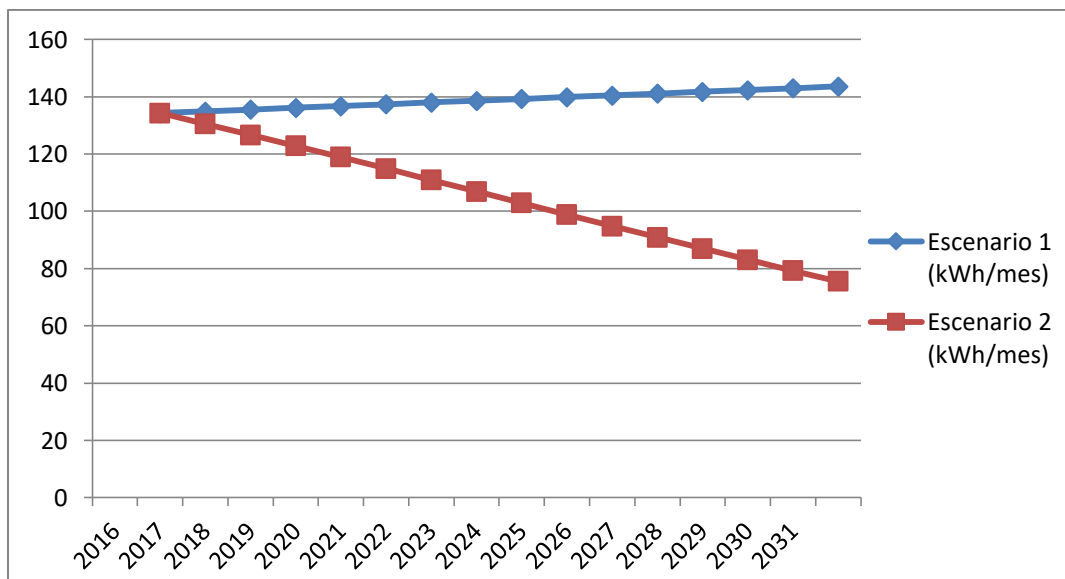


Figura 54. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Bajo Magdalena

Tabla 15. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Gualivá

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	126,04	126,04
2017	127,45	123,02
2018	128,86	119,97
2019	130,28	116,88
2020	131,69	113,77
2021	133,11	110,64
2022	134,52	107,49
2023	135,94	104,33
2024	137,36	101,18
2025	138,78	98,02
2026	140,19	94,87
2027	141,61	91,74
2028	143,02	88,63
2029	144,44	85,54
2030	145,85	82,49
2031	147,26	79,47

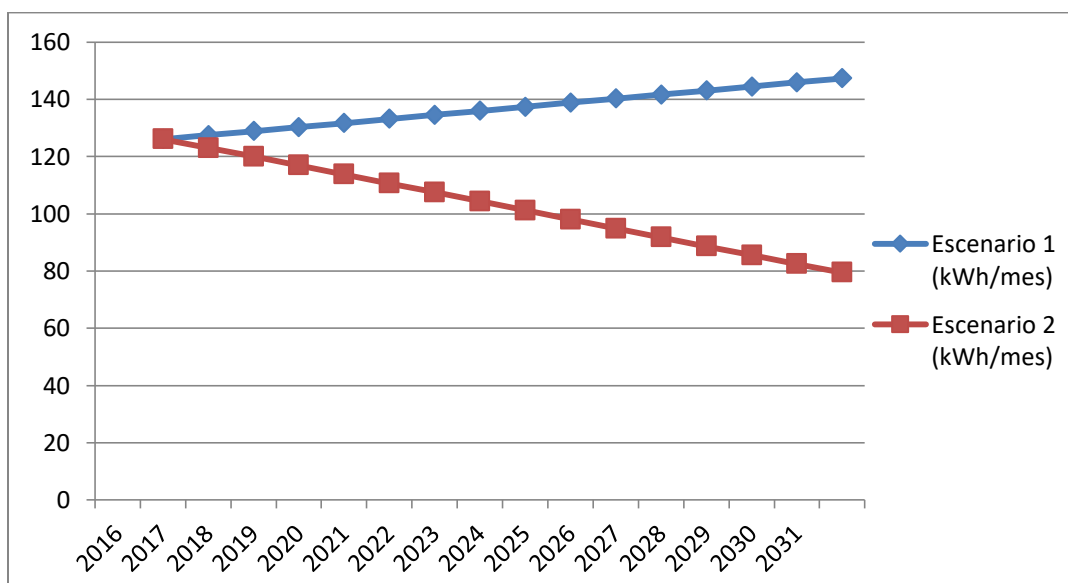


Figura 55. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Gualivá

Tabla 16. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Guavio

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	112,38	112,38
2017	116,34	110,94
2018	120,33	109,49
2019	124,37	108,04
2020	128,43	106,59
2021	132,52	105,13
2022	136,63	103,68
2023	140,74	102,22
2024	144,86	100,76
2025	148,97	99,30
2026	153,08	97,85
2027	157,17	96,39
2028	161,23	94,94
2029	165,27	93,49
2030	169,26	92,04
2031	173,22	90,60

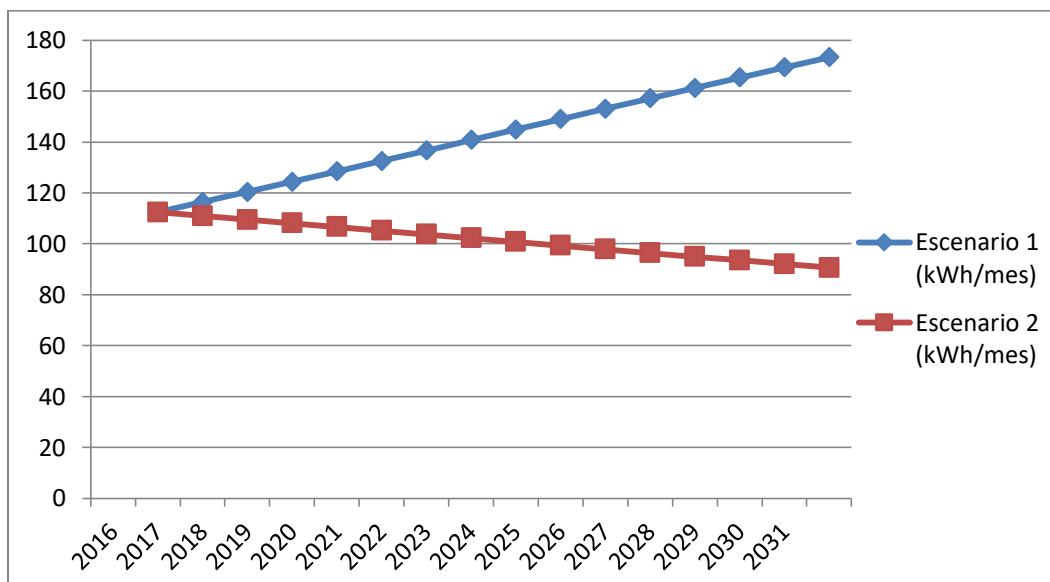


Figura 56. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Guavio

Tabla 17. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Magdalena Centro

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	100,35	100,35
2017	103,33	98,55
2018	106,34	96,74
2019	109,36	94,92
2020	112,41	93,10
2021	115,46	91,27
2022	118,53	89,43
2023	121,60	87,59
2024	124,68	85,76
2025	127,75	83,92
2026	130,82	82,08
2027	133,87	80,25
2028	136,92	78,43
2029	139,94	76,61
2030	142,95	74,80
2031	145,93	73,00

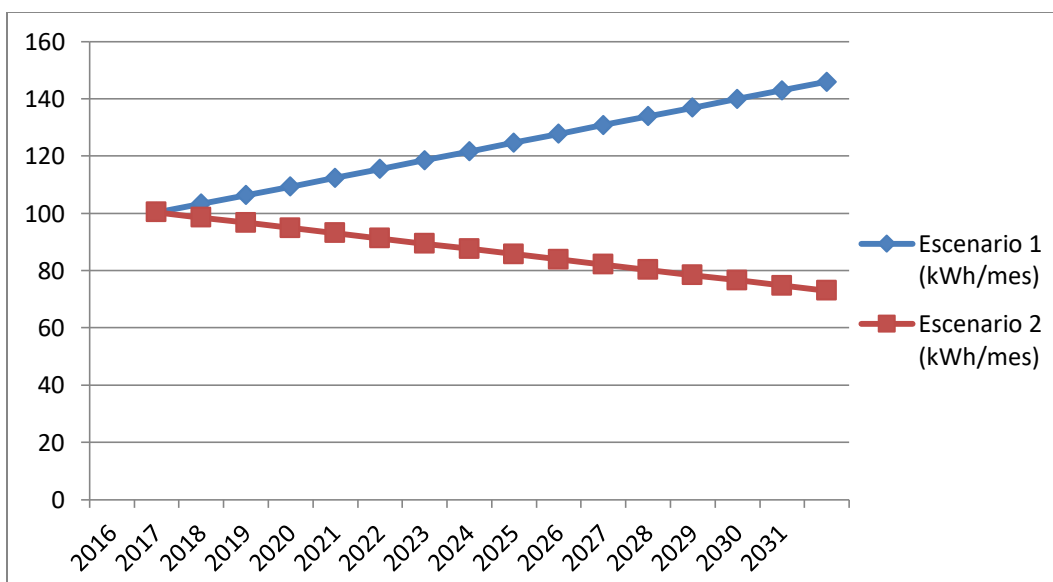


Figura 57. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Magdalena Centro

Tabla 18. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Medina

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	99,10	99,10
2017	102,81	96,68
2018	106,56	94,22
2019	110,35	91,74
2020	114,17	89,23
2021	118,01	86,71
2022	121,87	84,18
2023	125,75	81,63
2024	129,62	79,09
2025	133,50	76,54
2026	137,36	74,01
2027	141,20	71,49
2028	145,02	68,98
2029	148,81	66,50
2030	152,56	64,04
2031	156,27	61,62

