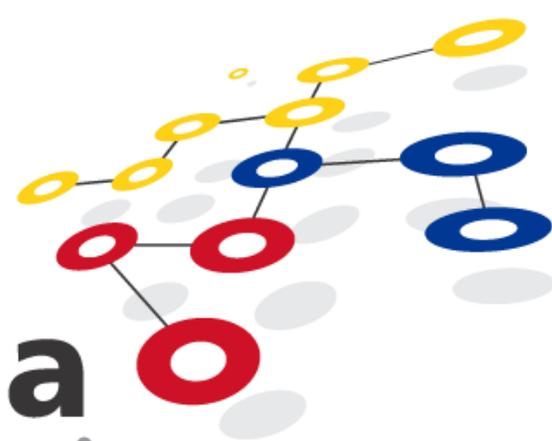
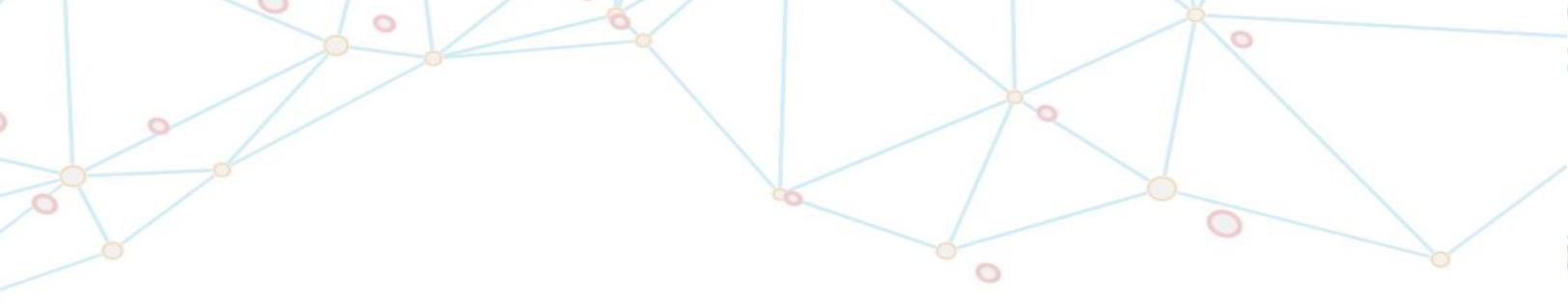


A background network diagram consisting of a grid of light blue lines connecting small light blue dots. A specific cluster of nodes is highlighted with larger, colored circles: yellow, blue, and red. The text 'Colombia inteligente' is overlaid on the left side of the image.

Colombia inteligente

Red colaborativa para habilitar
y acelerar la transformación
del sector eléctrico

Decorative wavy lines in blue, yellow, and red at the bottom of the page.



Colombia inteligente

FOMENTO PROGRAMAS RD Estrategia para la transformación del Usuario

Documento de trabajo
Diciembre de 2020



NOTA DE RESPONSABILIDAD –

Las opiniones que contenga este documento son parte de un ejercicio en desarrollo de identificación y análisis sectorial para consolidar acciones de transformación del sector eléctrico colombiano y no necesariamente representan la opinión oficial de una organización, entidad o empresa.

La información contenida en este documento de trabajo podrá ser reproducida en cualquier medio o formato siempre y cuando se mencione explícitamente a Colombia Inteligente.

Colombia Inteligente
Todos los derechos reservados 2020 ©

El documento se realizó bajo el marco del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del sector minero-energético (PIGCC M-E) desarrollado por el Ministerio de Minas y Energía con el apoyo del Centro de Investigación de Agricultura Tropical con el objetivo de reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático y la promoción de un desarrollo bajo en carbono a nivel sectorial, fortaleciendo y protegiendo la sostenibilidad y competitividad de la Industria.



Grupo de Trabajo Colaborativo Demanda Activa

Grupo de trabajo conjunto y colaborativo mediante el desarrollo de sesiones de trabajo que contó con la participación de representantes de las siguientes empresas y entidades:

- CELSIA S.A. E.S.P.
- COMITÉ ASESOR DE LA COMERCIALIZACIÓN - CAC-
- ENEL-CODENSA S.A. E.S.P.
- ELECTRICARIBE S.A. E.S.P.
- EMCALI S.A. E.S.P.
- EMPRESA PÚBLICAS DE MEDELLÍN E.S.P.
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.
- UNIDAD DE PLANEACIÓN MINIERO ENERGÉTICA – UPME.
- UNIVERSIDAD DEL VALLE.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- XM S.A. E.S.P - FILIAL GRUPO ISA.

Equipo Proyecto Demanda Activa GEI

JUAN DAVID MOLINA CASTRO
LUISA FERNANDA BUITRAGO ARROYAVE
SANDRA YAMILE GIRALDO RESTREPO
SANDRA MILENA TÉLLEZ GUTIÉRREZ

Líder Proyecto
Coordinadora de Investigación
Especialista área ambiental
Especialista área energía

COLOMBIA INTELIGENTE

Somos una red colaborativa, conformada por empresas y entidades, para la inserción integral y eficiente de los sistemas inteligentes a la infraestructura del sector eléctrico colombiano con el propósito de disminuir riesgos y maximizar beneficios a los actores de interés.

Principios:

- **Fomentar** el desarrollo de soluciones tecnológicas integrales y eficientes para viabilizar la inserción de los sistemas inteligentes.
- **Acelerar** la creación de valor mediante un proceso de coparticipación intersectorial.
- **Compartir** conocimientos y experiencias para fortalecer el desarrollo tecnológico de las empresas y entidades.

Objetivo:

Ser un arquitecto estratégico que promueve el desarrollo integral y eficiente de los sistemas inteligentes en Colombia para contribuir al acceso universal de la energía, a una participación activa de los ciudadanos, la productividad, la competitividad y el desarrollo sostenible del sector eléctrico y del país.

- **Generar** capacidades y conocimiento para el desarrollo de los sistemas inteligentes, en forma sinérgica y colaborativa.
- **Promover** pilotos y proyectos en sistemas inteligentes, propiciando las alianzas estratégicas con otros sectores de la economía e identificando fuentes de financiación.
- **Influir** proactivamente la política, la regulación y la estandarización para la implantación de los sistemas inteligentes.
- **Generar** una organización sustentable, capaz de lograr los objetivos anteriores.

Con base en lo anterior, la organización desarrolla los ejes de trabajo soportados en actividades transversales para generar valor a la organización que redundará en beneficio del sector eléctrico colombiano y el país.

Miembros Comité Directivo



Institucionales Comité Directivo



EJES DE TRABAJO

1	Empoderamiento del usuario	Fomentar la participación de la demanda (gestión eficiente de la energía y respuesta demanda), la virtualización de la medida y la masificación de la medición avanzada (medición flexible)
2	Integración de tecnologías	Desarrollo de un sistema distribuido (tecnologías, microrredes y conexión)
3	Transformación del sistema eléctrico	Transformación digital, vigilancia y evolución tecnológica (arquitectura y funciones tecnológicas, espectro radioeléctrico, seguridad digital e interoperabilidad de los activos)

ACTIVIDADES

1	Monitorear tecnologías y métodos en el marco de los sistemas inteligentes aplicados al sector eléctrico
2	Promover arquitecturas y estándares para la adaptación de las transformaciones tecnológicas del sector eléctrico
3	Soportar la apropiación de tecnología aplicable, escalable y transferible en el sector eléctrico colombiano
4	Proponer criterios para evaluar y certificar tecnologías
5	Brindar lineamientos para una normativa proactiva

PROPUESTA DE VALOR

1	Un equipo con alto conocimiento técnico y comprometido para asesorar requerimientos del sector
2	Un espacio para la discusión de temas sectoriales
3	Realizar un trabajo conjunto y colaborativo para fortalecer e impulsar proyectos

ROLES Y RESPONSABILIDADES

Equipo Colombia Inteligente	Participantes empresas/entidades
<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar las actividades de socialización, discusión y aprobación. • Proponer material de trabajo. • Construir los documentos de formulación del proyecto. • Consolidar los resultados de las actividades realizadas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participar en las actividades asignadas. 2. Proponer y asesorar al grupo respecto a temas técnicos. 3. Gestionar con sus respectivas empresas/entidades su participación o la de otros representantes. 4. Socializar las actividades con su empresa/entidad.

El foco de Colombia Inteligente está orientada a cuatro líneas estratégicas: la generación de conocimiento, el desarrollo de proyectos tecnológicos, el fortalecimiento sectorial y la sostenibilidad organizacional.

PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO

Se presenta una propuesta para el fomento de programas de respuesta de la demanda, programas RD, y su metodología para el diseño de pilotos de programas RD con el objetivo de diseñar una guía que fomente la participación de la demanda y el empoderamiento de los usuarios en el sistema eléctrico colombiano, en el que se ha identificado, entre otros mecanismos, el rol de los programas de Respuesta de la Demanda para incentivar la activa participación de los usuarios. Los programas RD se enfocan a los consumidores que, a través de su representación comercial, sea esta individual o agregada, se modifican los consumos de energía eléctrica dependiendo de las señales de precios o incentivos que se den en el mercado de comercialización. Sumado a lo anterior, es importante emprender acciones que fomenten la evolución regulatoria que conlleve a complementar los mecanismos vigentes en los cuales se logre una mayor participación en los programa RD y se garantice un uso eficiente de los recursos del sistema para mejorar la formación de los precios en el mercado y el diseño de tarifas a los usuarios.

En ese contexto y considerando los diferentes avances en Colombia respecto a la respuesta de la demanda, existen diversas aplicaciones o necesidades en donde se podría implementar un programa RD, en general se podrían identificar las siguientes:

- Mitigar el impacto por energía no suministrada ante limitaciones del sistema.
- Disminuir la generación térmica y el consumo de combustible Diésel o de otro de tipo.
- Mitigar emisiones de GEI asociados a la generación.
- Evaluar el empoderamiento del usuario (elasticidad de la demanda y portafolio de servicios).
- Disminuir la congestión local en un área del sistema de distribución (por ejemplo, en hora pico).
- Desplazar inversiones en nuevos activos (vida útil del sistema/equipos).
- Disminuir fallas asociadas a sobrecargas de circuitos y equipos.
- Controlar la demanda crítica ante contingencias del sistema (Gestión de Carga).
- Disminuir las pérdidas técnicas del sistema y de sus costos asociados, entre otros.

Cada una de estas aplicaciones requiere de un análisis detallado a nivel horario, o en tiempos inferiores, del consumo individualizado y de las características eléctricas del sistema eléctrico (topologías, flujos, cargas, entre otros) con el fin de identificar el potencial aporte individual o agregado de los consumidores que participan en el programa RD.

Ahora bien, partiendo que en general el acceso a la información es restringido y en otros casos limitada o inexistente para los periodos requeridos, toma relevancia el diseño de pilotos bajo una serie de supuestos basados en elementos teóricos o experimentales con el fin de determinar la efectividad de las mismas, considerando las posibilidades de su desarrollo posterior. Particularmente, la implementación de estos pilotos de programas RD, permitirá probar la validez de los supuestos considerados en el diseño de los programas, identificar los componentes de aciertos y desaciertos para intervenirlos, ensayar la eficacia y pertinencia de los instrumentos, metodología y protocolos diseñados para los programas e identificar las variables de interés y medir el desempeño de estas. De esta manera, el alcance dentro de este documento es partir de la identificación de necesidades y requerimientos para que un usuario participe en un programa RD y con esto estimar su potencial aporte en respuesta de la demanda, respuesta que podrá ser utilizada en las distintas aplicaciones mencionadas anteriormente según las necesidades particular de un sistema eléctrico o mercado de comercialización.

El documento se estructuró en cinco secciones: Antecedentes de la respuesta de la demanda (RD), Programas de RD, Usuario activo RD, Pilotos de programa RD y finalmente una sección de Recomendaciones.

Antecedentes de la respuesta de la demanda

La primera parte describe los antecedentes de la gestión de la demanda. En esta, se realiza un contexto sobre los temas que se requieren para la implementación de la gestión de la demanda como estrategia de mitigación GEI, línea estratégica del Plan Integral de Gestión de Cambio Climático -PIGCCme.

Adicionalmente, se describen los compromisos de mitigación de emisiones GEI adoptados por Colombia en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y como país miembro de la Conferencia de la Partes. De igual manera, se presentan las líneas estratégicas que fueron adoptadas por el Ministerio de Minas y Energía, haciendo hincapié en la línea concerniente a la gestión eficiente de la demanda. Con respecto a este tema, se han desarrollado normatividades, las cuales pretenden ayudar con el cumplimiento de la meta nacional en mitigación de gases de efecto invernadero y gestión sobre el Cambio Climático, la Resolución 90325 de 2013, Ley 1844 de 2017, Ley 1931 de 2018 y Resolución MME 4 0807.

También teniendo en cuenta lo estipulado en Decreto MME 2492 de 2014, en el cual se dictan los lineamientos para la implementación de la gestión de la demanda, se hace necesario que los usuarios sean parte activa en el consumo de la electricidad, y además que este se haga de la manera más amigable posible con el medio ambiente, emitiendo la menor cantidad de GEI que sea posible.

La normatividad específica para los programas RD debe tener en cuenta cómo funciona el mercado de energía mayorista el cual se rige por las resoluciones CREG 024/95, 025/95, 026/01, 034/01, 048/02, 073/10, 051/09 y 011/10. Además, también es importante señalar la resolución CREG 172 de 2015 en la cual se define el precio máximo a las ofertas de precio para el despacho diario en el mercado de energía mayorista. Por ejemplo, un programa de tarifa horario, su mecanismo fundamental es el diseño de la tarifa para cada franja. Por tanto, las tarifas de los suscriptores de energía eléctrica se rigen por las resoluciones CREG 119/07 y 191/15 (otras afines 031/97, 097/08, 110/09, 173/11, 083/12, 108/12, 010/13 y 180/14). En estas resoluciones, se establece la metodología de cálculo del costo unitario (CU) de la prestación del servicio el cual está conformada por los costos de generación ($G_{m,i,j}$), transmisión (T_m), distribución ($D_{n,m}$), comercialización ($C_{m,i,j}$), Perdidas de energía ($PR_{n,m,i,j}$), y restricciones ($R_{m,i}$).

A su vez, se destaca la reglamentación asociada a las fuentes de energía no convencionales y renovables son la Ley 1715 de 2014, y resoluciones tales como la CREG 132/14, CREG 061/15, CREG 240/16 CREG 243/16 y complementarias sobre la gestión eficiente y otras como la Resolución MME 41012 de 2015, Decreto 1886 de 2015 (Artículo 59), resolución MME 41286 de 2016, Decreto MME 348 de 2017 y finalmente, la ley 1955 de 2019.

Se describen las diferentes actividades y estudios realizados por Colombia Inteligente en el marco de la implementación de programas RD, entre los que se destaca, el estudio realizado en el año 2018, con el objetivo de evaluar el potencial de mitigación de GEI por la implementación de programas de respuesta de la demanda en el contexto colombiano. Como resultado, además de un potencial estimado de mitigación de hasta 2 MtCO₂, se construyeron una serie de recomendaciones para habilitar los mecanismos de respuesta de la demanda en torno al empoderamiento del usuario, habilitación de la demanda activa y definición de mecanismos de respuesta de la demanda. En 2019, el estudio en el cual se definió la metodología para medir, monitorear y verificar la reducción de emisiones de GEI producto de la implementación de programas de respuesta de la demanda. Finalmente, durante el primer semestre de 2020, se definieron para los programas tarifa intradiaria y Demanda en el mercado y las acciones necesarias para la implementación de estos programas por parte de las empresas oferentes.