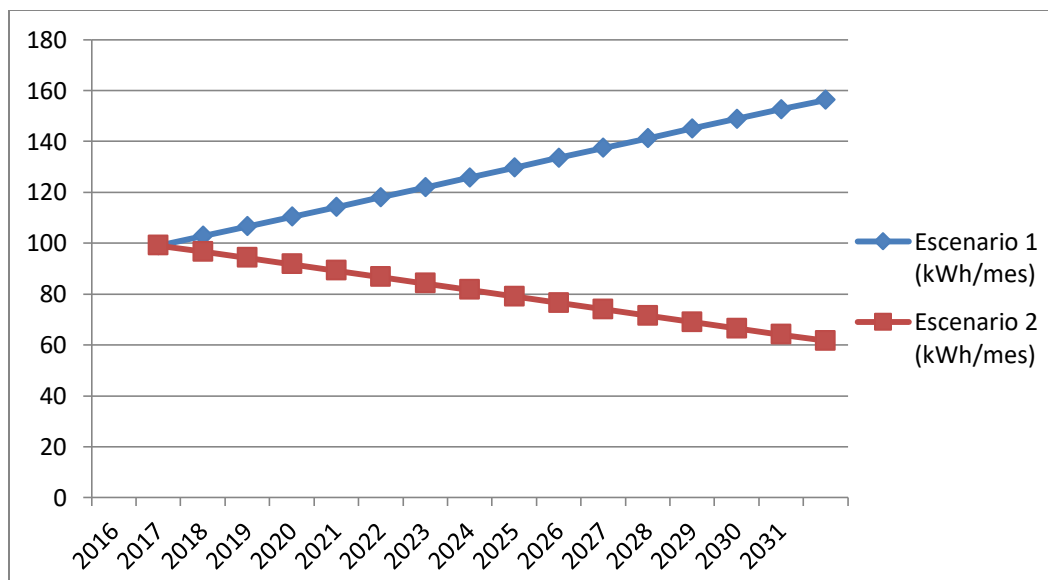


Figura 58. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Medina

Tabla 19. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Oriente

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	113,19	113,19
2017	115,45	110,52
2018	117,71	107,83
2019	119,98	105,10
2020	122,26	102,35
2021	124,55	99,59
2022	126,84	96,81
2023	129,12	94,03
2024	131,42	91,24
2025	133,70	88,46
2026	135,99	85,68
2027	138,28	82,92
2028	140,56	80,17
2029	142,83	77,44
2030	145,09	74,75
2031	147,35	72,08

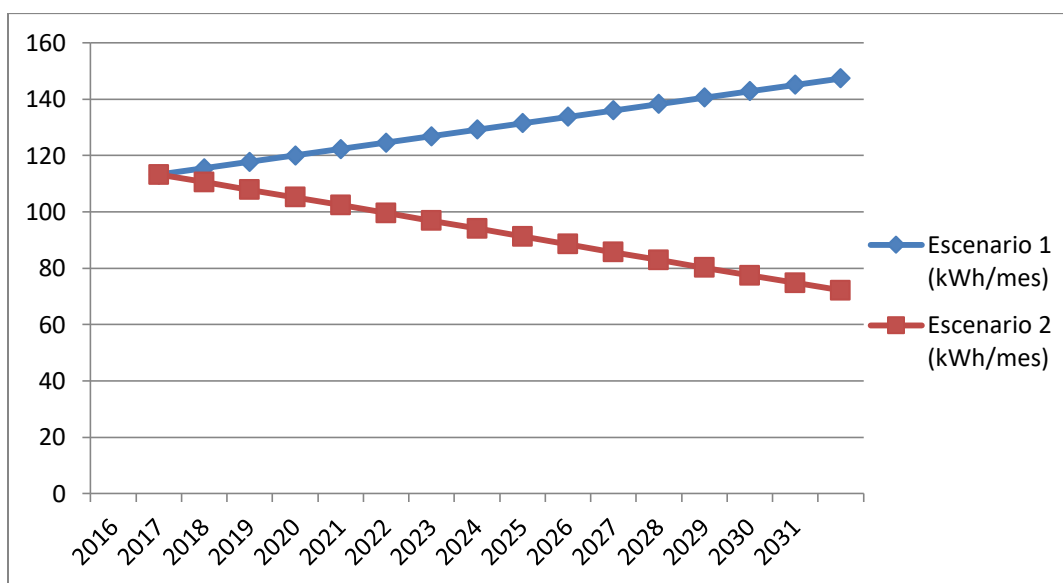


Figura 59. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Oriente

Tabla 20. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Rionegro

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	63,24	63,24
2017	67,64	63,58
2018	72,18	63,91
2019	76,85	64,25
2020	81,62	64,59
2021	86,47	64,93
2022	91,39	65,26
2023	96,35	65,60
2024	101,31	65,94
2025	106,27	66,28
2026	111,19	66,61
2027	116,04	66,95
2028	120,81	67,29
2029	125,48	67,63
2030	130,02	67,96
2031	134,42	68,30

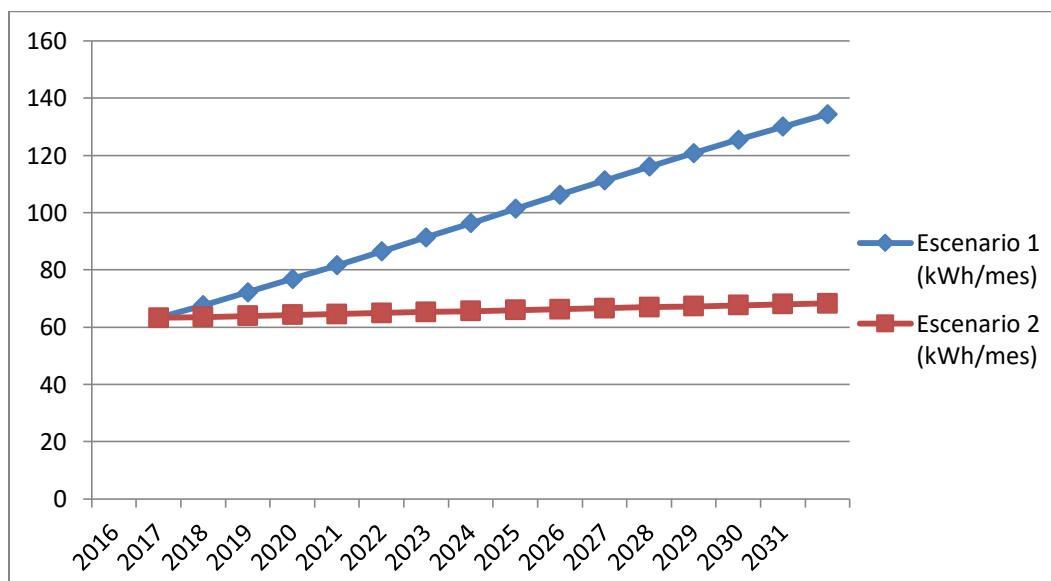


Figura 60. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Rionegro

Tabla 21. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Sabana Centro

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	127,42	127,42
2017	131,60	126,07
2018	135,81	124,71
2019	140,06	123,35
2020	144,34	121,99
2021	148,64	120,63
2022	152,96	119,26
2023	157,29	117,90
2024	161,61	116,54
2025	165,94	115,18
2026	170,26	113,81
2027	174,56	112,45
2028	178,84	111,09
2029	183,09	109,73
2030	187,30	108,37
2031	191,48	107,02