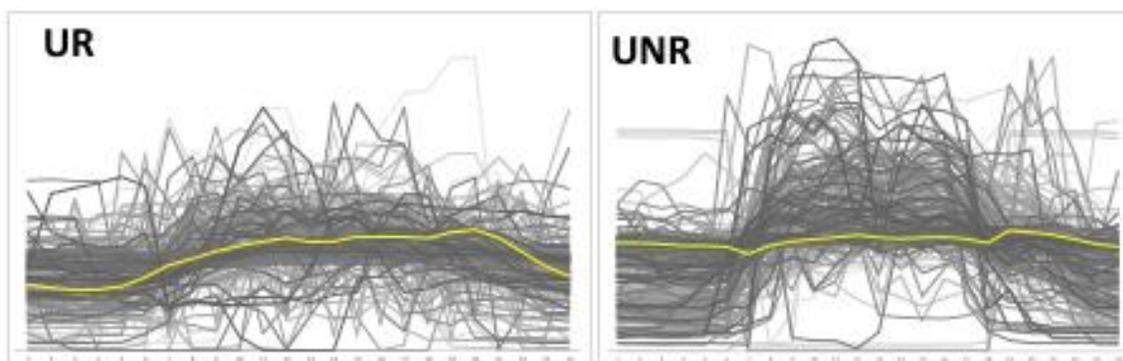
Programas de RD

La segunda parte del informe hace referencia a los programas RD diseñados en el contexto de la iniciativa de Colombia Inteligente. Se describe en tres subsecciones, la primera contiene toda la información relacionada con la formulación de los programas, la segunda entrega las pautas para hacer caracterización y monitoreo al programa y por último la tercera, los lineamientos para la evaluación.

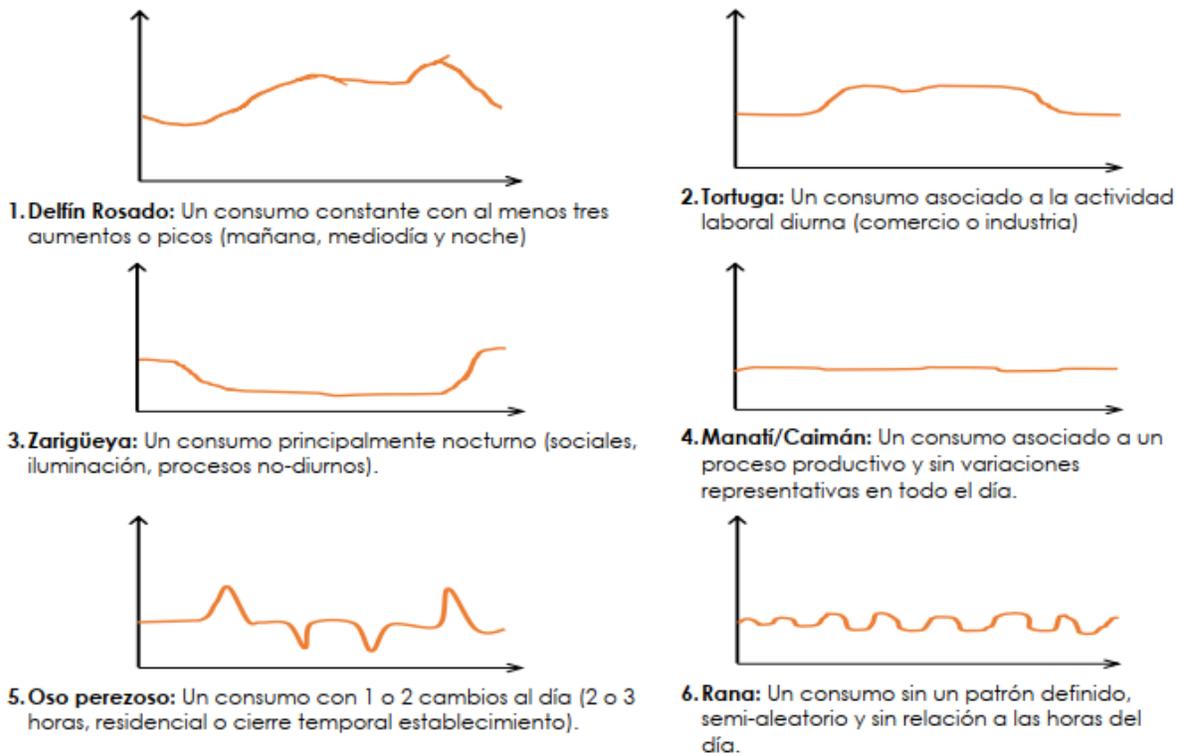
En la sección de formulación, primero se identifican tres tipos de programas, dos basados en incentivos y uno basado en precio, tarifa intradiaria, demanda en el mercado y control de carga, se establecen los atributos referenciales (ver tabla) y la arquitectura para cada programa como se muestra a continuación.

Atributo	Descripción
Objetivo del programa	Este campo muestra las metas del programa RD
Incentivos del programa	Recompensas o castigos que se reciben por la participación en los programas
Diseño de tarifas	Se realiza con el fin de que cuando se implementen los eventos de RD, estos sean liquidados correctamente
Mercado	Tipo de usuarios a los que está dirigido el programa RD
Prerrequisitos participación	Tipo de equipos son necesarios para poder medir los consumos de energía o poder realizar la gestión de cargas y que condiciones debe tener el usuario para participar de los programas
Tiempo del programa (franja)	Periodo de tiempo en el que se habilitara el evento
Restricciones de los eventos	Limitaciones que se tienen para participar en los eventos
Duración del evento	Tiempo estimado que dura el evento
Notificación – Arquitectura	Es la forma en que se debe avisar a los usuarios sobre el evento de RD y la antelación con que debe notificarse
Comportamiento esperado	Después de aplicado el evento RD en este campo se muestra cómo sería el comportamiento esperado de los usuarios
Disponibilidad	Es la disponibilidad que tiene el usuario para participar en los programas RD
Recurso	Es el tipo de cargas a las que están dirigidas el programa RD
Periodo	Las franjas en las cuales se va a aplicar el programa RD
Activación del funcionamiento programa	Cuál es el procedimiento que se lleva a cabo para que el evento de RD empiece su funcionamiento
Línea base	Es la metodología que se utiliza para comparar el resultado de la participación de los mecanismos RD
Monitoreo y verificación	Describe el procedimiento utilizado para realizar la verificación de la participación de los usuarios en el programa de respuesta de la demanda
Requerimiento tecnológico	Muestra cual es la tecnología necesaria para que el programa RD pueda ser implementado

En la subsección de caracterización y monitoreo se describe como caracterizar los usuarios separando el consumo según el tipo de usuario, la región y el tipo de actividad que desempeña. La desagregación de la demanda de energía se puede realizar de forma anual, mensual, por regiones, por tipos de usuarios, por el tipo de actividad económica y finalmente, se puede revisar el comportamiento de forma horaria, en la siguiente grafica se puede ver cómo es la conducta de los usuarios regulados y no regulados, en la cual las líneas grises representan el comportamiento individual, y la línea amarilla muestra estos comportamientos agregados.



Con el fin de estandarizar los consumos ilustrados en la figura anterior, se caracterizan 6 curvas tipo que muestran la clasificación de los usuarios de acuerdo con el comportamiento de la electricidad diaria, las cuales se muestran a continuación.

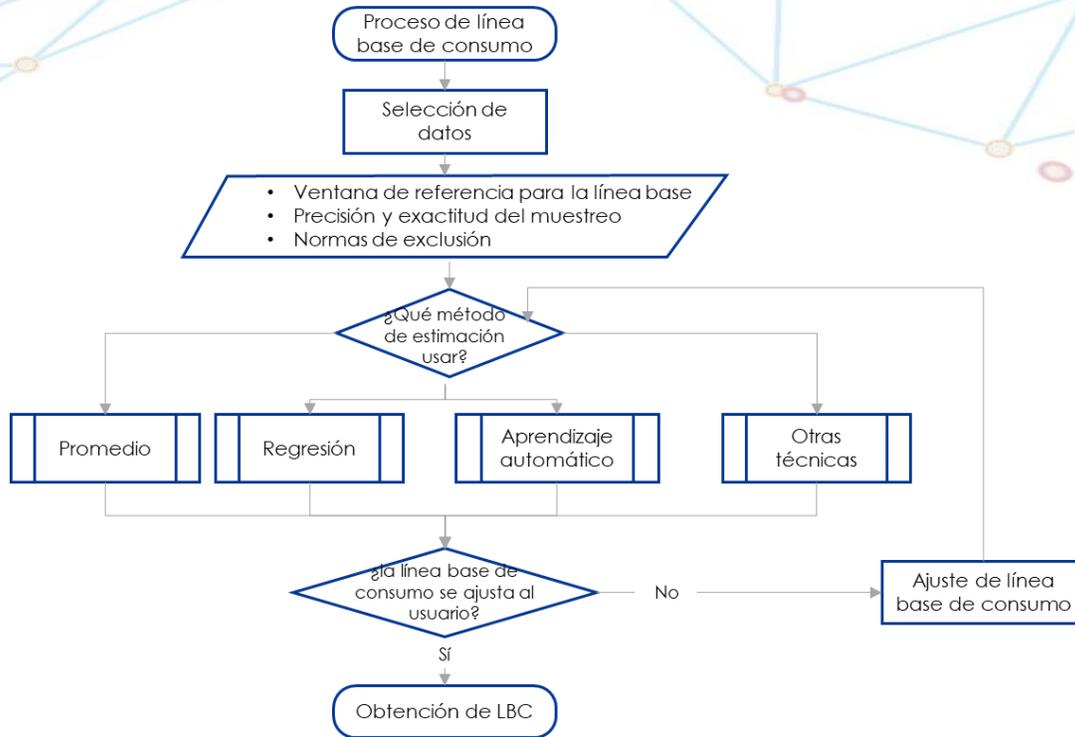


Esto con el fin de que a partir de estos se construya la Línea base de consumo (LBC) y de esta manera se pueden tipificar los consumos para focalizar los programas RD (donde sea necesaria la LBC). En esta misma subsección se presentan los criterios y el proceso para la construcción de la LBC, el cual consta de tres pasos: Selección de datos, estimación y ajuste de resultados, la combinación de estos depende de los consumos que hagan los usuarios, de su ubicación geográfica y el impacto del clima en ellos.

La siguiente tabla muestra los elementos a tener en cuenta para la determinación de la LBC.

Criterios generales para LBC	Criterios para los datos	Métodos estimación	Información para la medición
Calidad	Definir intervalo de captura (pocos días a meses, e incluso años)	Promedio	AMI en tiempo real o posterior al evento RD
Exactitud	Definir Intervalo de medición (horario, diario, semanal)	Regresión	Ventana de rendimiento (periodo de tiempo del evento)
Integridad	Definir tipo de día (festivos, laborales, especiales)	Aprendizaje automático	Tipo de medición (Método para determinar la reducción de la demanda en un evento)
Simplicidad y alineación	N/A	Otros	Información sobre procesos especiales (incluir cargas altamente variables o autogeneración por ej.)

En la siguiente figura, se muestra la metodología para determinar la LBC.



Para que los programas RD puedan operar adecuadamente es necesario que tanto los usuarios que participen como las empresas oferentes del programa RD cumplan con unos requisitos mínimos. En esta subsección se presenta también los requisitos para el reporte de datos de cada programa RD. La siguiente tabla muestra para cada requerimiento, los elementos a incluir en cada fase de implementación del programa de tarifa intradiaria.

Tipo de Requerimiento	Fases del programa Tarifa Intradiaria		
	Preparación	Ejecución	Validación y Análisis
Informativos	Lo que se requiere para intervención e implementación de equipos de control de las cargas eléctricas a participar.	Beneficios para el usuario, mecanismos y canales de comunicación, las tarifas y su franja de duración.	Disponibilidad de históricos de consumo por períodos de tiempo especificados.
	Explicación beneficios y cambio de tarifas: tradicional vs programa RD. Despliegue de AMI: descripción técnica de los equipos, las etapas y tiempos del proceso.	Inicio y final de hora con cambio de tarifa, valor en \$ de kWh.	Comparación de ahorros obtenidos vs la LBC para cada período de tiempo especificado y cada agrupación de usuarios.
Tecnológicos	Instalación y puesta en servicio del sistema de medición inteligente en el predio del cliente.	Gestión de la información de consumo.	Reporte de fallas del medidor y su incidencia en los registros del programa.
Operativos	Especificación de los atributos (Tabla 5): Arquitectura, Período, Activación, Línea base, Monitoreo y verificación.	Establecer la línea base de consumo correspondiente a cada usuario/ grupo de usuario.	Comparativos frente a usuarios similares. Acumulados de ahorro: kWh, \$, CO ₂

De igual forma, en la siguiente tabla se muestra para cada requerimiento, los elementos a incluir en cada fase de implementación del programa de gestión de carga.

Tipo de Requerimiento	Fases del programa Gestión de Carga		
	Preparación	Ejecución	Validación y Análisis
Informativos	Explicación beneficios y cambio de tarifas: tradicional vs programa RD.	Beneficios para el usuario, mecanismos y canales de comunicación, las tarifas y condiciones de control o limitación de carga.	Disponibilidad de históricos de consumo por períodos de tiempo especificados. Carga limitada o desconectada para los mismos períodos
	Despliegue de AMI: descripción técnica de los equipos, las etapas y tiempos del proceso.	Inicio y final de hora con cambio de tarifa, valor en \$ de kWh, penalidades. Cantidad de carga limitada o desconectada, período de duración del evento. Restablecimiento de condiciones iniciales de carga	Comparación de ahorros obtenidos vs la LBC para cada período de tiempo especificado y cada agrupación de usuarios.
Tecnológicos	Instalación y puesta en servicio del sistema de medición avanzada al cliente.	Gestión de la información de consumo.	Reporte de fallas del medidor y su incidencia en los registros del programa.
	Infraestructura y arquitectura para conexión, desconexión, limitación de carga compatible con el sistema de la <i>Utility</i>	Gestión de la carga	Seguimiento del funcionamiento de las cargas intervenidas (HVAC, Iluminación, entre otros)
Operativos	Especificación de los atributos (Tabla 5): Arquitectura, Período, Activación, Línea base, Monitoreo y verificación.	Establecer la línea base de consumo correspondiente a cada usuario/ grupo de usuario.	Comparativos frente a usuarios similares. Acumulados de ahorro: kWh, \$, CO ₂
	Firma de acuerdo: condiciones de desconexión o reducción de carga, incentivos, tiempos y mecanismos para su entrega al cliente, penalizaciones por incumplimiento.	Validación de línea base de consumo vs evento participado.	Liquidación de los eventos realizados.

Finalmente, la siguiente tabla muestra para cada requerimiento, los elementos a incluir en cada fase de implementación del programa de Demanda en el mercado.

Tipo de Requerimiento	Fases del programa Demanda en el Mercado		
	Preparación	Ejecución	Validación y Análisis
Informativos	Lo que se requiere para intervención e implementación de equipos de control de las cargas eléctricas a participar.	Beneficios para el usuario, mecanismos y canales de comunicación, las tarifas y condiciones de agrupación de carga.	Disponibilidad de históricos de consumo por períodos de tiempo especificados. Períodos y precios de agrupación de carga.
	Explicación beneficios y cambio de tarifas: tradicional vs programa RD. Despliegue de AMI: descripción técnica de los equipos, las etapas y tiempos del proceso.	Inicio y final de hora con cambio de tarifa, valor en \$ de kWh períodos y precios de agrupación de carga.	Comparación de ahorros obtenidos vs la LBC para cada período de tiempo especificado y cada agrupación de usuarios.
Tecnológicos	Instalación y puesta en servicio del sistema de medición inteligente en el predio del cliente.	Gestión de la información de consumo.	Reporte de fallas del medidor y su incidencia en los registros del programa.
	Infraestructura y arquitectura para agrupación de carga compatible con el sistema de la empresa.	Gestión de la carga	Seguimiento del funcionamiento de las cargas intervenidas (HVAC, Iluminación, entre otros). Se puede contemplar la sub-medición como medio de validación y análisis.