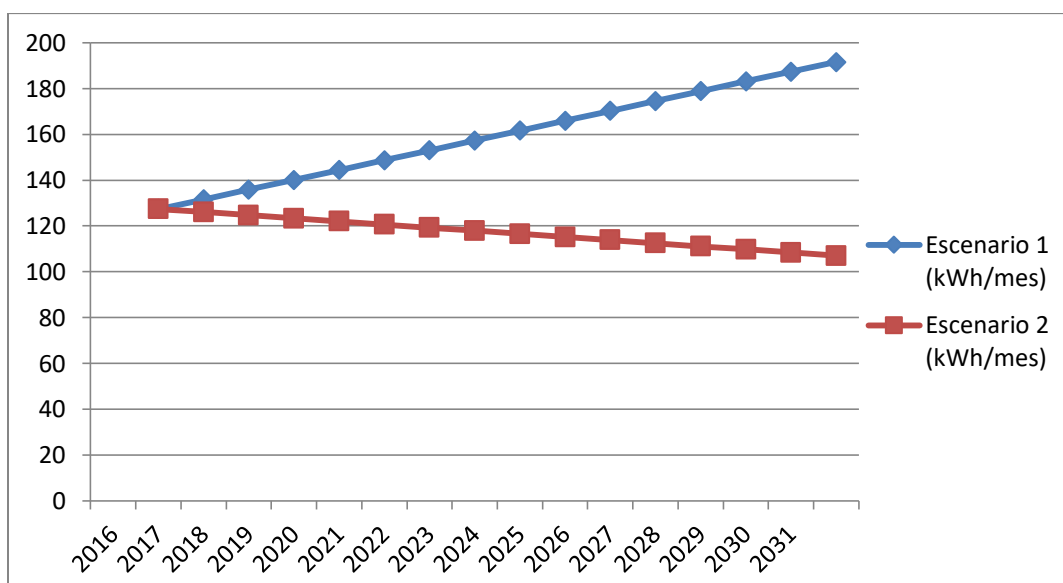


Figura 61. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Sabana Centro

Tabla 22. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Sabana Occidente

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	182,23	182,23
2017	182,23	177,17
2018	182,23	172,01
2019	182,23	166,77
2020	182,23	161,46
2021	182,23	156,10
2022	182,23	150,70
2023	182,23	145,28
2024	182,23	139,84
2025	182,23	134,42
2026	182,23	129,02
2027	182,23	123,66
2028	182,23	118,35
2029	182,23	113,11
2030	182,23	107,95
2031	182,23	102,89

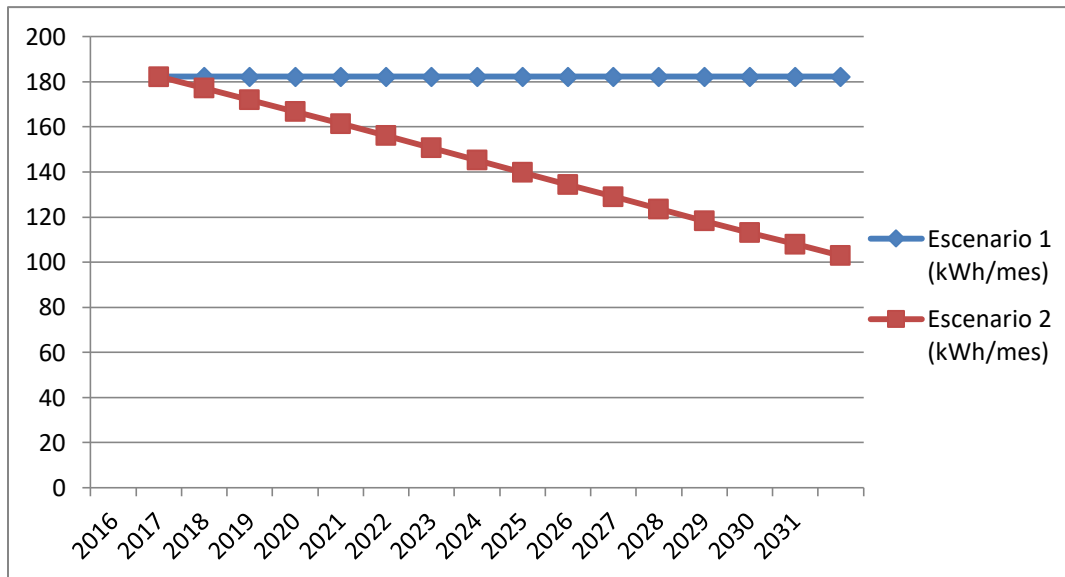


Figura 62. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Sabana Occidente

Tabla 23. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Soacha

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	125,50	125,50
2017	126,52	122,39
2018	127,55	119,23
2019	128,57	116,04
2020	129,60	112,81
2021	130,62	109,57
2022	131,65	106,31
2023	132,68	103,03
2024	133,70	99,76
2025	134,73	96,48
2026	135,76	93,22
2027	136,78	89,98
2028	137,81	86,75
2029	138,83	83,56
2030	139,86	80,40
2031	140,88	77,29

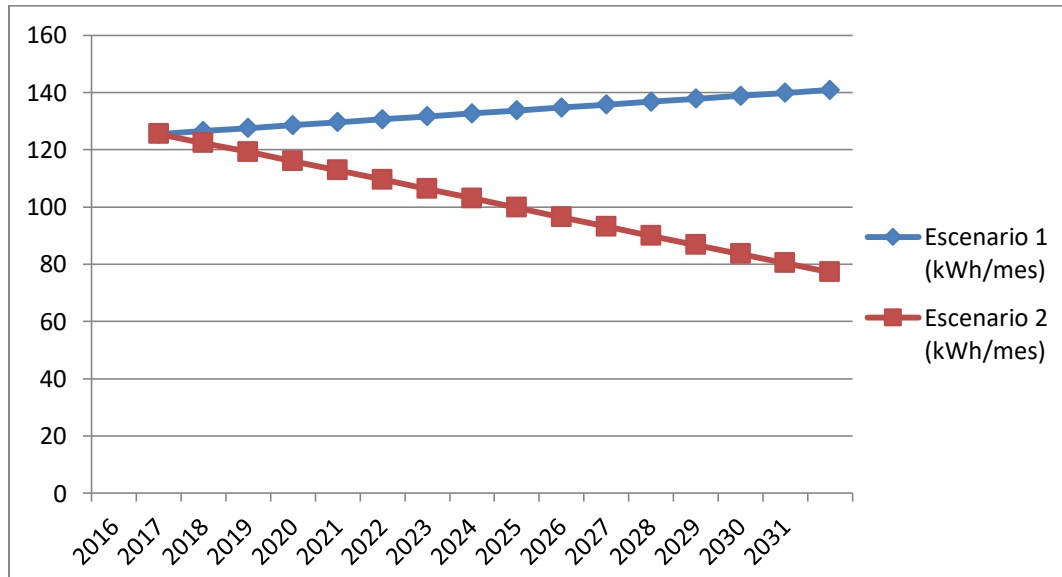


Figura 63. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Soacha

Tabla 24. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Sumapaz

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	125,43	125,43
2017	128,11	122,74
2018	130,80	120,02
2019	133,50	117,29
2020	136,21	114,53
2021	138,92	111,77
2022	141,64	108,99
2023	144,37	106,21
2024	147,09	103,42
2025	149,82	100,64
2026	152,54	97,86
2027	155,25	95,10
2028	157,96	92,34
2029	160,66	89,61
2030	163,35	86,89
2031	166,03	84,20

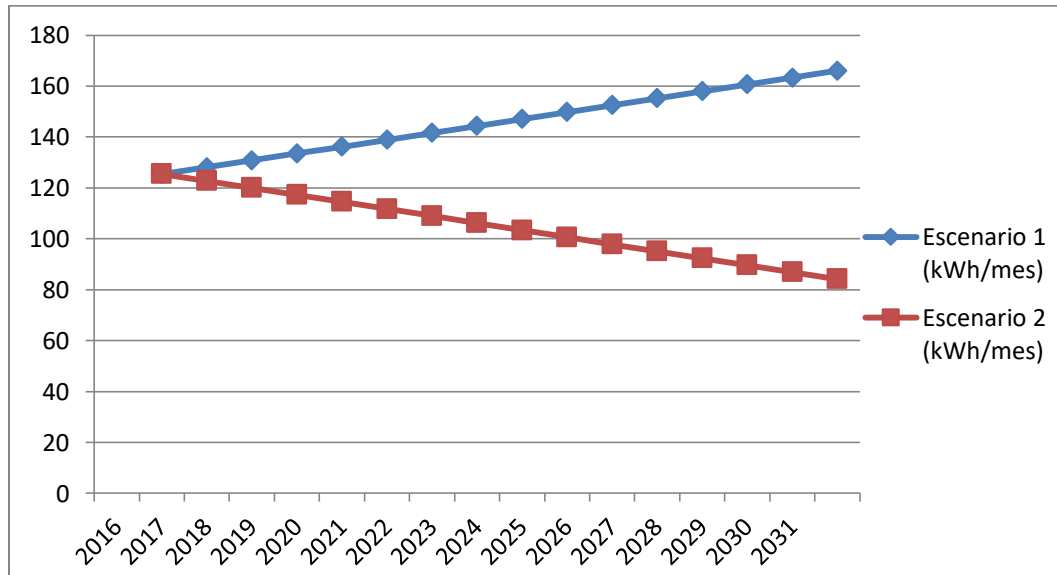


Figura 64. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Sumapaz

Tabla 25. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Tequendama

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	134,18	134,18
2017	136,39	130,29
2018	138,61	126,31
2019	140,83	122,26
2020	143,06	118,15
2021	145,29	113,99
2022	147,52	109,80
2023	149,76	105,59
2024	151,99	101,37
2025	154,23	97,16
2026	156,46	92,97
2027	158,69	88,81
2028	160,92	84,70
2029	163,14	80,65
2030	165,36	76,67
2031	167,57	72,78

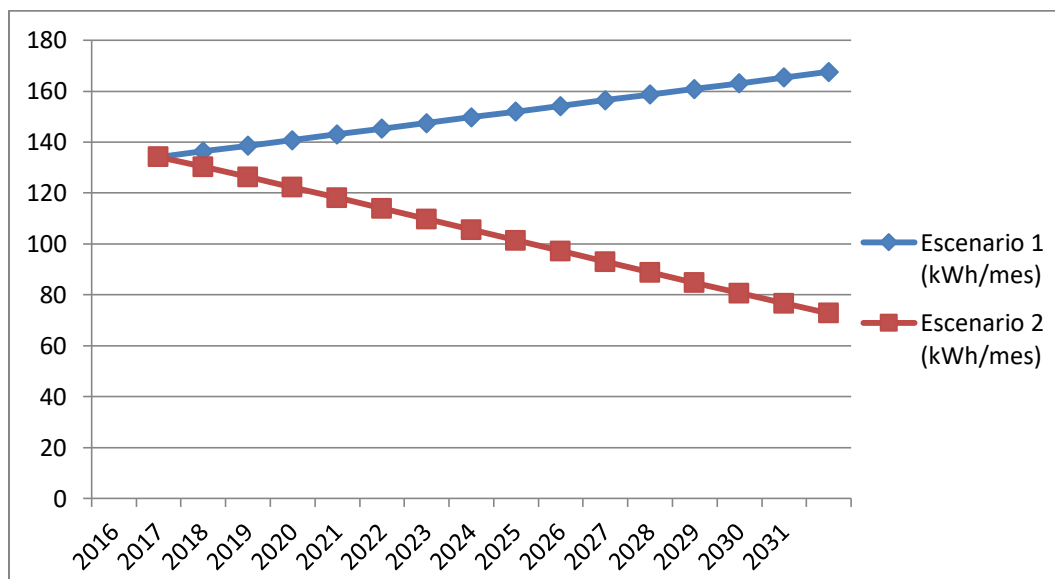


Figura 65. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Tequendama

Tabla 26. Proyección demanda de Energía Eléctrica 2016-2031. Escenario Actual y Escenario Eficiente. Provincia de Ubaté

Año	Escenario 1 (kWh/mes)	Escenario 2 (kWh/mes)
2016	89,24	89,24
2017	92,64	88,28
2018	96,09	87,32
2019	99,57	86,35
2020	103,08	85,39
2021	106,61	84,42
2022	110,16	83,46
2023	113,72	82,49
2024	117,28	81,52
2025	120,84	80,55
2026	124,39	79,59
2027	127,92	78,62
2028	131,43	77,66
2029	134,91	76,69
2030	138,36	75,73
2031	141,76	74,77

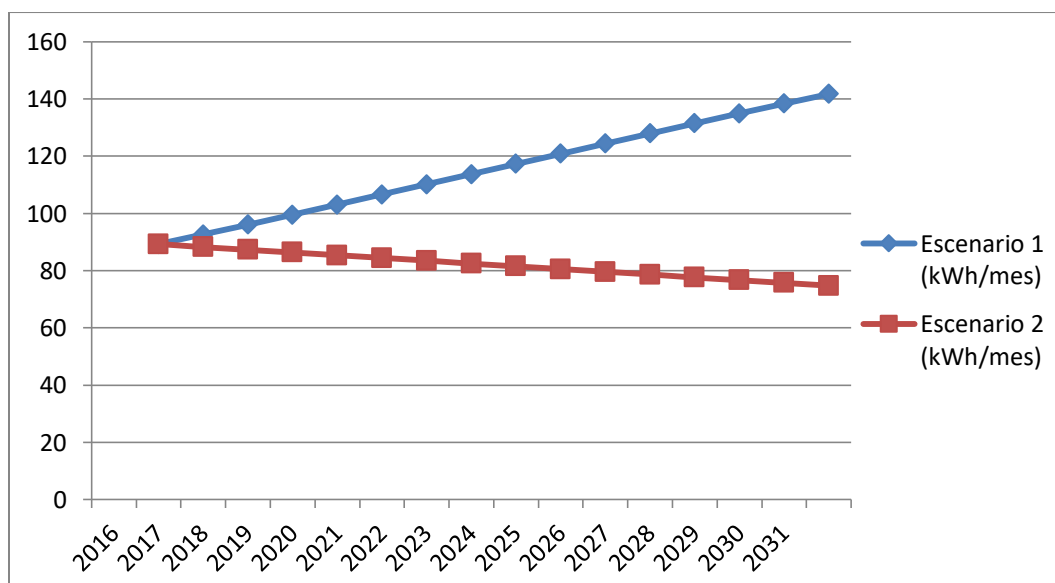


Figura 66. Proyección de Demanda 2016 – 2031. Provincia de Ubaté

A partir de los resultados anteriores, se observa que las provincias en las cuales hay menor variación entre el consumo actual de energía eléctrica y el consumo proyectado para el año 2.031 en el escenario 2 (eficiente), son las provincias de: Almeidas, que tiene actualmente un consumo promedio por familia de 85,61 kWh/mes y se proyecta un consumo de 76,61 kWh/mes para el 2.031; en

Rionegro, que tiene actualmente un consumo promedio por familia de 63,24 kWh/mes y se proyecta un consumo de 68,30 kWh/mes; y Ubaté que tiene actualmente un consumo promedio por familia de 89,24 kWh/mes y se proyecta un consumo de 74,77 kWh/mes.

En todos los casos, excepto en Rionegro, los consumos actuales son mayores que los proyectados en el escenario 2 para el año 2.031. Dado que el modelo de demanda se define para estos dos valores extremos de la curva, se tiene que la razón de cambio de la demanda durante los 15 años es muy pequeña para estas provincias.

Puede notarse que las provincias se encuentran en el tercer periodo de la curva de proyección de la demanda, es decir, que están alcanzando la saturación del crecimiento de la demanda, lo cual se puede deber a dos razones: por un lado, a que en la actualidad la población de las zonas rurales de estas provincias ya tiene cubiertas las principales necesidades en cuanto a energía eléctrica se refiere, y por otro lado, a que no se observa que en los próximos años vaya a haber un aumento en la demanda de energía en estas regiones debido a un crecimiento en la población, un cambio en los hábitos de consumo, o la incorporación de nuevos proyectos productivos que requieran de una mayor demanda de energía.

La provincia con menor consumo actual, que es Rionegro, con 63,24 kWh/mes es también la que tiene mayor diferencia numérica y porcentual con su consumo de referencia, razón por la cual es en la provincia en la que la demanda crece con mayor rapidez. Esta provincia es también la que mayor porcentaje de uso de velas para iluminación tiene en el departamento, y la que menor uso y número de electrodomésticos reporta para el Departamento, lo cual explica el porqué del posible crecimiento en la demanda.

El mayor consumo promedio actual por hogar rural en el departamento de Cundinamarca lo tiene la provincia de Sabana Occidente (182,23 kWh/mes). Esta provincia junto con la de Alto Magdalena presenta para el escenario 1 una demanda constante en el periodo de tiempo 2.016-2.031. Esto puede deberse a que tiene el mayor consumo de iluminación del departamento y el mayor consumo empleado para televisores. En esta provincia hay uso de todos los electrodomésticos, lo cual no ocurre en todas las demás provincias. Además, se encuentran en la zona de saturación de la demanda, por lo que no se esperan cambios significativos en el consumo de energía eléctrica en los próximos años.

También puede observarse la provincia de Medina es la que presenta mayor diferencia porcentual entre las demandas proyectadas al 2.031 para los dos escenarios. La demanda del escenario 1 es un poco más de 2,5 veces la demanda

del escenario 2, lo cual está por encima de la razón que se obtiene en las demás provincias, entre demanda escenario 1 y demanda escenario 2 para el año 2.031. Esto puede estar relacionado con el hecho que la provincia de Medina es la que puede alcanzar mayor ahorro energético tomando medidas adecuadas, especialmente en lo relacionado con el cambio de tecnología de aires acondicionados.

3.2.3 Proyecciones de demanda total por provincia

Una vez halladas las proyecciones de demandas individuales por hogar, es posible hallar las demandas totales proyectadas para todos los usuarios. A continuación se presentan los resultados de las demandas totales por provincia.

La demanda de energía eléctrica para la zona rural de la provincia de Almeidas con una población actual de 12.693 usuarios, es de 13.039,77 MWh/año y está previsto, según el modelo utilizado, que se incremente para el año 2.031 en 9.825,28 MWh/año, lo cual corresponde al 75,3 % de la demanda actual. Siendo este porcentaje uno de los más altos dentro de las provincias de Cundinamarca.

Tabla 27. Proyección Demanda Total. Provincia de Almeidas

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	85,61	1.086,64,	13.039,77
2017	89,75	1.139,24	13.670,95
2018	93,97	1.192,79	14.313,59
2019	98,26	1.247,18	14.966,17
2020	102,60	1.302,25	15.627,01
2021	106,98	1.357,86	16.294,39
2022	111,39	1.413,87	16.966,48
2023	115,82	1.470,11	17.641,43
2024	120,26	1.526,44	18.317,33
2025	124,69	1.582,68	18.992,27
2026	129,10	1.638,69	19.664,36
2027	133,48	1.694,31	20.331,74
2028	137,82	1.749,38	20.992,58
2029	142,11	1.803,76	21.645,16
2030	146,33	1.857,31	22.287,81
2031	150,47	1.909,91	22.918,98

Para la provincia de Alto Magdalena con 8.176 usuarios, actualmente se consumen 14.639,29 MWh/año, y no se prevé un aumento para lo proyectado a 2.031. Esto se debe a que dicha provincia se encuentra a un nivel máximo de consumo y se cubren en la actualidad las necesidades básicas.