Tipo de Requerimiento	Fases del programa Demanda en el Mercado		
	Preparación	Ejecución	Validación y Análisis
Operativos	Especificación de los atributos (Tabla 5): Arquitectura, Período, Activación, Línea base, Monitoreo y verificación.	Establecer la línea base de consumo correspondiente a cada usuario/ grupo de usuario.	Comparativos frente a usuarios similares. Acumulados de ahorro: kWh, \$, CO ₂ .
	Firma de acuerdo con el agregador (Usuarios NR): energéticos disponibles, precios y condiciones de mercado, tiempos y mecanismos para su entrega al cliente, penalizaciones por incumplimiento.	Validación de línea base de consumo vs evento participado.	Liquidación de los eventos realizados.

Se presenta la última subsección sobre los programas RD, la de evaluación. En todo programa de RD es necesario evaluar de forma confiable los impactos y resultados obtenidos en la implementación. En la siguiente grafica se muestra la metodología para realizar el seguimiento y la evaluación.



Se definen los indicadores de desempeño que se deben tener en cuenta para evaluar el desempeño de los programas RD. Los cuales se clasifican en cuatro grupos: i) Técnicos, aquellos que hacen referencia a la operación misma del programa y en específico a la demanda de energía asociada a la implementación de este; ii) Económicos, los cuales hacen referencia, principalmente, a la variación de costos por demanda de electricidad debido a la aplicación de programas RD, iii) Ambientales, los cuales son variables que mediante la síntesis de la información ambiental pretenden reflejar el estado del medio ambiente por aplicación de los programas RD, específicamente pretenden evaluar la emisión de GEI y de otros parámetros como la descarga de efluentes líquidos y sólidos por la operación de las plantas responsables de la generación de electricidad en el país y iv) Sociales, que hacen referencia a los usuarios, y se definen en términos de aquellos que participan de los programas RD, los que han recibido actualización y /o capacitación en torno a los programas y tienen sistemas de generación renovable y almacenamiento, como se muestra en la siguiente tabla.

Grupo	Indicadores
Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> Variación del consumo de energía (total, hora pico, hora valle). Distribución del consumo energía en la organización (por proceso productivo, por uso final). Demanda de energía (total, por sector productivo, tipo usuario). Demanda de Energía per cápita. Energía por fuente generación de energía (%). Indicadores de calidad y continuidad del servicio (DES, FES, SAIDI, SAIFI).
Económicos	Variación Costo por demanda de energía (total, por franja, pico, valle)
Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de emisiones por aplicación del programa RD (por cliente, por empresa, por periodo de tiempo, por sector y/o por región). Cantidad de agua refrigeración descargada. Generación de residuos sólidos.

Grupo	Indicadores
Sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de usuarios en el programa RD (total, por sector, por tipo, etc.). • Distribución de usuarios que han sido objeto de capacitación en torno a mecanismos RD. • Distribución de usuarios con potencial de implementar o que tienen sistemas de generación renovable.

Así mismo, dentro de este ítem se hace el análisis de riesgo y se señalan cuáles son los más relevantes en el momento de implementar los programas de RD.

- **Acceso a la información.** Hace referencia al acceso restringido o la falta de la información para permitir ser partícipe de un programa RD. Esto es particularmente crítico en zonas alejadas con limitaciones en comunicación, pero en general a todos los sectores.
- **Cultura del usuario.** Cambios en los patrones de sociales relacionados con el consumo de energía, arraigados en sectores poblacionales por generaciones.
- **Especulación en los precios de las tecnologías.** Ante la necesidad de requerir tecnologías (por ejemplo, medidores, controles, sensores, entre otros) para aplicar a programas RD y elevar los costos de los dispositivos.
- **Conocimiento específico en tecnología.** Podría ser necesario recibir capacitación específica para la manipulación de los medidores, unidades de generación con renovables, sistemas de almacenamiento, etc.
- **Acceso limitado para consumos especiales.** Por ejemplo, las entidades del sector salud, particularmente aquellas que no tienen plantas centrales de energía y los centros de tecnología de la información, los cuales no podrán reducir o modificar sus patrones de consumo de energía sin poner en riesgo su operación principal.
- **Retrasos en la entrega de los incentivos.** Los requerimientos burocráticos y la disponibilidad de la información para hacer efectivos las transacciones por participación en un programa RD podrían reducir el interés de participación posterior.
- **Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD.** Los usuarios podrían incumplir con los compromisos adquiridos si no se establecen mecanismos efectivos de vigilancia y control.
- **Limitación de los mecanismos regulatorios RD.** No se cuenta con mecanismos RD que habiliten el mercado y el desarrollo de modelos negocios para la participación activa de los usuarios.
- **Bajo desarrollo de tecnología habilitante RD.** No se cuenta con la infraestructura tecnológica y su arquitectura para soportar el funcionamiento de los programas RD (por ejemplo, plataformas para la gestión de los recursos, la medición avanzada, redes de telecomunicaciones, entre otros).

Usuario activo RD

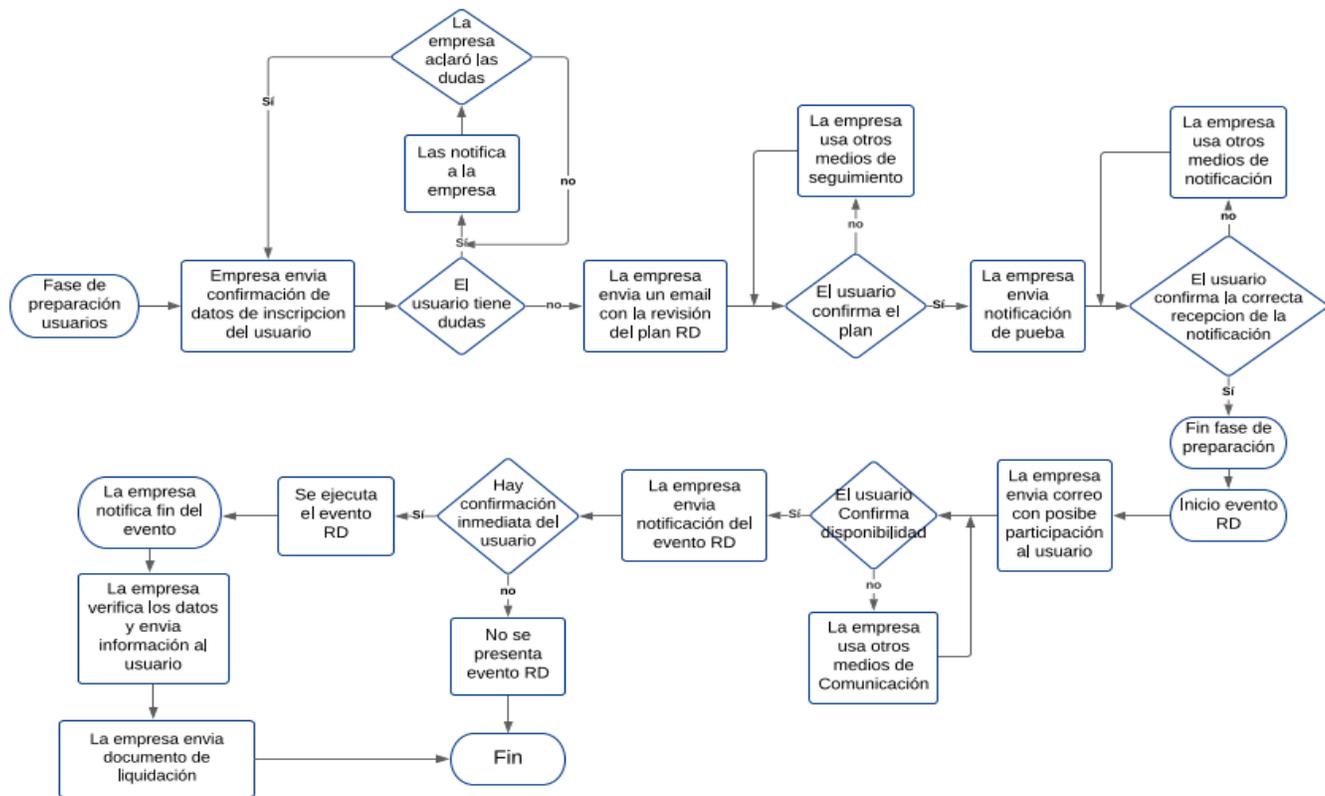
En esta sección, se presenta inicialmente la descripción de las herramientas útiles para la identificación de los usuarios, donde se incluye la descripción de estrategias de comunicación, notificaciones al usuario y los canales de comunicación que pueden ser usados para transferir la información. En la siguiente tabla se presentan las estrategias y las notificaciones.

Estrategias de comunicación	Notificaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de expectativa. • Marketing digital. • Campaña líder seguidor. • Experiencias vivenciales. • Uso de avatar o personajes ficticios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Notificación de inscripción. • Notificación de confirmación del programa RD. • Notificación de prueba. • Notificación de aviso de una posible participación en el evento RD. • Notificación de confirmación de participación • Notificación del evento. • Notificación de desempeño en el evento RD • Notificación de liquidación.

En la tabla a continuación, se presentan los medios a usar para transmitir la información relacionada con elementos de educación y con las notificaciones.

Medios a usar para Información Educativa	Medios a usar para Notificaciones evento RD
<ul style="list-style-type: none"> • Redes sociales • Periódicos • Television • Facturas del servicio de energía 	<ul style="list-style-type: none"> • Llamadas telefónicas • Mensajes de texto • Correo Electrónico • Vía app

De acuerdo a lo anterior, la siguiente figura muestra la manera cómo opera el reporte de notificaciones para el programa de gestión de carga y demanda en el mercado.



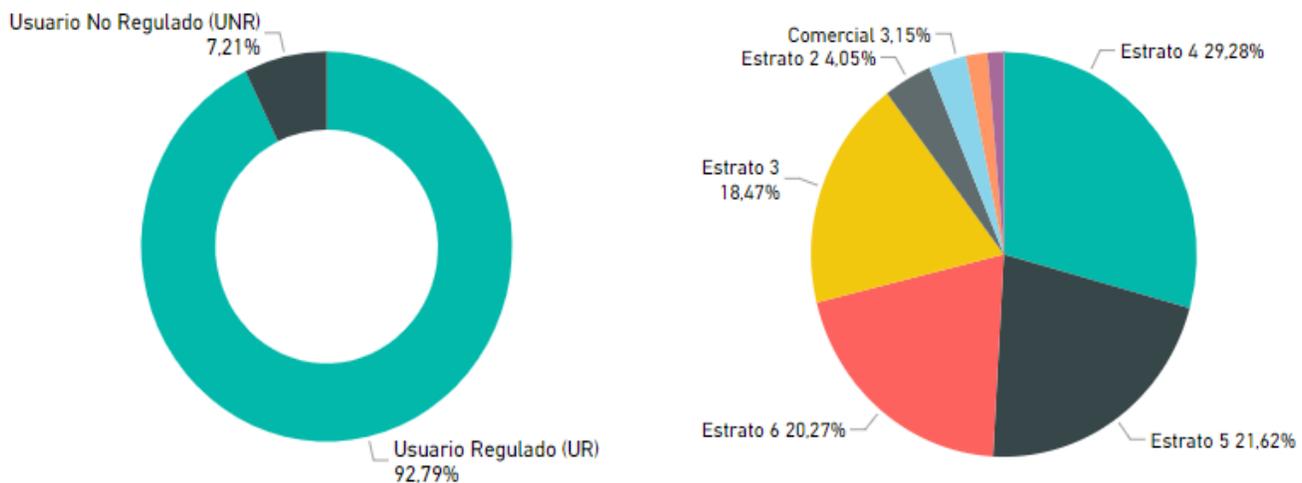
Una segunda subsección, que describe los elementos que deben ser informados al usuario, entre los que están, socializar los habilitadores y los beneficios de los programas RD. Los usuarios podrían no estar familiarizados con la necesidad de reemplazar el medidor tradicional por uno asociado a un sistema de medición avanzada, debido al desconocimiento de diversos factores tecnológicos, beneficios y costos, entre otros. Para lograr el entendimiento y la apropiación de los cambios tecnológicos, se requieren campañas de divulgación de información que deben ejecutarse previo al cambio del medidor y al inicio del programa RD. Debe ser entregada información relacionada con:

- Importancia de la medición avanzada.
- Patrones de consumo.
- Tarifas intradiarias.
- Programa de Respuesta de la Demanda.
- Beneficios de los programas.

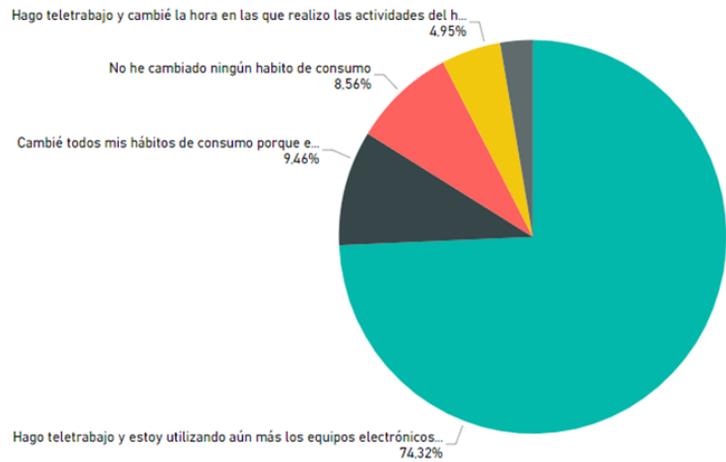
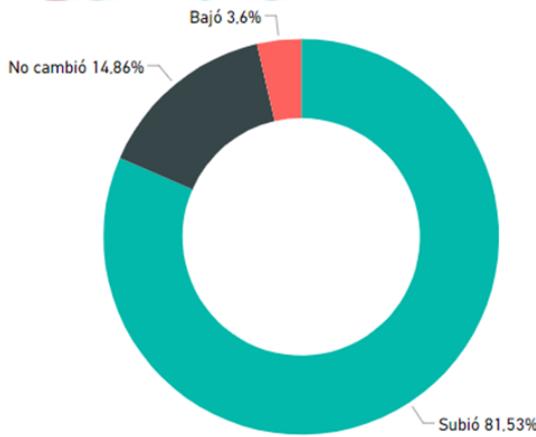
En la tercera subsección, se presenta la descripción y resultados de aplicación de una herramienta que permite identificar las preferencias de los usuarios en temas relacionados con cultura energética y programas RD. El objetivo de la herramienta fue el levantamiento de información sobre la percepción del usuario sobre diferentes acciones que influyen sobre el fomento y uso de programas RD. Se incluyeron aquellas relacionadas con el impacto que ha tenido el aislamiento obligatorio debido a la pandemia por el Covid-19 en el consumo de energía y las diferentes estrategias que consideran, pueden ayudar a la implementación de los programas RD. La herramienta fue aplicada de forma virtual e incluyó 20 preguntas agrupadas en cinco categorías:

- i. **Preguntas de caracterización del usuario.** Estas preguntas buscan establecer ubicación, el tipo de usuario y el estrato socioeconómico.
- ii. **Preguntas sobre el impacto del Covid-19.** Pretenden establecer la percepción que sobre los hábitos de consumo de energía trajo consigo el aislamiento obligatorio.
- iii. **Preguntas sobre etiquetado y Programas RD.** Estas preguntas pretenden establecer el conocimiento que tienen los usuarios sobre la etiqueta de eficiencia de los equipos eléctricos, la definición de los programas RD, y las expectativas que tienen los usuarios al participar en un programa RD.
- iv. **Preguntas estrategias cultura energética e implementación programas RD.** Estas preguntas buscan establecer estrategias que pueden ayudar al consumo eficiente de la energía, a la aceleración de la implementación de los programas RD y al fomento de la participación de los usuarios en este tipo de programas y también identificar la principal barrera para modificar el consumo de energía.
- v. **Preguntas sobre tecnología RD.** Preguntas que buscan identificar el conocimiento acerca de los dispositivos necesarios para la participación de los programas RD y la voluntad de los usuarios para adquirirlos.

Los resultados indicaron como se muestra en la figura que las regiones con mayor participación fue Cundinamarca y Antioquia, y de los usuarios que participaron, los UR fueron quienes más participaron.



La situación de aislamiento mostró un aumento en el consumo de energía en los hogares, debido principalmente al trabajo desde casa y al mayor tiempo de conexión de los dispositivos eléctricos.



De acuerdo con la siguiente tabla, entre los encuestados se presenta conocimiento básico acertado del concepto de un programa de RD.

Encuestado	Que es un programa de respuesta de la demanda
68,47%	Es un programa para recibir beneficios por reducir o desplazar el consumo de la energía eléctrica.
14,41%	Es un programa para controlar la forma en que consumo energía eléctrica.
7,66%	Es un programa para mitigar los problemas de escasez de energía en el país.
3,15%	Es un programa para ahorrar energía.
3,15%	Es un programa para incentivar el desarrollo de las fuentes no convencionales de energía renovables.
3,15%	No sé.

Al igual que acerca de las expectativas de beneficio al hacer parte de un programa RD.

Encuestado	Expectativas de participar en RD
41,89%	Obtener un ahorro significativo sobre el valor de la factura
39,64%	Aportar a la sostenibilidad medioambiental
10,81%	Lograr cualquier ahorro
4,05%	Modernizar la instalación eléctrica
2,25%	Otro, ¿cuál?
1,35%	No tengo expectativas

Concluyendo, acerca de los resultados de esta estrategia se presentan las siguientes observaciones:

- Es clara la función que cumple la etiqueta de eficiencia energética en los electrodomésticos.
- Sobre las expectativas que esperan los usuarios al participar de los programas el reto está en alinearlas y enseñar a los usuarios que no solo se reciben beneficios económicos, si no otro tipo de estímulos que se brindan de acuerdo a los ahorros o desplazamientos de energía.
- La estrategia que puede ayudar a acelerar la implementación de estos mecanismos según los UR, la instauración de las tarifas horarias, mientras que, para los UNR, es la definición de una política pública que establezca un porcentaje obligatorio de participación en los programas RD.
- También en la herramienta de investigación se encontró que la mayoría encuentran como estrategia para fomentar la participación de los usuarios si se les otorga un beneficio de vuelta (descuento en la factura, bonos de compra, entre otros), o si se les proporciona un medidor inteligente, que les permita conocer sus consumos de energía.
- La principal barrera para los UR se encuentra ligada con la disposición del medidor inteligente, mientras que para los UNR es la falta de información o de herramientas para la gestionar el consumo de energía.

Finalmente, la cuarta y última subsección, donde se presenta la descripción general de las tres estrategias de fomento definidas: i) Difusión sectorial, en la cual, el foco es la transformación de la cultura del consumidor de energía eléctrica, en torno a acciones que permitan la reducción y/o desplazamiento de la energía; ii) Aprendizaje vivencial, estrategia orientada a fomentar la participación del usuario en los programas RD mediante la potencialización de las experiencias que el mismo cliente puede tener en contacto con los sistemas de medición avanzada y las aplicaciones desarrolladas para la gestión de la información de consumos energéticos y iii) Potencializar oportunidades, que se basa en la oportunidad de fidelización de los usuarios participantes en los programas RD y la de convocatoria para vincular a nuevos usuarios, haciendo una caracterización de estos últimos y determinando que equipos usan, para llevarles información de los beneficios que están dejando de recibir por no hacer un uso consciente y eficiente de la energía y por no usar los diferentes mecanismos de financiación o incentivos de los programas RD puede proporcionar. A continuación, se muestra un resumen de las actividades, e indicadores para cada estrategia.

Tópico	Estrategia 1 Difusión sectorial	Estrategia 2 Aprendizaje vivencial	Estrategia 3 Potencializar oportunidades
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la segmentación de los usuarios para definir los medios y los mensajes específicos a transmitir en cada grupo. Identificar los aliados estratégicos (empresas oferentes de servicios necesarios para RD). Proporcionar a los usuarios información de acciones para reducir el consumo de energía, tips para desplazar los consumos y las ventajas y beneficios de la gestión consciente y eficiente de la energía. Divulgar información básica acerca de los servicios necesarios para implementar los programas RD y los mecanismos para acceder a ellos. Dar capacitación al usuario en el manejo y obtención de la información proporcionada por estos servicios. Proporcionar información sobre los programas RD: Definición, clasificación, operación (requerimientos y restricciones), las ventajas y beneficios económicos, técnicos y ambientales de la participación en los programas RD. Informar acerca de los beneficios de disponer de recursos DER para potenciar los programas RD y como puede acceder a estos recursos. Seguimiento y evaluación de la estrategia. 	<ul style="list-style-type: none"> Definir el contenido de las campañas de acuerdo a la segmentación de usuarios. Especificar las funcionalidades de las APP de gestión de consumo. Ejecutar la campaña de fomento de uso de información digital. Lanzamiento de los pilotos RD. Cuantificación de las expectativas del Usuario de programas RD. Comunicación y fomento permanente con el usuario. Ejecutar la campaña de crecimiento colectivo. Socializar como empresa los resultados obtenidos. Campaña de divulgación de testimonios de usuarios RD. Seguimiento y evaluación de la estrategia. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una caracterización de usuarios y equipos a través de una LBC y así conocer los clientes potenciales para los programas RD. Realizar la vinculación de nuevos usuarios a los programas RD siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos. Vincular a los usuarios que tengan DER (almacenamiento, AGPE, etc.) en los programas RD. Dar a conocer los beneficios de los programas RD. Enseñar a los usuarios de los programas RD a utilizar los medios de información usados. Dar a conocer el uso de las herramientas existentes para hacer un mejor uso de la energía. Realizar caracterización de los usuarios que tienen recursos DER y de aquellos con potencialidad de tenerlos. Seguimiento y evaluación de la estrategia.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Número y/o Proporción de usuarios por segmento. Número de empresas seleccionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Informe final con el contenido de la campaña. Informe final con las especificaciones de la APP. 	<ul style="list-style-type: none"> Número de líneas base de consumo Estimadas.. Número de clientes potenciales encontrados

Tópico	Estrategia 1 Difusión sectorial	Estrategia 2 Aprendizaje vivencial	Estrategia 3 Potencializar oportunidades
	<ul style="list-style-type: none"> Número de pautas publicadas. Números de usuarios informados. Número de folletos entregados. Reporte con la caracterización segmentada de los usuarios potenciales RD. Reporte con la caracterización de los aliados estratégicos. Cartilla información sobre consumo consciente y eficiente de energía. Cartilla información sobre servicios para implementar RD. Cartilla información básica sobre programas RD. Cartilla información básica sobre recursos DER. Informe de seguimiento y control. 	<ul style="list-style-type: none"> Número de usuarios censados. Número de mensajes emitidos. Número de usuarios informados. Informe de seguimiento y control. 	<ul style="list-style-type: none"> Número de usuarios vinculados a los programas RD. Número de requisitos identificados. Número de usuarios informados. Número de beneficios informados. Número de pautas publicadas. Informe de seguimiento y control.

Es importante mostrar también los actores implicados, resaltando que uno de los actores más importantes son los organismos reguladores y/o de control, los cuales según cada estrategia tiene un papel diferente, En la tabla a continuación se muestran la implicación de los actores en las diferentes estrategias (E=estrategia).

Actores	E1	E2	E3
Usuarios Generales	X	X	
Empresas oferentes de los programas RD	X	X	X
Organismos reguladores y/o de control, planeación	X	X	X
Usuarios programas RD			X

También es importante destacar los mensajes a difundir en cada estrategia, los cuales se muestran a continuación.

#	Mensaje	E1	E2	E3
M1	Mide tu energía, toma control de lo que gastas en casa	x	x	x
M2	Dime que energía reduces o desplazas y te diré que usuario RD puedes ser	x	x	x
M3	¿Sabías que el costo de la energía eléctrica cambia a lo largo del día? Usa esa información para desplazar tus consumos y reducir la factura de servicios públicos. Consume en otro momento, lo veras compensado en tus costos de energía. ¿Sabía que planchar su ropa puede resultar más barato a las 10 am que a las 8 pm?	x	x	x
M4	Genera renovable y factura responsable	x		x
M5	Sí quieres un entorno amigable, participa de un programa RD, por un consumo energético responsable. ¿Quieres ayudar al medio ambiente? Inscribiéndote en los programas RD puedes hacerlo.	x		
M6	¿Sabes que es un programa RD? Comunícate con tu empresa de servicios públicos, puedes recibir beneficios por implementarlo en tu casa o empresa	x	x	x
M7	¿Sabías que consumir energía conscientemente puede traerte beneficios en la factura? Pregunta a tu prestador de servicios públicos como puedes acceder. ¡Cuando un uso eficiente de la energía quieres lograr, un programa RD debes implementar!	x	x	x
M8	Los programas RD te permiten recibir beneficios e incentivos. ¡Inscríbete y conócelos!	x	x	x
M9	¿Sabías que desde tu celular puedes participar en los programas RD? Inscríbete y conoce sus beneficios	x	x	x

#	Mensaje	E1	E2	E3
M10	¿Sabes qué son los programas de respuesta de la demanda? Ingresamos a nuestra página web y te contamos	x	x	x
M11	¿Haces un consumo eficiente de la energía? Con los programas RD puedes aprender a hacerlo. ¡Ven y conócelos!	x	x	
M12	AMI no es un gasto más, es un costo menos en tu factura de servicios públicos.	x		
M13	¡Te presentamos los medidores inteligentes! Aprende a utilizarlos para que hagas un mejor uso de la energía	x	x	
M14	Si tienes un medidor inteligente, puedes participar de los programas RD. ¡Inscribirse es muy fácil!	x	x	
M15	¿Sabes que gracias a su medidor avanzado ahora puede consultar sus consumos diarios de energía? Lo invitamos a conocer toda la información que su medidor tiene para Usted.	x	x	
M16	¿Tienes sistemas de almacenamiento de energía eléctrica? Participa en un programa RD para que le saques el máximo provecho	x	x	
M17	¿Tienes un sistema de autogeneración renovable a pequeña escala? Los programas RD son para ti, ¡inscríbete!	x	x	
M18	¿Le gustaría saber cuánto vale la energía que consumió la semana anterior? ahora puede hacerlo a través de su App		x	
M19	¿Conoce las emisiones de GEI asociadas a su consumo energético de ayer?, consúltelo ahora en su celular		x	
M20	Ya no tiene que esperar un mes para conocer el precio de su energía eléctrica, consúltelo ahora mismo en su celular		x	
M21	¿Aburrido de que nadie en la familia ayude a ahorrar energía? ¡Ahora puede conocer sus consumos para cada hora del día y encontrar a los responsables!		x	
M22	La energía que consume ahora tiene precios diferentes por franjas horarias, averigua cuál es la del mejor precio para Usted		x	
M23	Yo participé en el Programa RD y el mes pasado ahorré x dinero en mi factura		x	
M24	Nuestros clientes residenciales de Bogotá ahorraron x kWh en las franjas de mayor consumo		x	
M25	Gracias a la participación de los vecinos de la Torre x se dejaron de emitir x GEI. Gracias al compromiso de nuestros clientes, dejamos de emitir x GEI para beneficiar al planeta. Con la información de mi APP, ayudé a reducir las emisiones de GEI en x durante una semana.		x	
M26	Esta semana ha ahorrado x suma de dinero en sus consumos. Comparado con el lunes anterior, desplazó x kWh, lo que equivale a x\$\$		x	

En cuanto a los riesgos de las tres estrategias planteadas, en la siguiente tabla, se puede observar que los riesgos de mayor incidencia son el acceso a la información y que existan pocas empresas oferentes de programas RD y el riesgo que menos influencia tiene en el desarrollo de las estrategias es la especulación de los precios de las diferentes tecnologías para la implementación de los programas RD.

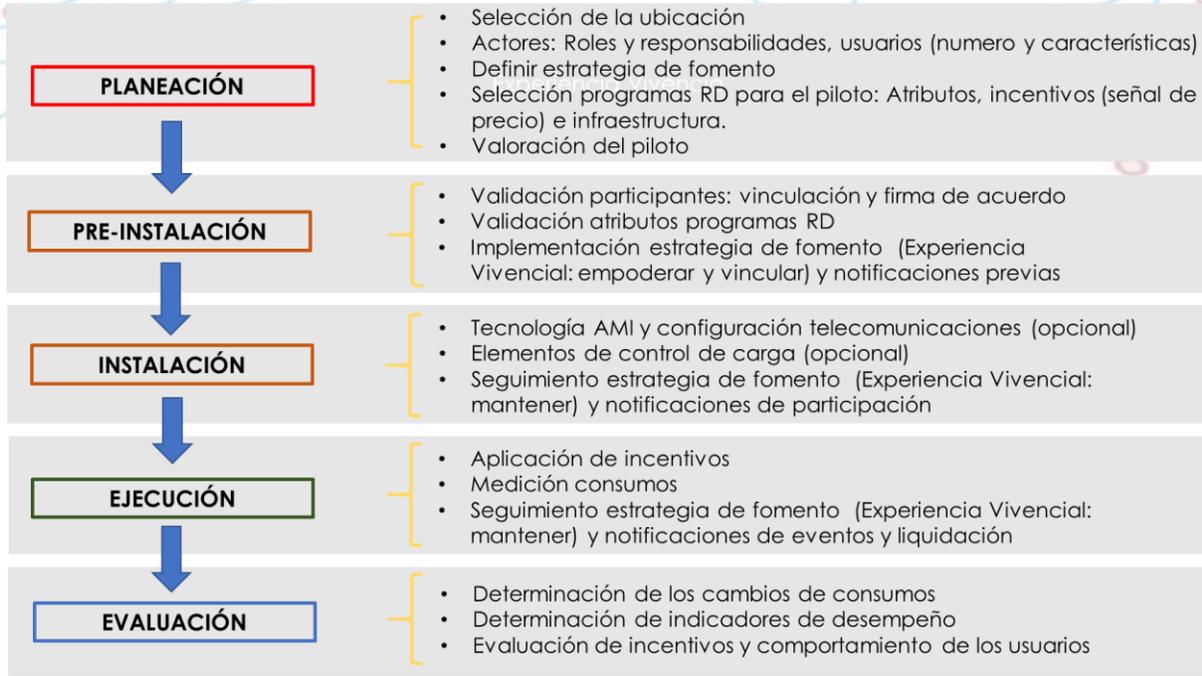
Riesgo/Actividad	Acciones de mitigación	Est 1	Est 2	Est 3	Consolidado
Bajo acceso a la información	Establecer mecanismos que permitan el acceso continuo a los datos, por ejemplo: facilitar las conexiones a internet, en caso de las ZNI tener acceso a red de datos vía celular, e informar a los usuarios de manera periódica los medios de acceso (carteles, mensajes de texto, facturas, etc.).	5,0	3,9	4,0	4,3
Baja apropiación de cultura energética del usuario	Segmentar a los usuarios, con el fin de establecer las herramientas apropiadas de información, y realizar seguimiento a la aplicación de las estrategias de fomento.	2,9	2,4	2,3	2,5
Especulación de precios en las tecnologías	Realizar procesos de licitación abierta, hacer estudios de mercado (monitoreo de precios), establecer mecanismos de denuncias y reclamos ante irregularidades.	1,0	1,0	1,0	1,0