Tabla 28. Proyección Demanda Total. Provincia de Alto Magdalena

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	149,21	1.219,94	14.639,29
2017	149,21	1.219,94	14.639,29
2018	149,21	1.219,94	14.639,29
2019	149,21	1.219,94	14.639,29
2020	149,21	1.219,94	14.639,29
2021	149,21	1.219,94	14.639,29
2022	149,21	1.219,94	14.639,29
2023	149,21	1.219,94	14.639,29
2024	149,21	1.219,94	14.639,29
2025	149,21	1.219,94	14.639,29
2026	149,21	1.219,94	14.639,29
2027	149,21	1.219,94	14.639,29
2028	149,21	1.219,94	14.639,29
2029	149,21	1.219,94	14.639,29
2030	149,21	1.219,94	14.639,29
2031	149,21	1.219,94	14.639,29

Según la proyección de la demanda, en la provincia Bajo Magdalena con 10.944 usuarios en la actualidad, hay un leve incremento del año actual al año 2.031, de tan sólo el 6,9%. Esta es una provincia con un relativo bajo número de habitantes.

Tabla 29. Proyección Demanda Total. Provincia de Bajo Magdalena

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	134,29	1.469,66	17.636,03
2017	134,91	1.476,45	17.717,41
2018	135,53	1.483,23	17.798,80
2019	136,15	1.490,01	17.880,21
2020	136,77	1.496,80	17.961,64
2021	137,39	1.503,59	18.043,08
2022	138,01	1.510,37	18.124,53
2023	138,63	1.517,16	18.205,98
2024	139,25	1.523,95	18.287,43
2025	139,87	1.530,74	18.368,89
2026	140,49	1.537,52	18.450,33
2027	141,11	1.544,31	18.531,77
2028	141,73	1.551,10	18.613,20
2029	142,35	1.557,88	18.694,61
2030	142,97	1.564,66	18.776,01
2031	143,59	1.571,44	18.857,38

La provincia de Gualivá con 22.828 usuarios, tiene un consumo actual de 34.526,89 MWh/año, el cual está por encima del promedio de consumos de las demás provincias. Esta demanda llegará a tomar el valor de 40.339,81 MWh/año en el 2.031.

Tabla 30. Proyección Demanda Total. Provincia de Gualivá

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	126,04	2.877,24	34.526,89
2017	127,45	2.909,42	34.913,15
2018	128,86	2.941,66	35.299,96
2019	130,28	2.973,93	35.687,22
2020	131,69	3.006,23	36.074,86
2021	133,11	3.038,56	36.462,79
2022	134,52	3.070,91	36.850,93
2023	135,94	3.103,26	37.239,20
2024	137,36	3.135,62	37.627,50
2025	138,78	3.167,98	38.015,77
2026	140,19	3.200,32	38.403,91
2027	141,61	3.232,65	38.791,84
2028	143,02	3.264,95	39.179,47
2029	144,44	3.297,22	39.566,74
2030	145,85	3.329,46	39.953,54
2031	147,26	3.361,65	40.339,81

El incremento en porcentaje del consumo de energía eléctrica para la provincia de Guavio, la cual cuenta con 18.903 usuarios, desde el año 2.016 hasta el año 2.031 es del 54% de la demanda actual, pasando de 34.526,89 MWh/año a 40.339,81 MWh/año.

Tabla 31. Proyección Demanda Total. Provincia de Guavio

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	112,38	2.124,31	25.491,82
2017	116,34	2.199,08	26.389,04
2018	120,33	2.274,65	27.295,90
2019	124,37	2.350,91	28.211,03
2020	128,43	2.427,75	29.133,00
2021	132,52	2.505,02	30.060,33
2022	136,63	2.582,62	30.991,52
2023	140,74	2.660,41	31.925,03

2024	144,86	2.738,27	32.859,32
2025	148,97	2.816,07	33.792,84
2026	153,08	2.893,66	34.724,02
2027	157,17	2.970,94	35.651,36
2028	161,23	3.047,77	36.573,32
2029	165,27	3.124,03	37.488,45
2030	169,26	3.199,60	38.395,31
2031	173,22	3.274,37	39.292,53

La provincia de Magdalena Centro es una de las provincias de menor número de habitantes del departamento (6.676 usuarios). Su consumo actual es de 8.039,23 MWh/año, el cual es uno de los más bajos entre todas las provincias. Su demanda proyectada aumenta en los próximos 15 años el 45%.

Tabla 32. Proyección Demanda Total. Provincia de Magdalena Centro

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	100,35	669,93	8.039,23
2017	103,33	689,84	8.278,12
2018	106,34	709,91	8.518,94
2019	109,36	730,11	8.761,40
2020	112,41	750,43	9.005,22
2021	115,46	770,84	9.250,11
2022	118,53	791,31	9.495,75
2023	121,60	811,82	9.741,86
2024	124,68	832,34	9.988,12
2025	127,75	852,85	10.234,22
2026	130,82	873,32	10.479,87
2027	133,87	893,72	10.724,75
2028	136,92	914,04	10.968,57
2029	139,94	934,25	11.211,03
2030	142,95	954,32	11.451,85
2031	145,93	974,22	11.690,74

Medina con 4.744 usuarios, es una de las provincias más atípicas del departamento de Cundinamarca con un alto nivel de ruralidad, particularidades sociales y económicas debidas a su ubicación geográfica y con bajo índice de electrificación, presenta un incremento en su demanda de energía eléctrica que está en el promedio de incremento de consumo de energía eléctrica. Se prevé que la demanda se incremente en 3.254,57 MWh en la ventana de observación de la proyección de la demanda, que corresponde a un incremento del 57%. Su

consumo actual que es de 5.641,56 MWh/año, es el menor de todas las provincias.

Tabla 33. Proyección Demanda Total. Provincia de Medina

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	99,10	470,13	5.641,56
2017	102,81	487,71	5.852,58
2018	106,56	505,50	6.066,11
2019	110,35	523,48	6.281,79
2020	114,17	541,60	6.499,26
2021	118,01	559,84	6.718,13
2022	121,87	578,16	6.938,01
2023	125,75	596,54	7.158,50
2024	129,62	614,93	7.379,19
2025	133,50	633,30	7.599,68
2026	137,36	651,63	7.819,56
2027	141,20	669,86	8.038,43
2028	145,02	687,99	8.255,90
2029	148,81	705,96	8.471,59
2030	152,56	723,76	8.685,12
2031	156,27	741,34	8.896,13

La provincia Oriente con 16.509 usuarios tiene un incremento de demanda muy pequeño, pasa de consumir 22.423,84 MWh en el año 2016, a consumir 29.191,21 MWh en el año 2031, lo que corresponde con un aumento del 30%.

Tabla 34. Proyección Demanda Total. Provincia de Oriente

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	113,19	1.868,65	22.423,84
2017	115,45	1.905,89	22.870,79
2018	117,71	1.943,29	23.319,54
2019	119,98	1.980,81	23.769,81
2020	122,26	2.018,44	24.221,33
2021	124,55	2.056,15	24.673,83
2022	126,84	2.093,91	25.127,03
2023	129,12	2.131,72	25.580,64
2024	131,42	2.169,53	26.034,40
2025	133,70	2.207,33	26.488,02
2026	135,99	2.245,10	26.941,22
2027	138,28	2.282,81	27.393,72

2028	140,56	2.320,43	27.845,24
2029	142,83	2.357,95	28.295,51
2030	145,09	2.395,35	28.744,25
2031	147,35	2.432,60	29.191,21

Según esta proyección, la provincia de Rionegro con 15.843 usuarios, es la que mayor incremento de consumo de energía eléctrica presenta en la zona rural de Cundinamarca. Pasará de 12.022,93 MWh/año en el 2.016 a 25.555,39 MWh/año en el 2.031, esto equivale al 112% de la demanda actual.

Tabla 35. Proyección Demanda Total. Provincia de Rionegro

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	63,24	1.001,91	12.022,93
2017	67,64	1.071,61	12.859,39
2018	72,18	1.143,56	13.722,80
2019	76,85	1.217,49	14.609,91
2020	81,62	1.293,08	15.517,07
2021	86,47	1.370,02	16.440,24
2022	91,39	1.447,92	17.375,07
2023	96,35	1.526,41	18.317,00
2024	101,31	1.605,10	19.261,31
2025	106,27	1.683,60	20.203,24
2026	111,19	1.761,50	21.138,08
2027	116,04	1.838,43	22.061,25
2028	120,81	1.914,03	22.968,41
2029	125,48	1.987,96	23.855,52
2030	130,02	2.059,91	24.718,93
2031	134,42	2.129,61	25.555,39

La provincia de Sabana Centro (39.067 usuarios) presenta un consumo actual de 59.735 MWh al año y aumentará hasta llegar a 89.766,58 MWh al año en 2.031, esto corresponde con un aumento del 50% con respecto al consumo actual.