Riesgo/Actividad	Acciones de mitigación	Est 1	Est 2	Est 3	Consolidado
Bajo conocimiento específico de la tecnología	Realizar capacitaciones en cada una de las fases del proyecto, y hacer actividades de retroalimentación.	2,1	2,7	2,5	2,4
Desconocimiento de los procesos productivos que pueden participar en los programas RD, generando baja participación de empresas y entidades (consumidores)	Realizar capacitaciones sobre los procesos que pueden participar en los programas RD, mostrar beneficios focalizados por tipo de entidad al participar en un programa RD.	1,0	1,6	3,6	2,1
Retrasos en la entrega y problemas en el canje de los incentivos	Hacer seguimiento y auditorias (actividades de control) a los procesos de asignación y canje de los incentivos.	1,0	2,6	1,6	1,7
Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD	Socializar las causas del incumplimiento a través de las capacitaciones, hacer acompañamiento continuo, y realizar jornadas de retroalimentación entre usuarios y empresas de programas RD.	1,0	2,6	2,9	2,2
Bajo poder de convocatoria de nuevos usuarios (inexistencia de nuevos usuarios)	Convocar aquellos nuevos usuarios del sistema, y enseñar los beneficios de participar de un programa RD.	1,0	2,2	3,0	2,1
Pocas empresas oferentes de programas RD	Establecer mecanismos regulatorios que sean lo suficientemente amplios para que haya más empresas oferentes de programas RD.	4,0	1,8	4,0	3,3
Inexistencia de mecanismos regulatorios para aplicar programas RD	Emular por medio de incentivos tangibles o monetizables para los usuarios (programas de puntos, bonos, o dinero).	1,4	1,5	3,3	2,1
Limitación o ausencia de recursos tecnológicos (medidores inteligentes, acceso a TICs) para la implementación de los programas RD	Proporcionar mecanismos de financiación para estos elementos, socializar fondos o entidades que financien este tipo de proyectos.	1,4	1,7	3,6	2,3

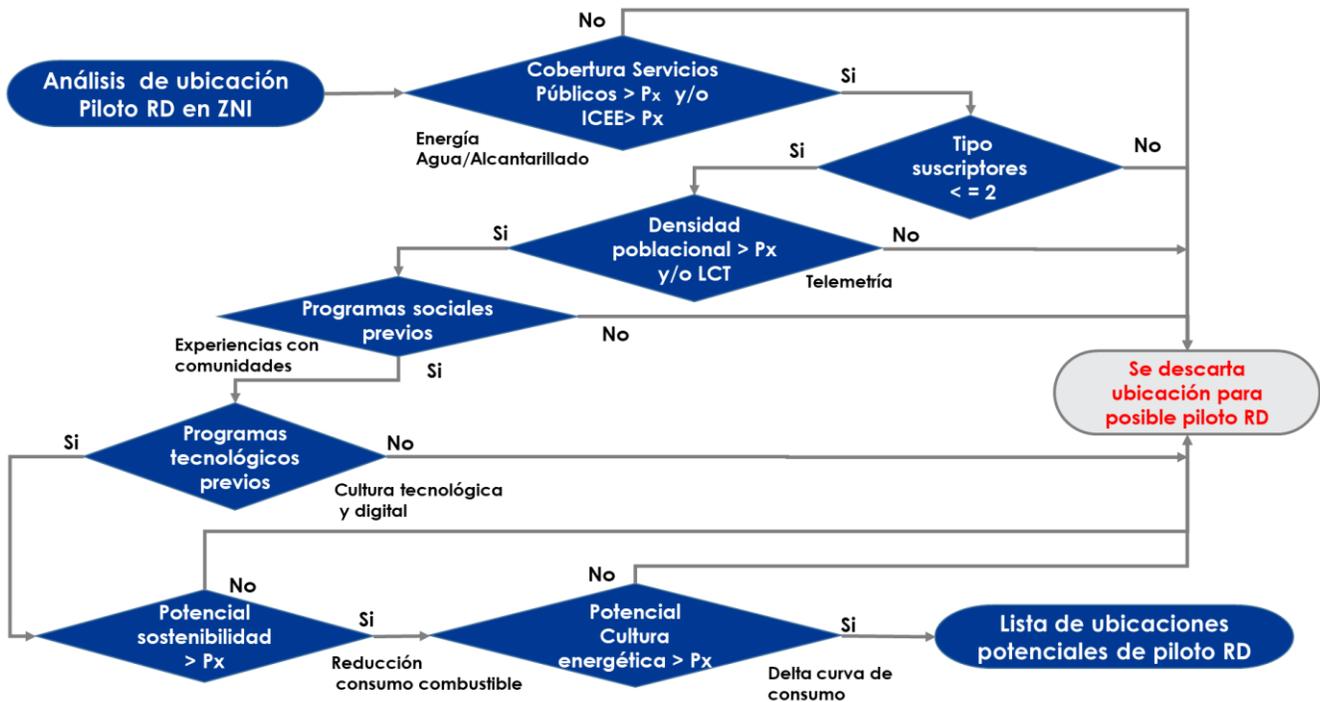
Pilotos de programa RD

La implementación de los pilotos de programas RD, permitirá probar la validez de los supuestos considerados en el diseño de los programas, identificar los componentes de aciertos y desaciertos para intervenirlos, ensayar la eficacia y pertinencia de los instrumentos, metodología y protocolos diseñados para los programas e identificar las variables de interés y como medirlas convenientemente. En el documento se consideraron dos tipos de pilotos RD: Uno para las zonas ubicadas en el Sistema Interconectado Nacional y otro para las ubicadas en las Zonas no Interconectadas. Esta diferenciación principal se hace teniendo en cuenta que el suministro de energía eléctrica en cada uno de estos casos difiere en las características del sistema eléctrico, costos e impactos ambientales; lo que influye en la metodología de evaluación y seguimiento.

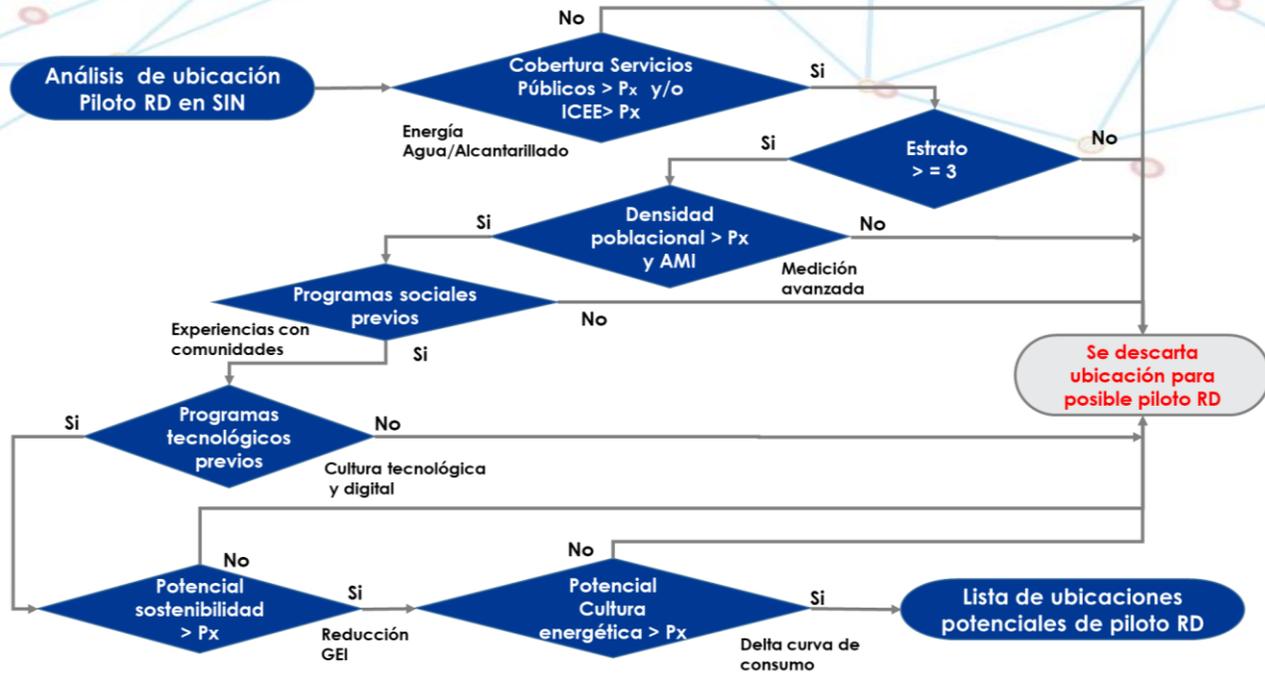
Se presenta una guía para el diseño de pilotos, que puede ser usada por las empresas oferentes de los programas RD, independiente del tipo de conexión de la red eléctrica, ya que se tuvieron en cuenta tanto al sistema interconectado nacional (SIN) como las zonas no interconectadas (ZNI). Para el diseño del piloto, se definen cinco etapas (que se muestran en la siguiente figura): i) Planeación, ii) Preinstalación, iii) Instalación, iv) Ejecución y v) Evaluación.



Posteriormente, se describen cada una de las fases y las diferentes actividades que permiten ejecutar el piloto de programa RD. Entre todas esas actividades, se presentan las correspondientes para el diseño y la implementación del piloto RD, iniciando por el levantamiento de la información, análisis de ubicación, la valoración, y el análisis del piloto RD, para las zonas SIN y ZNI. En la siguiente tabla se muestra el diagrama de flujo para la determinación de la ubicación de un piloto en el SIN.



Y en la siguiente, el correspondiente para el análisis de ubicación del piloto para el ZNI.



Como resultado de este análisis, en esta sección se muestra el diseño de piloto RD en tres zonas, para la ZNI, la ubicación seleccionada es en el departamento de Vichada y para la el SIN estarán ubicados en los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca.



Para ambos pilotos el programa RD se considera que el nivel de respuesta de la demanda está dado por una señal de precio o incentivo que modifique el consumo de energía eléctrica, desplazamiento y reducción. En la siguiente tabla se muestran los atributos para la aplicación de los programas en ambos pilotos.

Atributo	Características Programa tarifa intradiaria ZNI	Características Programa tarifa intradiaria SIN	Características Programa Gestión de carga SIN
Objetivo del programa	<ul style="list-style-type: none"> Desplazar patrones de consumo a horas del día en las que resulta menos costosa la operación. Mitigar emisiones GEI. Suavizar el pico de la demanda/Gestionar restricciones de la red. 		<ul style="list-style-type: none"> Mitigar emisiones GEI. Suavizar el pico de la demanda/Gestionar restricciones de la red. Gestión de la congestión de la red.

Atributo	Características Programa tarifa intradiaria ZNI	Características Programa tarifa intradiaria SIN	Características Programa Gestión de carga SIN
Descripción del programa	El programa de tarifas intradiarias utiliza los principios de las tarifas de tiempo de uso, en las cuales el usuario recibe un incentivo vía tarifa para cambiar el uso de la energía, trasladando el consumo de periodos pico en los que se ofrece un precio alto a horas no pico con menor precio. Si las tarifas intradiarias aún no están reglamentadas se pueden buscar otros incentivos para el usuario.		Con este mecanismo el usuario acepta desconectar o reducir cierta cantidad de carga cuando el sistema lo requiera, a cambio este recibe un incentivo.
Incentivos del programa	Tarifas diferenciadas para dos franjas de acuerdo con el perfil de consumo para Puerto Carreño. Como sistema para emular los beneficios recibidos por el usuario se define un sistema de puntos que incluye puntos por desplazamiento + puntos por reducción, así: <ul style="list-style-type: none"> • 1 punto por cada kWh desplazado y/o reducido • Cada punto tiene un valor de 10 pesos 	Tarifas diferenciadas para dos franjas de acuerdo con el perfil de consumo. Como sistema para emular los beneficios recibidos por el usuario se define un sistema de puntos así: <ul style="list-style-type: none"> • 1 punto por cada kWh desplazado y/o reducido • Cada punto tiene un valor de 10 pesos. 	Los incentivos pueden ser varios: Descuentos en la factura, devolución del dinero, o bonos de mitigación de CO2, entre otros, o según sea el acuerdo en el contrato.
Diseño de tarifas	<ul style="list-style-type: none"> • Tarifas promedio para el mes de octubre de 2020 por kWh. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarifas promedio para el mes de octubre de 2020 por kWh¹. 	Esquema tarifario horario o franjas (se sugiere emulación de tarifas diferenciadas por sistema de puntos y beneficios para el usuario).
Mercado	Residencial (alta aplicabilidad), Oficial (mediana aplicabilidad) y Comercial (baja aplicabilidad). La aplicabilidad hace referencia al número de usuarios.	Todos los tipos de usuarios.	
Prerrequisitos participación	Medidor de energía que registre los consumos en el periodo que corresponda al diseño de las tarifas.		El usuario puede tener un medidor avanzado que permita la desconexión remota de las cargas o también puede tener un actuador que tenga la misma función.
Tiempo del programa (franja)	El tiempo no está asociado a alguna condición estacional o del año.		El evento puede abarcar todo el año, especialmente donde se presenten los mayores consumos de energía o emergencias en el sistema.
Restricciones de los eventos	Las restricciones las pone el usuario, según el nivel de comodidad en el hogar o actividad que esté dispuesto a modificar.		Los usuarios pueden participar todos los días del año y las restricciones de participación están asociadas a su decisión de disminución de nivel de confort o de flexibilidad de cargas,
Duración del evento	El usuario decide la duración del consumo. La duración está acotada al periodo de tiempo de cada franja (máximo dos franjas). En general, una franja para el pico de la demanda, y una franja para consumos bajos.		En general, el evento ocurre en los momentos donde se dé el mayor consumo de energía de acuerdo al perfil.
Notificación - Arquitectura	Reporte de los precios y franjas para el uso del programa (se recomienda proceso de inscripción y periodo de prueba). Programa de incentivos equivalente por emulación de tarifa diferenciada.		La notificación del evento se debe hacer antes de que este ocurra.

¹ <https://www.xm.com.co/Paginas/Mercado-de-energia/precio-promedio-y-energia-transada.aspx>

Atributo	Características Programa tarifa intradiaria ZNI	Características Programa tarifa intradiaria SIN	Características Programa Gestión de carga SIN
Comportamiento esperado	Los usuarios al conocer las tarifas intradiarias y los incentivos de emulación correspondientes del programa trasladarán sus consumos a las horas que les brinde un mayor beneficio.		Los usuarios no están obligados a participar de los eventos, pero estos se verán interrumpidos si los usuarios deciden modificar las cargas desconectadas por sí mismos. Si hay un contrato de por medio se especificaría la cantidad de eventos en los que no participaría, por ende, el resto si serían de obligatoria participación (sujeto a penalizaciones).
Disponibilidad	No se requiere reportar disponibilidad.		Reporte de disponibilidad por el usuario (la disponibilidad se pacta entre el usuario y el responsable del programa - comercializador/agregador de demanda, así como las condiciones o actividades para mantener el buen estado de los equipos).
Recursos	Climatización, refrigeración, Cocción, Iluminación.	Climatización, Cocción, ventilación, refrigeración, Iluminación, uso de electrodomésticos, Almacenamiento.	Climatización, Enfriamiento, Iluminación, Almacenamiento.
Periodo	2 periodos (pico y valle).		Según condiciones de operación del sistema o emisiones (se considera su impacto en hora pico).
Activación del funcionamiento o programa	Se activa con definición del método de entrega de beneficios por participación en el RD y la expedición de resolución por parte de la empresa de servicios públicos de Vichada.	Se activa con definición del método de entrega de beneficios por participación en el RD y la expedición de resolución por parte de la empresa de servicios públicos	La activación del programa es determinada por el tipo de servicio que este prestando el programa de respuesta de la demanda y el acuerdo bilateral construido para tal fin.
Línea base	No se requiere línea base para las franjas tarifarias y acceder a los beneficios.		Comportamiento esperado del consumo si no se materializa ningún evento de gestión de carga.
Monitoreo y verificación	Se requiere monitoreo y verificación para acceder a los incentivos. Se realiza monitoreo para el seguimiento y evaluación del aporte del programa RD.		Comparación con la línea base de consumo para acceder a los incentivos
Requerimiento tecnológico	Medidor avanzado (registro de datos) y web (versión escritorio y móvil), cartelera informativa. No es indispensable automatizar equipos para hacer el cambio de comportamiento del consumo (acciones manuales).		<ul style="list-style-type: none"> • Medidor avanzado y sistema de información para acceder a los datos (precios y capacidades que permitan dar señales para ofertar y participar). • Dependiendo del tipo de usuario, se podría implementar control directo

Para la valoración del piloto RD se consideró un análisis de los potenciales beneficios, así como los costos estimados de desarrollar el piloto RD, ambos con el objetivo de cuantificar cada factor que pueda impactar la ejecución de este. De acuerdo al análisis de las zonas, se propone que los pilotos se desarrollen en los siguientes lugares: Bogotá (Zona 1), Palmira y sus alrededores (Zona 2) y Puerto Carreño (Zona 3).

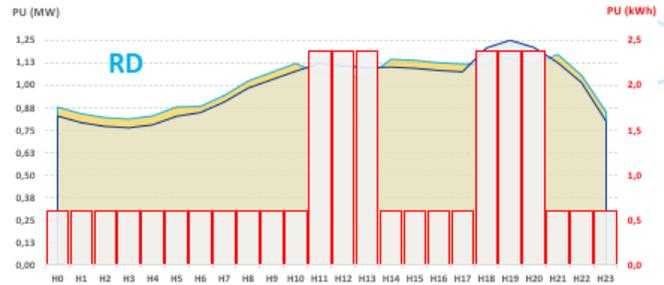
La valoración de los pilotos se realizó teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Ante la ausencia de mecanismos tarifarios, la valoración de los beneficios considera valores “equivalentes” que emulan una tarifa o precio por hora/franja, y número de “participaciones o eventos” que reflejan una reducción o desplazamiento a nivel horario.
- El análisis del consumo de la energía se realiza con base en información pública disponible.
- El diseño del piloto considera referencialmente al conjunto de usuarios con medición avanzada o bidireccional a nivel horario (esto con el objetivo de no incluir el costo de adquisición e implementación del medidor).
- Solo se considerarán aquellos beneficios que podrían evaluarse dentro la ejecución de un piloto de 6 meses (por ejemplo, evaluación de inversiones de infraestructura que impliquen un proceso mayor a 6 meses o con señales de mediano a largo plazo).
- El diseño del piloto tiene como objetivo establecer el orden de magnitud de potenciales beneficios y costos para estimar los requerimientos de financiación del piloto y evaluar las variables consideradas.

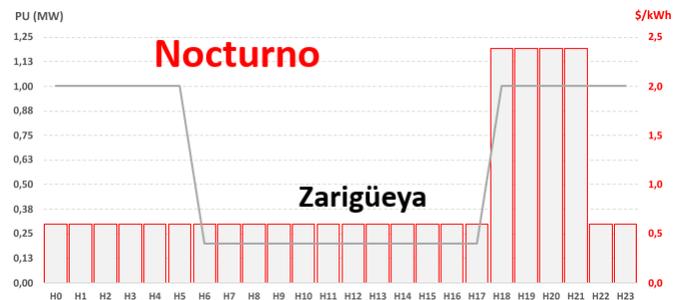
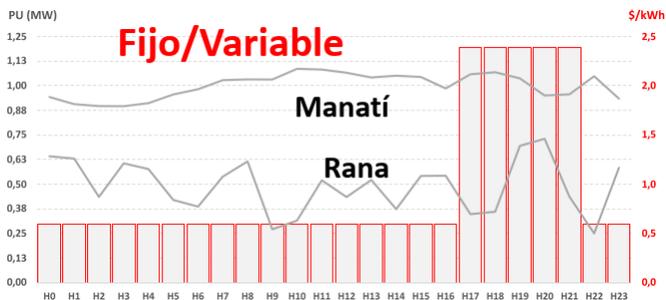
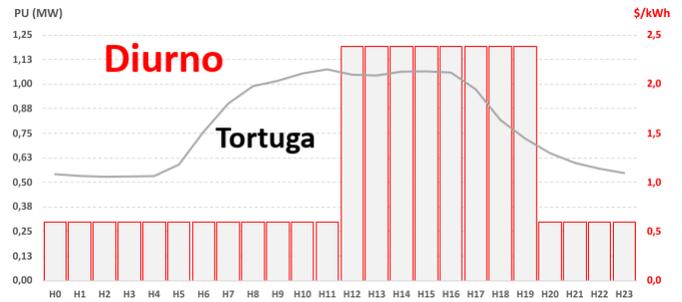
Para la modelación de los pilotos se consideran las características de la zona y del consumo base de los usuarios, también se requiere definir las características y supuestos del piloto, a continuación, se muestran las actividades de los tópicos descritos anteriormente.

Tópico	Actividades
Características de la zona	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización de usuarios por tipos • Caracterización de medidores por usuario tipo • Priorización de usuarios (N: tamaño de la población o universo) • Definición de usuarios potenciales del programa RD
Caracterización del consumo base	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar la energía promedio kWh-mes por tipo de usuario y días (horario si está disponible) • Identificar la tarifa base de consumo por tipo de usuario y mes • Identificar los costos operativos del sistema por mes y hora (costo de generación o costo de contratos)
Características del piloto	<ul style="list-style-type: none"> • Definir usuarios, disponibilidad de medidores y definir potencial de participantes • Número de meses para la ejecución del piloto • Número de días por día tipo y mes, Tipos: 1) L-V, 2) S, y 3) D-F-Especiales
Supuestos del piloto	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo promedio (usuarios tipo, día tipo-% de variación de los días tipo, mes) • Número de participantes RD (usuarios tipo, mes) • Valores tarifa base y franjas (tipo de usuario, mes) • Valores costos operativos (mes, hora, día tipo) • Asignación de la franja (hora, tipo de usuario y día tipo) • Subsidios, valor punto por tipo de usuario, número de puntos por kWh reducido/desplazado) • Factores impacto del programa RD (SAIDI, SAIFI, reducción pico demanda, pérdidas, mitigación GEI y combustible) • Curva típica de consumo (usuario tipo, hora, día tipo) • Curva ΔRD de consumo (usuario tipo, hora, día tipo) / (+) Reducción (-) Aumento

Para la modelación de un piloto, es importante considerar que el diseño se podría realizar con base en curvas agregadas de información disponible, así como las señales de precio actuales. Por ejemplo, en la curva de la izquierda se muestra el comportamiento base que está agregado (es decir; incluye todos los usuarios) en este escenario las tarifas son planas; y en la figura de la derecha se puede observar la implementación de los programas RD y como sería el comportamiento del consumo con el uso de las tarifas intradiarias para una demanda agregada.



Sin embargo, es importante resaltar que la participación en los programa RD requiere de una acción individual y en especial para lograr una asignación eficiente de los incentivos; por lo tanto, se requiere establecer comportamientos horarios y específicos para cada tipo de usuario, por ejemplo en la siguiente figura se observan 4 tipos de usuarios: El primero de ellos es el usuario residencial, el cual tiene un comportamiento denominado oso perezoso, pues su consumo presenta variaciones una o dos veces al día; el segundo tipo de usuario se denomina tortuga, el cual tiene un consumo asociado a las actividades laborales diurnas, este tipo de usuario puede ser comercial o industrial; el tercer tipo de usuario denominado manatí tiene un consumo que no presenta variaciones representativas durante el día; en esta misma grafica se encuentra el usuario tipo rana que presenta un consumo sin un patrón definido y que no está relacionado con las horas del día, y finalmente está el usuario tipo zarigüeya, el cual que presenta consumos principalmente nocturnos. De esta manera, la definición de una señal de precio o incentivo deberá estar alineado con el comportamiento del consumo y para cada uno de estos se deberá establecer la franja en la que se requiere establecer una señal de precio o incentivo para lograr un cambio en el comportamiento del consumo o "evento" según el tipo de aplicación al cual este dirigido el programa RD.

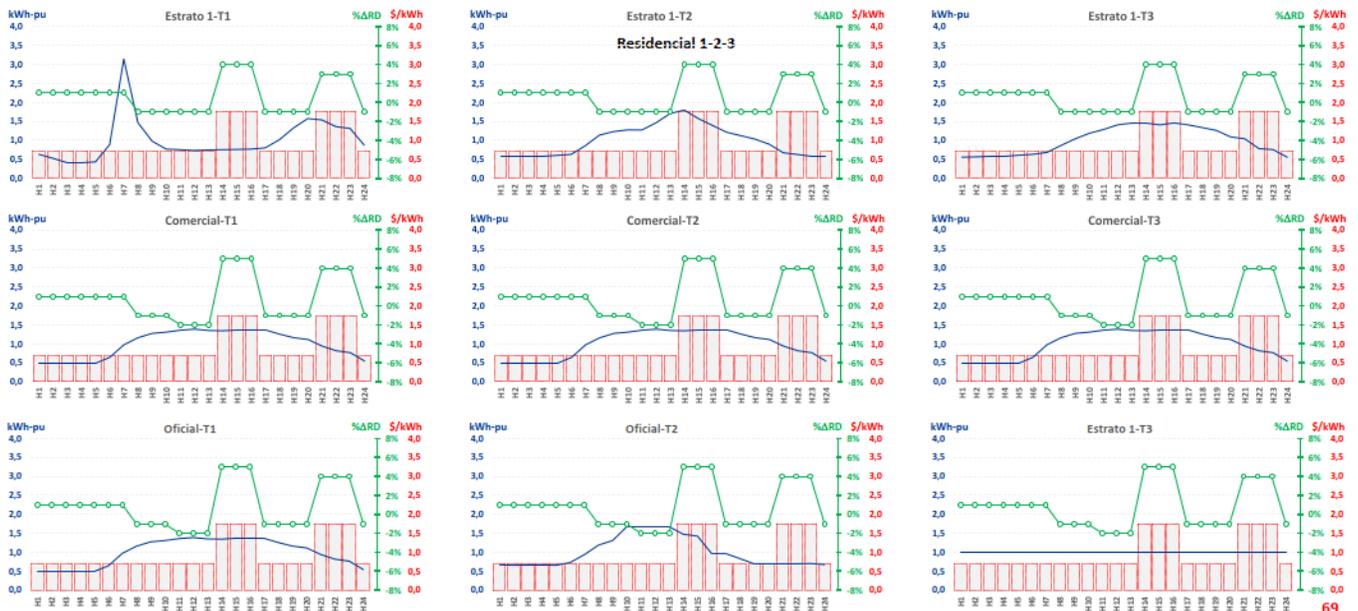


De acuerdo con lo descrito anteriormente, se requiere establecer criterios para modelar el potencial RD (desplazamiento / reducción) como los siguientes:

- Las franjas pico se asignan en función de las horas de mayor consumo y también teniendo en cuenta el pico del perfil de consumo nacional.

- Se requiere realizar sensibilidades respecto a la relación de tarifas franja pico-valle.
- Las agrupaciones de tipos de días deben relacionarse con los perfiles de consumo asociados, formas de perfiles similares permiten agrupar los días correspondientes.
- El delta RD debe considerar aspectos del entorno como el clima, la ubicación rural o urbana y la actividad principal del cliente. Estos factores influyen en la flexibilidad del consumo.
- La capacidad de desplazamiento y reducción de consumo varía en cada franja horaria para cada tipo de usuario.
- La respuesta del cliente frente a la variación tarifaria no es inmediata y la gradualidad de cambio depende principalmente de su actividad principal o productiva.
- El potencial de variación de consumo está directamente relacionado con el nivel de potencia consumida en cada franja y su flexibilidad en cada franja.

En ese sentido, para la simulación del análisis del piloto se obtienen curvas referenciales que están definidas por el nivel de consumo a nivel horaria (línea azul), la franja horaria (barras de color rojo/gris) y la respuesta de la demanda (línea verde, un valor positivo (+) significa una reducción de consumo y un valor negativo (-) significa un aumento del consumo respecto al caso base, ya sea por cambio de comportamiento o desplazamiento del consumo). En la siguiente figura se puede observar las características por tipo de usuario y por tipo de día. La primera columna de la gráfica muestra las curvas referenciales para los usuarios residenciales, comerciales y oficiales para los días tipo 1 (T1: lunes a viernes), de igual manera en la segunda columna se ilustra la conducta de consumo para los mismos usuarios en los días tipo 2 (T2: sábados) y la tercera columna muestra el comportamiento para los días tipo 3 (T3: Domingos, festivos y especiales).



Es importante para la modelación del piloto RD considerar que para cada tipo de usuario se tiene en cuenta un tipo de RD (Residenciales o comercial pequeño: precio franja, industrial o comercio grande: control de carga que considera precio y porcentaje de RD), además en los Delta RD, los valores positivos representan una respuesta favorable del cliente, es decir; una disminución en el consumo. Los valores negativos de delta RD se asocian a aumentos en el consumo durante esa hora y por último se tiene en cuenta que los usuarios no responden de manera inmediata al cambio de tarifa, sino que lo hacen de manera escalonada.

En la siguiente tabla se identifican los criterios considerados para la modelación RD en los usuarios y en las franjas.

RD en Usuarios	RD en horas/precios → franjas
<ul style="list-style-type: none"> • La participación RD tiene un máximo por hora ($\leq 7\%$) y un máximo por día (% reducción global por tipo de usuario). • Para los estratos 1 al 3 se consideran los mismos delta RD, los estratos 4 al 6 también tienen los mismos delta RD entre sí, pero con mayores aumentos y disminuciones que los estratos bajos. • En la noche, todos los usuarios residenciales reducen 2% de consumo por desconectar equipos sin uso. • Es posible que los clientes desplacen sus consumos de las horas pico de los días T1 hacia las franjas valles de los días T2 o T3. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cada franja implica un cambio (reducción/desplazamiento) en el consumo (su variación es función del tipo de usuario y tipo de día). • Se considera una relación entre el precio (tarifa) base y el valor de las franjas (por ejemplo: el precio valle $\geq 60\%$ de la tarifa base y el precio pico es $\geq 2,5$ el precio valle). • Las franjas de tarifas intradiarias se establecen teniendo en cuenta cada perfil de consumo y el pico de la curva de demanda nacional (Entre las 18 y las 20 horas).

Para la valoración del piloto, se propone beneficios a nivel técnico, económico/financiero y ambientales que se muestran en la siguiente tabla. Se debe tener en cuenta que los beneficios que están marcados con color gris no se tendrán en cuenta bajo el supuesto que su materialización podría no darse durante la ejecución o por la magnitud del impacto del piloto, y como tal no podrían ser contrastados en la fase de evaluación del piloto.