Tabla 36. Proyección Demanda Total. Provincia de Sabana Centro

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	127,42	4.977,91	59.735,00
2017	131,60	5.141,08	61.693,00
2018	135,81	5.305,80	63.669,66
2019	140,06	5.471,85	65.662,30
2020	144,34	5.639,01	67.668,13

2021	148,64	5.807,02	69.684,31
2022	152,96	5.975,66	71.707,92
2023	157,29	6.144,66	73.736,00
2024	161,61	6.313,79	75.765,58
2025	165,94	6.482,80	77.793,67
2026	170,26	6.651,44	79.817,28
2027	174,56	6.819,45	81.833,46
2028	178,84	6.986,60	83.839,29
2029	183,09	7.152,66	85.831,92
2030	187,30	7.317,38	87.808,58
2031	191,48	7.480,54	89.766,58

Sabana Occidente al igual que la provincia de Alto Magdalena presenta un consumo constante para la proyección a 2031, por las mismas razones expuestas para dicha provincia. Es de resaltar que los municipios de esta provincia están ubicados muy cerca del Distrito Capital lo que también influye en dicho comportamiento.

Tabla 37. Proyección Demanda Total. Provincia de Sabana Occidente

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	182,23	2.438,41	29.261,03
2017	182,23	2.438,41	29.261,03
2018	182,23	2.438,41	29.261,03
2019	182,23	2.438,41	29.261,03
2020	182,23	2.438,41	29.261,03
2021	182,23	2.438,41	29.261,03
2022	182,23	2.438,41	29.261,03
2023	182,23	2.438,41	29.261,03
2024	182,23	2.438,41	29.261,03
2025	182,23	2.438,41	29.261,03
2026	182,23	2.438,41	29.261,03
2027	182,23	2.438,41	29.261,03
2028	182,23	2.438,41	29.261,03
2029	182,23	2.438,41	29.261,03
2030	182,23	2.438,41	29.261,03
2031	182,23	2.438,41	29.261,03

En la provincia de Soacha el consumo actual (año 2.016) es de 5.819,18 MWh para un total de 3.864 usuarios, este valor corresponde al segundo más bajo del departamento después de la provincia de Medina. El consumo aumentará el 12,25% en los 15 años siguientes.

Tabla 38. Proyección Demanda Total. Provincia de Soacha

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	125,50	484,93	5.819,18
2017	126,52	488,88	5.866,64
2018	127,55	492,84	5.914,13
2019	128,57	496,80	5.961,65
2020	129,60	500,76	6.009,20
2021	130,62	504,73	6.056,77
2022	131,65	508,69	6.104,36
2023	132,68	512,66	6.151,95
2024	133,70	516,62	6.199,55
2025	134,73	520,59	6.247,14
2026	135,76	524,56	6.294,72
2027	136,78	528,52	6.342,29
2028	137,81	532,48	6.389,84
2029	138,83	536,44	6.437,37
2030	139,86	540,40	6.484,86
2031	140,88	544,36	6.532,32

En la provincia de Sumapaz, una de las provincias con mayor número de habitantes (24.947 usuarios). Actualmente su consumo alcanza los 37.549,22 MWh y para el año 2031 se espera incremente en un 32,3%.

Tabla 39. Proyección Demanda Total. Provincia de Sumapaz

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	125,43	3.129,10	37.549,22
2017	128,11	3.195,91	38.350,97
2018	130,80	3.263,02	39.156,35
2019	133,50	3.330,40	39.964,83
2020	136,21	3.397,98	40.775,84
2021	138,92	3.465,73	41.588,84
2022	141,64	3.533,60	42.403,26
2023	144,37	3.601,54	43.218,53
2024	147,09	3.669,50	44.034,09
2025	149,82	3.737,44	44.849,36
2026	152,54	3.805,31	45.663,78
2027	155,25	3.873,06	46.476,78
2028	157,96	3.940,64	47.287,79
2029	160,66	4.008,02	48.096,27
2030	163,35	4.075,13	48.901,65
2031	166,03	4.141,95	49.703,40

En la provincia de Tequendama con 32.836 usuarios, se alcanza uno de los consumos de referencia más alto del departamento. Sin embargo y según la proyección realizada, el consumo aumentará un 24,88% para el año 2.031.

Tabla 40. Proyección Demanda Total. Provincia de Tequendama

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	134,18	4.405,93	52.871,21
2017	136,39	4.478,54	53.742,51
2018	138,61	4.551,35	54.616,30
2019	140,83	4.624,34	55.492,19
2020	143,06	4.697,48	56.369,81
2021	145,29	4.770,73	57.248,77
2022	147,52	4.844,05	58.128,71
2023	149,76	4.917,43	59.009,22
2024	151,99	4.990,82	59.889,93
2025	154,23	5.064,20	60.770,44
2026	156,46	5.137,53	61.650,37
2027	158,69	5.210,77	62.529,34
2028	160,92	5.283,91	63.406,96
2029	163,14	5.356,90	64.282,85
2030	165,36	5.429,71	65.156,63
2031	167,57	5.502,32	66.027,94

En la provincia de Ubaté, en la actualidad con 21.213 usuarios, para el año 2.031 se espera que el consumo aumente un 58,85%. El consumo actual de energía eléctrica alcanza los 22.716,57 MWh/año.

Tabla 41. Proyección Demanda Total. Provincia de Ubaté

Año	Demanda Individual Mensual (kWh/mes)	Demanda Residencial Mensual (MWh/mes)	Demanda Residencial Anual (MWh/año)
2016	89,24	1.893,04	22.716,57
2017	92,64	1.965,21	23.582,62
2018	96,09	2.038,27	24.459,30
2019	99,57	2.112,09	25.345,12
2020	103,08	2.186,54	26.238,52
2021	106,61	2.261,48	27.137,86
2022	110,16	2.336,79	28.041,48
2023	113,72	2.412,30	28.947,68
2024	117,28	2.487,89	29.854,75
2025	120,84	2.563,41	30.760,95
2026	124,39	2.638,71	31.664,57

2027	127,92	2.713,65	32.563,91
2028	131,43	2.788,10	33.457,30
2029	134,91	2.861,92	34.343,12
2030	138,36	2.934,98	35.219,81
2031	141,76	3.007,15	36.085,85

3.2.4 Observaciones sobre la proyección de la demanda de energía eléctrica de Cundinamarca

Las actividades de recolección de información primaria dejaron ver similitudes sociales y culturales en los hogares encuestados. Se encontró que existe resistencia hacia la entrega de información asociada a servicios públicos o que revela formas de vida, hábitos de consumo y demás características propias de cada vivienda.

De otra parte, los consumos de referencia y su relación con los consumos actuales, determinan la proyección dentro del modelo de demanda empleado. Así, los resultados obtenidos permiten establecer que en el departamento de Cundinamarca la demanda de energía eléctrica es considerablemente variable de una provincia a otra. En efecto, la proyección resultante para dos de las provincias del departamento se mantuvo constante en la ventana de observación. En contraste, para las trece provincias restantes, la tendencia es creciente con una razón de crecimiento prácticamente constante. Finalmente, dentro del período de tiempo comprendido entre el año 2.016 y el año 2.031, la provincia de Bajo Magdalena presenta un crecimiento porcentual del 6,94%, mientras que la provincia de Rionegro presenta un crecimiento del 112%.

Así mismo y según la Proyección de Demanda de Energía Eléctrica en Colombia (informe desarrollado por la Unidad de Planeación Minero Energética-UPME en el año 2.013), para el escenario medio la proyección de demanda Nacional de energía eléctrica se estima crecerá alrededor del 41%. Este valor se encuentra muy cercano a los resultados obtenidos para el promedio de consumo del total de las provincias del departamento de Cundinamarca (38,35%).

3.3 Indicadores Energéticos de Desarrollo Sostenible

La WCED (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987), define el desarrollo sostenible como: *“El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad para que futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades”*.

Contar con el servicio de energía es hoy en día una necesidad básica para lograr un nivel de bienestar y calidad de vida. Que este servicio sea adecuado y asequible a la sociedad es un factor que determinará el desarrollo económico de un país, y es por esta razón que entra a hacer parte de los indicadores de desarrollo sostenible de un país. Las fuentes de energía actuales siguen proviniendo en un alto porcentaje de recursos no renovables y finitos, razón por la cual su uso compromete la capacidad de abastecer a las futuras generaciones en términos de lo que se ha asumido como desarrollo sostenible.

Los indicadores permiten verificar el estado de avance hacia una meta específica. Para el caso del sector energético, estas metas pueden ser la disminución de fuentes altamente contaminantes, la asequibilidad al servicio, la satisfacción del servicio por parte de las comunidades, entre otros. Los indicadores se constituyen en información esencial que deben conocer los encargados de definir políticas y metas de desarrollo sostenible de cada nación.

Tal y como lo afirma el Organismo Internacional De Energía Atómica (OIEA) en el documento: “*Indicadores Energéticos Del Desarrollo Sostenible: Directrices y Metodologías*” (2008): en el momento de elegir los combustibles energéticos y las tecnologías empleadas para la producción, suministro y utilización de los servicios relacionados con la energía, resulta fundamental tener en cuenta tres dimensiones que son la económica, la social y la ambiental.