Tipo	Beneficio	Piloto
Técnico	Disminución en la duración de las interrupciones	Base
	Disminución en el número de interrupciones	Base
	Disminución del consumo en horas pico	Base
	Disminución de las pérdidas de energía	Base
Económico - Financiero	Pago de incentivos -Reducción-	Base
	Pago de incentivos -Desplazamiento-	Base
	Disminución de subsidios -Reducción y desplazamiento-	Base
	Ahorro en la factura -Gastos evitados-	Base
	Disminución de costos operativos del sistema	Base
	Disminución inversiones de infraestructura	Opcional
	Disminución costo atención servicio (digitalización)	Opcional
Disminución costo actividades comerciales (digitalización)	Opcional	
Ambiental	Mitigación de emisiones GEI	Base
	Disminución consumo de combustible	Base
	Mitigación de emisiones GEI - actividades conexas	Opcional
TOTAL BENEFICIOS		

Por otro lado para los costos que se muestran en la siguiente tabla, solo se consideran aquellos relacionados con: adecuación instalación - equipos programa RD, equipos de telecomunicación y plan de datos para el acceso a la información, plataforma para habilitar al usuario el acceso a la información -escritorio/móvil-, adecuación y certificación equipos -AMI u otros, el equipo de gestión del programa RD -Equipo RD, el plan de comunicación y capacitación para la fase de convocatoria e inicio del piloto, el plan de seguimiento durante la ejecución del piloto, y la cuantificación de incentivos diseñados para el piloto. Para cada costo se considera si es del tipo de inversión o de Administración, Operación, y Mantenimiento (AOM), cabe resaltar que algunos de estos costos podrían ser asumidos por el participante del piloto y otros por el gestor del programa RD.

Rol	Ítem	Piloto	Valor Piloto - \$COP	
			Inversión	AOM
Participante RD	Formación	Opcional		
	Adecuación instalación - equipos programa RD	Base		
	Equipo de generación	Opcional		
	Equipo de almacenamiento	Opcional		
	Electrodomésticos/Iluminación	Opcional		
	Otros	Opcional		
Gestor RD	Medidores avanzados -postpago o prepago-	Opcional		
	Equipos de telecomunicación y plan de datos	Opcional		
	Equipos de visualización	Opcional		
	Plataforma de información -escritorio/móvil-	Base		
	Adecuación y certificación equipos -AMI u otros-	Base		
	Gestión programa RD - Equipo RD	Base		
	Plan de comunicación y capacitación	Base		
	Plan de seguimiento	Base		
	Incentivos	Base		
	Otros	Opcional		
Subtotal programa RD				
Costo programa RD				

Basados en las dos tablas anteriores, se muestra una comparación de los beneficios para el piloto RD implementado en las tres zonas (Z), es importante resaltar que esta comparación no busca mostrar cual piloto presenta más beneficios, lo que se pretende es ilustrar al lector sobre los valores que debe tener en cuenta cuando se realiza este tipo de análisis.

Tipo	Beneficio	Piloto	Beneficiarios #			Valoración \$COP			Unid.	Beneficio		
			Z1	Z2	Z3	Z1	Z2	Z3		Z1	Z2	Z3
Técnico	Disminución en la duración de las interrupciones	Base	2.661	2.079	1.000	\$ 2.672.708	\$ 1.979.873	\$1.357.800	min-año	40,5	38,4	54,8
	Disminución en el número de interrupciones	Base	2.661	2.079	1.000	\$ 2.672.708	\$ 1.979.873	\$1.357.800	Veces-año	0,9	2,5	0,5
	Disminución del consumo en horas pico	Base	1	1	1	\$ 98.877.734	\$55.429.138	\$10.939.380	kWh	98.673	64.587	11.520
	Disminución de las pérdidas de energía	Base	1	1	1	\$ 522.918	\$ 349.479	\$ 39.656	kWh	11.229	7.354	852
Económico - Financiero	Pago de incentivos -Reducción-	Base	1	1	1	\$ 1.588.116	\$ 951.347	\$ 144.136	kWh	158.812	95.135	14.414
	Pago de incentivos -Desplazamiento-	Base	1	1	1	\$ 201.864	\$ 97.184	\$ 58.983	kWh	20.186	9.718	5.898
	Disminución de subsidios -Reducción y desplazamiento-	Base	2.661	2.079	1.000	-\$ 7.103.924	\$11.908.292	\$18.901.419	kWh	7.581	5.470	2.378
	Ahorro en la factura -Gastos evitados-	Base	1	1	1	\$215.096.947	\$258.237.529	\$67.694.147	kWh	138.625	85.416	8.515
	Disminución de costos operativos del sistema	Base	1	1	1	\$ 24.499.079	\$15.678.557	\$3.953.803	kWh	138.625	85.416	8.515
	Disminución inversiones de infraestructura	Opc.	-	-	-	-	-	\$122.400.000	kW	-	-	-
	Disminución costo atención servicio (digitalización)	Opc.	-	-	-	-	-	-	kWh	-	-	-
Disminución costo actividades comerciales (digitalización)	Opc.	-	-	-	-	-	-	kWh	-	-	-	

Tipo	Beneficio	Piloto	Beneficiarios #			Valoración \$COP			Beneficio			
			Z1	Z2	Z3	Z1	Z2	Z3	Unid.	Z1	Z2	Z3
Ambiental	Mitigación de emisiones GEI	Base	1	1	1	\$344.514.803	\$212.278.679	\$79.316.049	tCO ₂ e	52.678	32.458	6.264
	Disminución consumo de combustible	Base	1	1	1	\$ 814.803	\$ 502.055	\$ 50.050	kWh	138.625	85.416	8.515
	Mitigación de emisiones GEI - actividades conexas	Opc.	-	-	-	-	-	-	tCO ₂ e	-22,5	-23,7	-30,2
TOTAL BENEFICIOS						\$684.357.756	\$559.392.005	\$306.213.222				

De igual forma se presentan en la siguiente tabla, a manera referencial, la valoración correspondiente a cada costo, los costos de color gris son opcionales, por lo tanto, no se consideran en este cálculo.

Rol	Ítem	Piloto	Valor Piloto - \$COP Zona 1		Valor Piloto - \$COP Zona 2		Valor Piloto - \$COP Zona 3	
			Inversión	AOM	Inversión	AOM	Inversión	AOM
Participante RD	Formación	Opcional	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Adecuación instalación - equipos programa RD	Base	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Equipo de generación	Opcional	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Equipo de almacenamiento	Opcional	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Electrodomésticos/Iluminación	Opcional	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Otros	Opcional	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Gestor RD	Medidores avanzados - postpago o prepago-	Opcional	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Equipos de telecomunicación y plan de datos		Base	\$ -	\$ 191.592.000	\$ -	\$ 149.688.000	\$ -	\$ 90.000.000
Equipos de visualización		Opcional	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Plataforma de información - escritorio/móvil-		Base	\$ -	\$ 15.966.000	\$ -	\$ 12.474.000	\$ -	\$ 12.000.000
Adecuación y certificación equipos -AMI u otros-		Base	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gestión programa RD - Equipo RD		Base	\$ -	\$ 17.903.786	\$ -	\$ 27.503.786	\$ -	\$ 27.503.786
Plan de comunicación y capacitación		Base	\$ 173.231.100	\$ -	\$ 141.742.900	\$ -	\$ 71.500.000	\$ -
Plan de seguimiento		Base	\$ 143.694.000	\$ -	\$ 125.066.000	\$ -	\$ 66.800.000	\$ -
Incentivos		Base	\$ -	\$ 10.739.879	\$ -	\$ 6.291.185	\$ -	\$ 1.218.711
Otros		Opcional	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal programa RD			\$ 316.925.100	\$ 236.201.665	\$ 266.808.900	\$ 195.956.970	\$ 138.300.000	\$ 130.722.497
Costo programa RD				\$ 553.126.765		\$ 462.765.870		\$ 269.022.497

Los resultados consolidados de los beneficios y los costos para las tres zonas del piloto se muestran a continuación.

Piloto	Beneficios	Costos
Zona 1	\$ 684.357.756,6	\$ 553.126.765
Zona 2	\$ 559.392.005,0	\$ 462.765.870
Zona 3	\$ 306.213.222,3	\$ 269.022.497

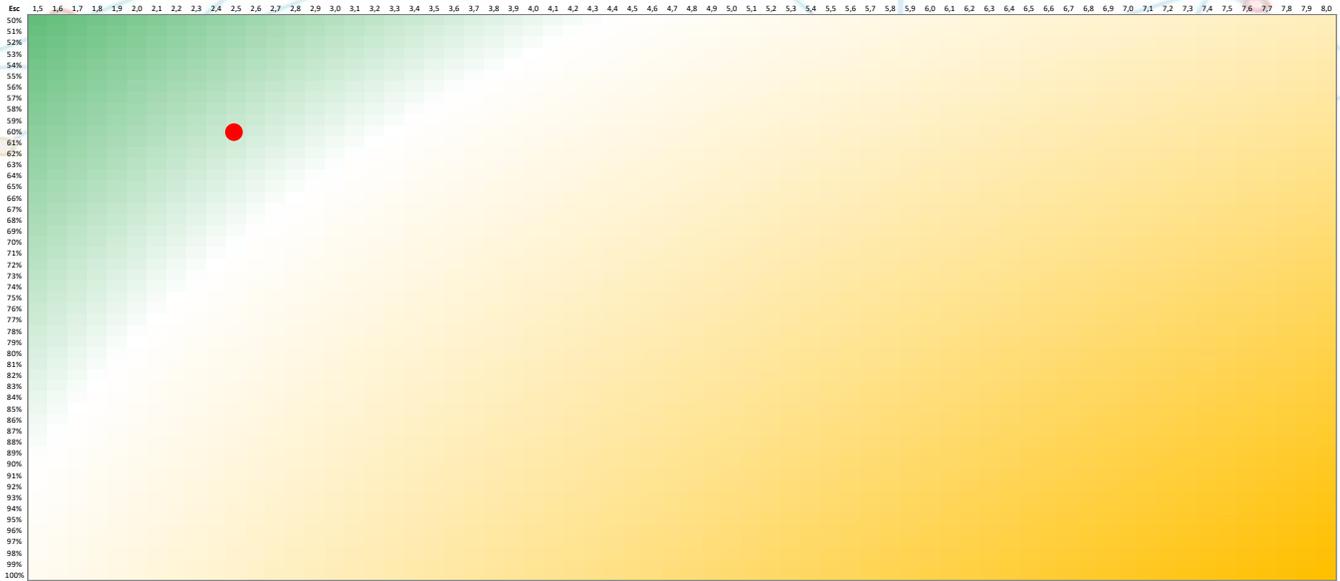
El diseño del piloto plantea algunas preguntas como: ¿Cuál será el nivel de respuesta de la demanda (elasticidad de la demanda)?, ¿Cuál será el número eficiente de franjas y su duración?, ¿Cuál es el valor eficiente de las franjas? Y ¿Existe certeza sobre la materialización de los beneficios y costos? Para responder a ellas, se requiere evaluar la sensibilidad del piloto. Para ello, se realizó un análisis que permite establecer como varían los beneficios y costos cuando modificamos el valor de la tarifa en la hora pico vs relación de la tarifa valle frente a la tarifa base de la energía en la zona y de igual manera, se analizó la sensibilidad al modificar el nivel de respuesta de la demanda (ΔRD) y el número de participantes.

Para el caso de la zona 1, como se muestra en la siguiente figura, el análisis de sensibilidad del piloto muestra que el caso base (punto rojo) se obtiene para el 70% de la relación del costo hora valle con respecto a la tarifa base (eje y) y 2,5 veces el valor pico respecto al valor valle (eje x). La zona verde indica que, desde el punto de vista de la valoración del piloto, el usuario tendría beneficios por participar en el piloto RD respecto a las franjas y valores establecidos (la zona blanca sería el límite de indiferencia entre participar en el programa RD o no).

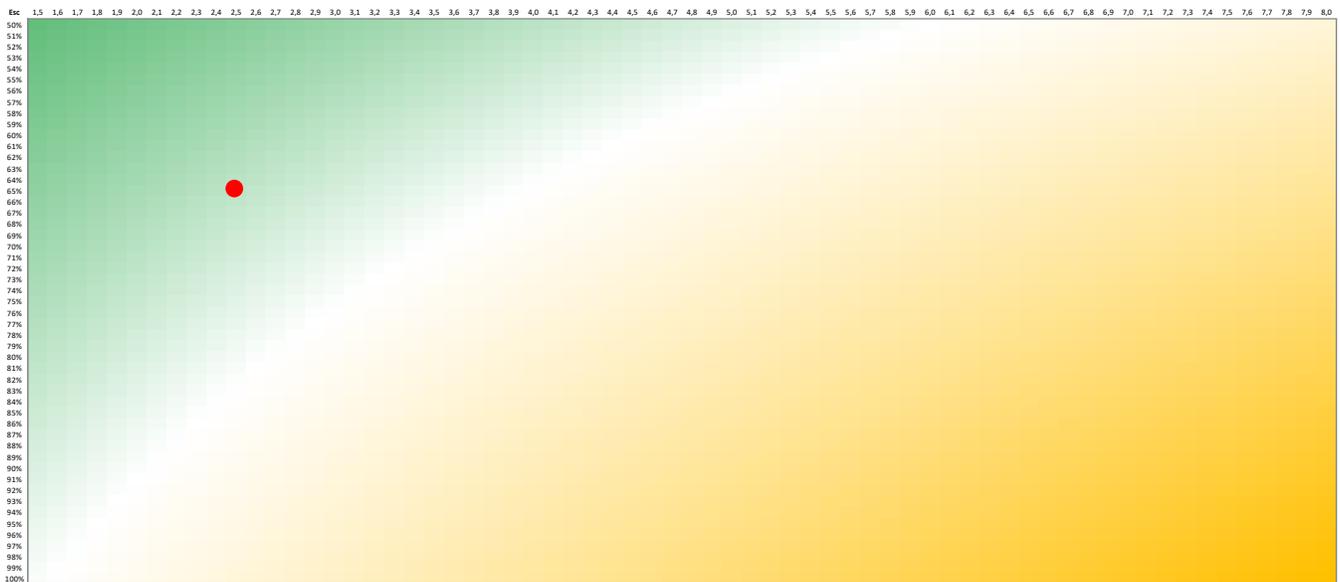
En general, las sensibilidades consideran que el valor de la franja valle (con el objetivo de desplazar consumo para esta franja) oscila entre el 50% y el 100% de la tarifa actual de un usuario. Por otra parte, para el valor pico se consideraron valores referenciales al costo de racionamiento y para los diferentes escalones de demanda (1,5%, 5% y 10%). Por tanto, considerando que el escalón 3 representa un impacto en la demanda del 10% (superior al supuesto considerado para el aporte RD), la sensibilidad del valor pico/valle oscila entre 1,5 a 8, donde este último punto representa la relación aproximada entre el costo de racionamiento del escalón 3 publicado por la UPME y la tarifa base de la zona.



Para el caso de la zona 2, como se muestra en la siguiente figura, el análisis de sensibilidad del piloto muestra que el caso base se obtiene para el 60% de la relación del costo hora valle con respecto a la tarifa base y 2,5 veces el valor pico respecto al valor valle.



Para el caso de la zona 3, como se muestra en la siguiente figura, el análisis de sensibilidad del piloto muestra que el caso base se obtiene para el 65% de la relación del costo hora valle con respecto a la tarifa base y 2,5 veces el valor pico respecto al valor valle.



De igual manera, el análisis de sensibilidad muestra que, al variar el nivel de la respuesta de la demanda de energía y el número de participantes del piloto, los valores se presentan cuando la relación beneficio/costo (B/C) son mayores a 1 (celdas en color verde). A continuación, se muestran los resultados para la zona 1.