En dicho documento se presenta la metodología y directrices para calcular el conjunto básico de Indicadores Energéticos del Desarrollo Sostenible (IEDS). Estos indicadores se encuentran estructurados en las tres dimensiones, por temas y subtemas, acorde con el mismo marco conceptual empleado por la Comisión de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (CDS). Se han definido un total 30 indicadores; sin embargo, para el objeto e información primaria recogida en PERS Cundinamarca han sido seleccionados los principales indicadores de la dimensión social y económica.

3.3.1 Dimensión Social

De acuerdo con la información primaria recolectada para PERS Cundinamarca, para la dimensión social se seleccionó el tema de Equidad. Éste a su vez comprende los subtemas de Accesibilidad, Asequibilidad y Disparidades.

A continuación se presentan los indicadores obtenidos para cada una de las provincias. En cada tabla se presenta la descripción del indicador y las variables que involucra.

Tabla 42. Indicador social del Tema: Equidad. Subtema: Accesibilidad

Subtema	Descripción	Variables de cálculo	Provincia	Indicador
A C C E S I B I L I D A D	Porcentaje de viviendas sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales.	-Porcentaje de viviendas que no utiliza energía eléctrica.	ALMEIDAS	13,04%
			ALTO MAGDALENA	0,96%
			BAJO MAGDALENA	14,29%
			GUALIVÁ	1,07%
			GUAVIO	1,68%
			MAGDALENA CENTRO	4,44%
			MEDINA	16,48%
			ORIENTE	1,18%
			RIONEGRO	16,37%
			SABANA CENTRO	1,19%
			SABANA OCCIDENTE	0,00%
			SOACHA	9,09%
			SUMAPAZ	0,00%
			TEQUENDAMA	4,86%
			UBATE	3,05%

Se observa que a pesar de que Cundinamarca en general tiene un índice de electrificación que se aproxima al 96%, aún hay viviendas en zona rural que no cuentan con el servicio, o algunas que aun contando con el servicio no lo utilizan o no registran sus consumos.

Tabla 43. Indicador social del Tema: Equidad. Subtema: Asequibilidad

Subtema	Descripción	Variables de cálculo	Provincia	Indicador
A S E Q U I B I L I D A D	Ingresos por vivienda mensual dedicado al pago de electricidad	-Promedio del valor pagado por las viviendas por el servicio de energía eléctrica	ALMEIDAS	\$ 21.966
			ALTO MAGDALENA	\$ 36.490
			BAJO MAGDALENA	\$ 48.472
			GUALIVÁ	\$ 33.323
			GUAVIO	\$ 24.501
			MAGDALENA CENTRO	\$ 23.318
			MEDINA	\$ 38.018
			ORIENTE	\$ 28.967
			RIONEGRO	\$ 16.590
			SABANA CENTRO	\$ 30.602
			SABANA OCCIDENTE	\$ 49.459
			SOACHA	\$ 25.995
			SUMAPAZ	\$ 36.751
			TEQUENDAMA	\$ 35.512
			UBATÉ	\$ 20.703

El promedio del valor pagado por el servicio varía desde \$16.590 COP en la provincia de Rionegro hasta el máximo que es \$49.459 COP para la provincia de Sabana Occidente.

Tabla 44. Indicador social del Tema: Equidad. Subtema: Disparidades (I)

Sub Tema	Descripción	Nivel de Ingresos/Provincia	Almeidas	Alto Magdalena	Bajo Magdalena	Gualivá	Guavio
D I S P A R I D A D E S	Uso promedio de energía eléctrica en los hogares por grupo de ingresos kWh/mes	MENOS DE \$100.000	64,58	145,33		202,33	58,50
		ENTRE \$100.001 Y \$150.000	63,43	90,00	128,00	77,33	110,29
		ENTRE \$150.001 Y 200.000	87,22	45,00	267,00	92,75	50,00
		ENTRE \$200.001 Y 250.000	108,67	130,00	59,00	72,10	148,00
		ENTRE \$250.001 Y 500.000	105,18	135,83	117,00	112,50	95,83
		ENTRE \$500.001 Y 750.000	79,00	142,92	180,25	125,17	137,17
		ENTRE \$750.001 Y 1.000.000	107,00	194,00	115,00	191,65	146,00
		ENTRE \$1.000.001 Y 1.500.000	149,00	158,00	150,00	110,20	
		ENTRE \$1.500.001 Y 2.000.000	64,00			138,33	188,33
		ENTRE \$2.000.001 Y 3.000.000	116,00		140,00	178,00	
		ENTRE \$3.000.001 Y 5.000.000					147,00
		MAS DE \$5.000.001					

Tabla 45. Indicador social del Tema: Equidad. Subtema: Disparidades (II)

Sub Tema	Descripción	Nivel de Ingresos/Provincia	Magdalena Centro	Medina	Rionegro	Sabana centro	Sabana occidente
D I S P A R I D A D E S	Uso promedio de energía en los hogares por grupo de ingresos kWh/mes	MENOS DE \$100.000		88,00	52,00	92,00	
		ENTRE \$100.001 Y \$150.000	58,00	175,00	68,11	74,17	12,00
		ENTRE \$150.001 Y 200.000	231,00	87,00	34,40	142,00	
		ENTRE \$200.001 Y 250.000	124,50	137,00	69,00	54,00	
		ENTRE \$250.001 Y 500.000	102,75	118,33	59,91	133,50	106,00
		ENTRE \$500.001 Y 750.000	108,77	84,50	82,36	151,67	177,20

ENTRE \$750.001 Y 1.000.000	108,00	131,50	81,33	105,25	155,20
ENTRE \$1.000.001 Y 1.500.000		202,00	96,67	154,50	198,00
ENTRE \$1.500.001 Y 2.000.000		66,00			227,00
ENTRE \$2.000.001 Y 3.000.000		128,00		136,00	
ENTRE \$3.000.001 Y 5.000.000					313,00
MAS DE \$5.000.001				175,00	

Tabla 46. Indicador social del Tema: Equidad. Subtema: Disparidades (III)

Sub Tema	Descripción	Nivel de Ingresos/ Provincia	Oriente	Soacha	Sumapaz	Tequendama	Ubaté
D I S P A R I D A D E S	Uso promedio de energía en los hogares por grupo de ingresos kWh/mes	MENOS DE \$100.000	139,33		42,00	35,00	66,18
		ENTRE \$100.001 Y \$150.000	99,89	43,00		154,00	70,67
		ENTRE \$150.001 Y 200.000	98,86		75,00	40,00	81,81
		ENTRE \$200.001 Y 250.000	136,83		70,50	155,67	103,67
		ENTRE \$250.001 Y 500.000	133,14	75,00	92,78	139,43	132,33
		ENTRE \$500.001 Y 750.000	117,00	95,50	137,11	115,00	102,67
		ENTRE \$750.001 Y 1.000.000	221,67	236,00	135,71	162,00	185,33
		ENTRE \$1.000.001 Y 1.500.000			77,00	118,60	
		ENTRE \$1.500.001 Y 2.000.000			366,00	164,50	
		ENTRE \$2.000.001 Y 3.000.000			148,00	134,50	173,00
		ENTRE \$3.000.001 Y 5.000.000			171,50	221,00	114,00
		MAS DE \$5.000.001				307,00	

De acuerdo con los resultados obtenidos para este indicador, es posible establecer que existe una tendencia que asocia proporcionalmente el nivel de ingresos de las familias, con su consumo de energía eléctrica. Es decir, a medida que las familias tienen un poder adquisitivo superior, sus consumos de electricidad por mes aumentan. Lo anterior se puede atribuir a una mayor adquisición de electrodomésticos de uso general o para aumentar el confort, uso de tecnologías

de la información o incluso podría pensarse en bajo aprovechamiento de la energía.

3.3.2 Dimensión Económica

Para la dimensión económica se seleccionó el tema de Uso Global, con los subtemas de Uso Global y Ahorro. Para el primer subtema, se hace referencia al uso de energía per cápita/día en Mcal/día para todos los procesos, uso de energía eléctrica per cápita/día en kWh/día, y por último, uso de energía por consumo de leña per cápita/día en Mcal/día.

Tabla 47. Indicador Dimensión Económica. Tema: Uso Global

Subtema	Descripción	Variables de cálculo	Provincia	Indicador
U S O	Uso de energía per cápita/día en Mcal/día en todos los procesos	-Consumo de energía en Mcal/día por vivienda. -Número de personas por vivienda.	ALMEIDAS	50,45
			ALTO MAGDALENA	76,22
			BAJO MAGDALENA	52,26
			GUALIVÁ	81,71
			GUAVIO	39,14
			MAGDALENA CENTRO	84,09
			MEDINA	28,08
			ORIENTE	52,07
			RIONEGRO	70,87
			SABANA CENTRO	50,02
			SABANA OCCIDENTE	111,35
			SOACHA	26,58
			SUMAPAZ	51,83
			TEQUENDAMA	78,33
			UBATÉ	58,17
G L O B A L	Uso de energía eléctrica per cápita/día en kWh/día	-Consumo de energía eléctrica en kWh/día por vivienda. -Número de personas por vivienda.	ALMEIDAS	0,22
			ALTO MAGDALENA	0,61
			BAJO MAGDALENA	0,41
			GUALIVÁ	0,18
			GUAVIO	0,20
			MAGDALENA CENTRO	0,50
			MEDINA	0,70
			ORIENTE	0,37
			RIONEGRO	0,24
			SABANA CENTRO	0,05
			SABANA OCCIDENTE	0,32
			SOACHA	1,08
			SUMAPAZ	0,17
			TEQUENDAMA	0,14
			UBATÉ	0,14

Uso de energía por consumo de leña per cápita/día en Mcal/día	-Consumo de leña en Mcal/día por vivienda.	ALMEIDAS	19,08
		ALTO MAGDALENA	20,21
		BAJO MAGDALENA	23,79
		GUALIVÁ	18,27
		GUAVIO	19,85
		MAGDALENA CENTRO	34,89
		MEDINA	17,84
		RIONEGRO	33,64
		SABANA CENTRO	14,30
		SABANA OCCIDENTE	2,52
		ORIENTE	15,28
		SOACHA	3,15
		SUMAPAZ	8,43
		TEQUENDAMA	16,96
		UBATÉ	25,31

De acuerdo con los resultados obtenidos, en cuanto al indicador para el uso de energía per cápita/día en Mcal/día para todos los procesos energéticos de las viviendas (cocción, iluminación, electrodomésticos, ambiente y refrigeración), los mayores valores encontrados se encuentran en las provincias de Sabana Occidente y Magdalena Centro. Así mismo, los valores más pequeños están asociados a las provincias de Medina y Soacha.

Con respecto al indicador que asocia el uso de energía eléctrica per cápita/día en kWh/día, se encontró que los mayores valores corresponden a las provincias de Medina y Soacha, mientras que los valores más pequeños se encuentran en las provincias de Sabana Centro, Tequendama y Ubaté.

Finalmente, el indicador que relaciona el uso de energía por consumo de leña per cápita/día en Mcal/día para las provincias del departamento de Cundinamarca, muestra que Sabana Occidente y Soacha presentan valores de 2,52 y 3,15. En tanto, las provincias de Magdalena Centro y Rionegro presentan valores de 34,89 y 33,64.

Cabe mencionar que las características de estos indicadores se relacionan no sólo con el consumo de energía eléctrica y combustibles de cada provincia, sino también con la ruralidad y número de habitantes por vivienda.

Tabla 48. Indicador Dimensión Económica. Tema: Ahorro

Subtema	Descripción	Variables de cálculo	Provincia	Indicador
A H O R R O	Ahorro Disminución Consumo Leña [\$]	-Número de viviendas que usan leña en cada provincia. -Costo aproximado de \$230.000 del gasto anual en leña por vivienda.	ALMEIDAS	\$ 1.497.823.012,32
			ALTO MAGDALENA	\$ 560.507.922,47
			BAJO MAGDALENA	\$ 575.347.754,84
			GUALIVÁ	\$ 1.712.704.272,00
			GUAVIO	\$ 2.265.164.885,87
			MAGDALENA CENTRO	\$ 784.810.106,86
			MEDINA	\$ 263.789.028,25
			RIONEGRO	\$ 2.045.743.256,26
			SABANA CENTRO	\$ 1.818.496.322,23
			SABANA OCCIDENTE	\$ -
			ORIENTE	\$ 1.235.705.972,78
			SOACHA	\$ 80.801.113,14
			SUMAPAZ	\$ 703.688.144,62
			TEQUENDAMA	\$ 891.596.134,12
			UBATÉ	\$ 2.380.050.820,87

Este indicador muestra el ahorro económico promedio que representaría dejar de emplear leña para procesos de cocción en las viviendas del departamento de Cundinamarca. De esta manera, se evidencia que las provincias que tendrían un mayor ahorro monetario corresponden a Ubaté, Rionegro y Guavio. En contraste, el menor ahorro lo tendrían las provincias de Soacha y Medina.

4 Conclusiones

En concordancia con los resultados obtenidos en PERS Cundinamarca y los datos registrados en el PIEC 2.016-2.020, la cobertura de electrificación en las zonas rurales del departamento de Cundinamarca, está alrededor del 96%. Sin embargo, se evidencia una clara necesidad de mejorar la calidad de prestación del servicio, pues se encontró que el 67,12% de las viviendas ubicadas en áreas rurales, presentan interrupciones del servicio. Cabe resaltar que el peor escenario de confiabilidad, en cuanto a continuidad del servicio se encontró en la provincia de Bajo Magdalena, en donde aproximadamente el 100% de las viviendas presentan algún tipo de interrupción. Adicionalmente, en el 43% de las mediciones eléctricas llevadas a cabo en campo, se identificó variaciones de tensión fuera de los parámetros establecidos en la normatividad vigente.

La refrigeración presentó los valores más altos de consumo de energía eléctrica en las zonas rurales del departamento, alcanzando un 68,32% del total, seguido de los electrodomésticos con 14,33% y la iluminación con 14,91%. El alto consumo en el proceso de refrigeración está asociado al patrón de funcionamiento de los equipos refrigeradores, pues se encuentran en actividad 24 horas al día, mientras que el resto de los equipos tienen un patrón de funcionamiento intermitente.

De acuerdo con los resultados encontrados en PERS Cundinamarca, existe una baja cobertura de tecnologías de la información en las zonas rurales del departamento de Cundinamarca, más específicamente en lo relacionado con el uso del computador. El mayor porcentaje de uso de estos elementos se presenta en la provincia de Sabana Occidente con 12,5%. De acuerdo a esto, se evidencia la necesidad de mejorar estos indicadores, reto que debería ser asumido por los gobiernos departamental y nacional en el mediano y corto plazo debido a su importancia en la actualidad.

La matriz energética para las viviendas rurales del departamento de Cundinamarca está conformada en un 65,59% por la utilización de GLP, seguida por el empleo de leña con un 28,37% y la energía eléctrica con un 4,97%. En su mayoría, el GLP y la leña son empleados en procesos de cocción de alimentos. El equivalente en Mcal demuestra que debido a sus altos poderes caloríficos y su alta utilización, se posicionan a la cabeza de la matriz energética con las participaciones más altas.

Se encontraron variaciones en el consumo de energía eléctrica en las viviendas rurales del departamento, que pueden estar asociadas a factores como la altitud, las condiciones socioeconómicas de la población y su ubicación geográfica. De igual manera, las variaciones en los costos de la energía eléctrica se pueden atribuir a aspectos como las diferentes empresas comercializadoras en cada

municipio, las condiciones particulares de conexión en cada caso, cantidad de horas de servicio al día, entre otras.

Los resultados obtenidos en PERS Cundinamarca para el cálculo de la demanda de energía eléctrica en las diferentes regiones de acuerdo con la altitud, demuestran que resulta pertinente actualizar la metodología con la que se cuenta actualmente para definir el consumo de subsistencia de una región en particular. Lo anterior, ya que se encontró que los valores establecidos actualmente por la reglamentación del Ministerio de Minas y Energía, difieren significativamente de los valores reales.

Se encontró que el GLP tiene la mayor participación de la matriz energética de cocción en las viviendas rurales del departamento, con un 69,02% del total. Seguido a este porcentaje se encuentra la leña comprada y autoapropiada con un 29,85%. Se encontró además que la mayoría de las viviendas extrae la leña del terreno propio (63,36%), y que de las viviendas que no extrae la leña, la mayoría la compra y recibe a domicilio (36,88%).

Medidas de eficiencia energética como cambios de luminarias, equipos refrigeradores y otros electrodomésticos generarían una reducción sustancial en el consumo de energía eléctrica para el departamento de Cundinamarca. Esta reducción en el caso más optimista podría alcanzar hasta un 60% con respecto al consumo actual. Pero la implementación requiere inversión económica por parte del estado para el cambio de equipos y luminarias en los hogares de las zonas rurales de Cundinamarca.

5 Anexos

5.1 Registro fotográfico tipo de estufas en Cundinamarca

A continuación se presenta un registro fotográfico de las diferentes estufas encontradas en el Departamento de Cundinamarca en el marco del proyecto PERS.



Foto 1. Estufa con plancha y chimenea



Foto 2. Estufa con plancha sin chimenea



Foto 3. Fogón con parrilla



Foto 4. Fogón simple (3 y/o 4 piedras)



Foto 5. Horno de barro



Foto 6. Estufa a gas



Foto 7. Estufa eléctrica

5.2 Proyecciones de demanda por provincia

Archivo adjunto en Excel.

5.3 Base de Datos procesados

Archivo adjunto en Excel.

5.4 Consumos Comerciales e Institucionales

Archivo adjunto en Excel.



**CONVENIO INTERINSTITUCIONAL UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA –
UPME - CV-003/15, INSTITUTO DE PLANIFICACION Y PROMOCION DE SOLUCIONES
ENERGETICAS PARA LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS – IPSE -005/2015 Y LA
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS – UDFJC PARA LA REALIZACIÓN
DEL PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL SOSTENIBLE PARA EL DEPARTAMENTO DEL
CUNDINAMARCA – PERS CUNDINAMARCA**

Plan de Energización Rural Sostenible del Departamento de Cundinamarca

PERS