B/C	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%	110%	115%	120%	125%	130%	135%	140%	145%	150%
50%	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,57	0,61	0,64	0,67	0,71	0,74	0,78	0,81	0,85	0,88	0,92	0,95	0,99	1,02	1,05
55%	0,39	0,43	0,46	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,69	0,73	0,76	0,80	0,84	0,87	0,91	0,95	0,99	1,02	1,06	1,10	1,13
60%	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,90	0,94	0,97	1,01	1,05	1,09	1,13	1,17	1,21
65%	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,66	0,70	0,74	0,78	0,83	0,87	0,91	0,95	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,21	1,25	1,29
70%	0,47	0,51	0,56	0,61	0,65	0,70	0,74	0,79	0,83	0,88	0,92	0,97	1,01	1,06	1,10	1,15	1,19	1,24	1,28	1,32	1,37
75%	0,50	0,54	0,59	0,64	0,69	0,74	0,78	0,83	0,88	0,93	0,97	1,02	1,07	1,12	1,16	1,21	1,26	1,31	1,35	1,40	1,45
80%	0,52	0,57	0,62	0,67	0,73	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98	1,03	1,08	1,13	1,18	1,23	1,28	1,33	1,38	1,43	1,48	1,52
85%	0,55	0,60	0,66	0,71	0,76	0,82	0,87	0,92	0,97	1,03	1,08	1,13	1,19	1,24	1,29	1,34	1,39	1,45	1,50	1,55	1,60
90%	0,58	0,63	0,69	0,74	0,80	0,86	0,91	0,97	1,02	1,08	1,13	1,19	1,24	1,30	1,35	1,41	1,46	1,52	1,57	1,63	1,68
95%	0,60	0,66	0,72	0,78	0,84	0,90	0,95	1,01	1,07	1,13	1,18	1,24	1,30	1,36	1,41	1,47	1,53	1,59	1,64	1,70	1,76
100%	0,63	0,69	0,75	0,81	0,87	0,93	1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,36	1,42	1,48	1,54	1,60	1,66	1,71	1,77	1,83
105%	0,66	0,72	0,78	0,85	0,91	0,97	1,04	1,10	1,16	1,23	1,29	1,35	1,41	1,48	1,54	1,60	1,66	1,73	1,79	1,85	1,91
110%	0,68	0,75	0,82	0,88	0,95	1,01	1,08	1,15	1,21	1,28	1,34	1,41	1,47	1,54	1,60	1,67	1,73	1,79	1,86	1,92	1,99
115%	0,71	0,78	0,85	0,92	0,98	1,05	1,12	1,19	1,26	1,33	1,39	1,46	1,53	1,60	1,66	1,73	1,80	1,86	1,93	2,00	2,06
120%	0,74	0,81	0,88	0,95	1,02	1,09	1,16	1,23	1,30	1,38	1,45	1,52	1,59	1,66	1,72	1,79	1,86	1,93	2,00	2,07	2,14
125%	0,76	0,84	0,91	0,98	1,06	1,13	1,21	1,28	1,35	1,42	1,50	1,57	1,64	1,71	1,79	1,86	1,93	2,00	2,07	2,14	2,21
130%	0,79	0,87	0,94	1,02	1,10	1,17	1,25	1,32	1,40	1,47	1,55	1,62	1,70	1,77	1,85	1,92	2,00	2,07	2,14	2,22	2,29
135%	0,82	0,90	0,97	1,05	1,13	1,21	1,29	1,37	1,45	1,52	1,60	1,68	1,76	1,83	1,91	1,99	2,06	2,14	2,21	2,29	2,37
140%	0,84	0,92	1,01	1,09	1,17	1,25	1,33	1,41	1,49	1,57	1,65	1,73	1,81	1,89	1,97	2,05	2,13	2,21	2,28	2,36	2,44
145%	0,87	0,95	1,04	1,12	1,21	1,29	1,37	1,46	1,54	1,62	1,70	1,79	1,87	1,95	2,03	2,11	2,19	2,27	2,35	2,44	2,52
150%	0,90	0,98	1,07	1,16	1,24	1,33	1,41	1,50	1,58	1,67	1,75	1,84	1,92	2,01	2,09	2,18	2,26	2,34	2,42	2,51	2,59

En la siguiente tabla se muestran los resultados correspondientes para la zona 2.

B/C	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%	110%	115%	120%	125%	130%	135%	140%	145%	150%
50%	0,42	0,46	0,51	0,55	0,59	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,24
55%	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,66	0,70	0,74	0,79	0,83	0,87	0,92	0,96	1,00	1,04	1,09	1,13	1,17	1,21	1,26	1,30
60%	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64	0,69	0,73	0,78	0,82	0,87	0,91	0,95	1,00	1,04	1,09	1,13	1,18	1,22	1,27	1,31	1,36
65%	0,48	0,53	0,57	0,62	0,67	0,71	0,76	0,81	0,85	0,90	0,95	0,99	1,04	1,09	1,13	1,18	1,23	1,27	1,32	1,36	1,41
70%	0,50	0,55	0,60	0,65	0,69	0,74	0,79	0,84	0,89	0,94	0,99	1,03	1,08	1,13	1,18	1,23	1,27	1,32	1,37	1,42	1,47
75%	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,77	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,17	1,22	1,27	1,32	1,37	1,42	1,47	1,52
80%	0,54	0,59	0,64	0,69	0,75	0,80	0,85	0,90	0,96	1,01	1,06	1,11	1,16	1,22	1,27	1,32	1,37	1,42	1,47	1,53	1,58
85%	0,56	0,61	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	0,94	0,99	1,04	1,10	1,15	1,20	1,26	1,31	1,37	1,42	1,47	1,53	1,58	1,63
90%	0,58	0,63	0,69	0,74	0,80	0,86	0,91	0,97	1,02	1,08	1,13	1,19	1,25	1,30	1,36	1,41	1,47	1,52	1,58	1,63	1,69
95%	0,59	0,65	0,71	0,77	0,83	0,88	0,94	1,00	1,06	1,11	1,17	1,23	1,29	1,34	1,40	1,46	1,51	1,57	1,63	1,69	1,74
100%	0,61	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,97	1,03	1,09	1,15	1,21	1,27	1,33	1,39	1,44	1,50	1,56	1,62	1,68	1,74	1,80
105%	0,63	0,69	0,76	0,82	0,88	0,94	1,00	1,06	1,12	1,18	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,55	1,61	1,67	1,73	1,79	1,85
110%	0,65	0,71	0,78	0,84	0,90	0,97	1,03	1,09	1,16	1,22	1,28	1,35	1,41	1,47	1,53	1,60	1,66	1,72	1,78	1,84	1,91
115%	0,67	0,73	0,80	0,87	0,93	1,00	1,06	1,13	1,19	1,26	1,32	1,38	1,45	1,51	1,58	1,64	1,71	1,77	1,83	1,90	1,96
120%	0,69	0,76	0,82	0,89	0,96	1,02	1,09	1,16	1,22	1,29	1,36	1,42	1,49	1,56	1,62	1,69	1,75	1,82	1,88	1,95	2,01
125%	0,71	0,78	0,85	0,91	0,98	1,05	1,12	1,19	1,26	1,33	1,39	1,46	1,53	1,60	1,67	1,73	1,80	1,87	1,93	2,00	2,07
130%	0,73	0,80	0,87	0,94	1,01	1,08	1,15	1,22	1,29	1,36	1,43	1,50	1,57	1,64	1,71	1,78	1,85	1,92	1,99	2,05	2,12
135%	0,74	0,82	0,89	0,96	1,04	1,11	1,18	1,25	1,32	1,40	1,47	1,54	1,61	1,68	1,75	1,82	1,89	1,97	2,04	2,11	2,18
140%	0,76	0,84	0,91	0,99	1,06	1,14	1,21	1,28	1,36	1,43	1,50	1,58	1,65	1,72	1,80	1,87	1,94	2,01	2,09	2,16	2,23
145%	0,78	0,86	0,94	1,01	1,09	1,16	1,24	1,31	1,39	1,47	1,54	1,62	1,69	1,77	1,84	1,91	1,99	2,06	2,14	2,21	2,28
150%	0,80	0,88	0,96	1,04	1,11	1,19	1,27	1,35	1,42	1,50	1,58	1,65	1,73	1,81	1,88	1,96	2,04	2,11	2,19	2,26	2,34

Finalmente, los resultados para la zona 3.

B/C	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%	110%	115%	120%	125%	130%	135%	140%	145%	150%
50%	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90
55%	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,95
60%	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,97	0,98	0,99
65%	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,92	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	1,01	1,02	1,03
70%	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,94	0,95	0,97	0,98	0,99	1,01	1,02	1,03	1,05	1,06	1,08
75%	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,06	1,07	1,09	1,10	1,12
80%	0,85	0,86	0,88	0,89	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,99	1,00	1,02	1,04	1,05	1,07	1,08	1,10	1,11	1,13	1,15	1,16
85%	0,87	0,89	0,90	0,92	0,94	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02	1,04	1,05	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,15	1,17	1,19	1,20
90%	0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	0,98	1,00	1,02	1,04	1,05	1,07	1,09	1,11	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,21	1,23	1,25
95%	0,92	0,94	0,96	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,25	1,27	1,29
100%	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,31	1,33
105%	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,27	1,30	1,32	1,34	1,36	1,38
110%	0,99	1,01	1,03	1,05	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33	1,36	1,38	1,40	1,42
115%	1,01	1,04	1,06	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17	1,19	1,22	1,24	1,26	1,28	1,31	1,33	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	1,46
120%	1,04	1,06	1,08	1,11	1,13	1,15	1,18	1,20	1,22	1,25	1,27	1,30	1,32	1,34	1,37	1,39	1,41	1,44	1,46	1,48	

Por último, es importante durante la ejecución del piloto evaluar los siguientes aspectos:

- La disposición al “cambio” (ΔRD por franja) durante el piloto y validación de la elasticidad precio-demanda.
- Los cambios de consumo interdiario.
- Los cambios de consumo entre usuarios que tengan medidor avanzado con y sin RD.
- El impacto de la variación de los precios y componentes de la tarifa.
- La participación en el piloto considerando el impacto entre la tarifa base y la horaria “su mayor ahorro por estar en el programa RD y ante una evolución esperada a tarifas horarias”.

A su vez, se realizó un listado de mejores prácticas y lecciones aprendidas de experiencias de pilotos identificadas que pueden ser tenidas en cuenta en la implementación de los pilotos en el país. Para efecto de entenderlas mejor, se han clasificado en tres grupos: i) desde el punto de vista técnico y tecnológico, donde se incluye infraestructura y equipos, ii) desde el punto de vista de la gestión del programa RD y iii) desde el punto de vista de la interacción con el usuario que participa del programa RD.

Tipo	Lección aprendida	Mejor práctica
Técnicas y Tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistemas de control de carga automáticos (usuarios industriales) y manuales (usuarios residenciales) para obtener mejores respuestas del programa RD.² • Verificar previamente que los dispositivos en poder tanto de los usuarios como la empresa oferente de programas RD cumplan con los requisitos y características mínimas necesarias para participar de estos mecanismos, en caso negativo, considerar un tiempo adecuado para la preparación previa a la implementación del piloto RD que permita realizar la correcta integración de la infraestructura y los equipos necesarios para su buen funcionamiento. • Revisar, para el caso de implementación del programa de gestión de cargas, que los dispositivos que van a participar en este programa permitan el control remoto. • Se debe establecer un límite de tiempo en el almacenamiento de la medición (un par de años o un par de meses), y se debe mencionar en los contratos realizados. • Realizar anticipadamente a la implementación del piloto RD, el cálculo de la línea base de consumo (LBC) de los usuarios participantes, con el objetivo de realizar una correcta planificación del proyecto. La LBC, junto con información adicional de tipos de carga y patrones de consumo, permite determinar el grado de flexibilidad de los usuarios y con esto, conocer el programa RD que mejor se adapta a su modo de consumo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar el medidor avanzado de acuerdo con su funcionalidad y las necesidades del programa RD³ • Optimizar el rendimiento del medidor avanzado: la recopilación de datos debe hacerse de acuerdo con la frecuencia de lectura del medidor y la capacidad de almacenamiento disponible. • El medidor que se instale en el hogar debe causar un impacto mínimo para los usuarios. • Evaluar la correcta implementación de los programas RD, a partir de la aplicación de los diferentes índices de desempeño, los cuales se debieron haber definido previamente. • Masificar la instalación de medidores inteligentes. La disponibilidad de estos puede permitir que las empresas de servicios públicos hagan uso de plataformas de comunicación ya existentes, lo que elevaría la confianza y la satisfacción del cliente. La disponibilidad de AMI permitiría, además, introducir nuevos programas de precios para atraer más usuarios con el objetivo de conseguir, potencialmente, mayores ahorros, a la vez que permite la verificación de los consumos para asegurar el pago de incentivos o la aplicación justa de las sanciones. • Invertir en redes y medidores inteligentes. Esto permite ofrecer a los usuarios precios que reflejen el consumo real de energía de cada uno, lo que permite alcanzar una curva de consumo cada vez más plana en todo el sistema, garantizando la confiabilidad en la prestación del servicio y la reducción de costos.

²https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_USING_FLEXIBILITY_MANUALLY_OR_AUTOMATICALLY.pdf
³https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_SMART_METER_MONITORING_AND_CONTROLLING_FUNCTIONALITIES.pdf

Tipo	Lección aprendida	Mejor práctica
Interacción con el Usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar los incentivos dependiendo de las necesidades de los usuarios. • El lenguaje utilizado debe estar a nivel de los usuarios, con el fin de que las comunicaciones sean entendibles. • Las preguntas frecuentes deben estar organizadas por categorías, para garantizar una rápida navegación por parte de los usuarios. • Seleccionar incentivos monetarios y no monetarios que respalden los esquemas de tarifas. Los incentivos pueden ir acompañados de productos y servicios de acuerdo a la segmentación de los usuarios⁴. • Usar la comparación social como mecanismo para educar y motivar a los usuarios a través de la información de sus consumos⁵. • Medir periódicamente el índice de satisfacción del usuario. Muchos pilotos de precios han indicado que los consumidores responden a señales de precios; sin embargo, persisten las reservas y el temor de que el público rechace los precios basados en el tiempo o que los cambios de comportamiento no persistan. Cuando se mide el índice de satisfacción del usuario, parece mostrar mejores resultados entre los usuarios que han experimentado programas dinámicos de precios y prepago. • Disponer de un funcionario(s) con función de Gestor para los programas RD. En la región donde se vaya a implementar el piloto RD, se deberá contar con un gestor de programas RD que sirva de intermediario entre los usuarios de la localidad y la empresa oferente del programa RD. Dicho gestor debe tener claras las implicaciones técnicas, económicas y de cultura energética necesarias para la implementación del piloto. El Gestor(es) debe ser identificable por los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que los usuarios participantes, cuenten con las herramientas necesarias sobre cultura energética, garantizando la implementación de las estrategias de comunicación definidas previamente en este documento. • Verificar los niveles de comodidad que los usuarios poseen, antes de implementar el piloto RD (calefacción, refrigeración u otros), y en caso de que ellos no estén dispuestos a modificarlos, se debe revisar qué tipo de dispositivos se pueden cambiar o mejorar para permitir la participación de estos en algunos programas RD. • Segmentar a los usuarios para enriquecer los productos y servicios ofertados a cada uno, no para esperar predicciones precisas acerca del comportamiento de grupo. La segmentación debe ser multivariable, incluyendo no sólo factores socioeconómicos y demográficos, sino también psicológicos, sociales y situacionales⁶. • Para aumentar la cantidad de nuevos usuarios vinculados al programa RD se deben agrupar los destinatarios de las campañas y utilizar diferentes canales de comunicación e incentivos⁷. • Proporcionar al usuario la información relevante sobre el piloto RD. En la capacitación inicial que se brinda a los usuarios sobre el piloto RD, se debe informar sobre los objetivos del programa, los beneficios disponibles y los posibles errores que se pueden cometer a la hora de implementar los programas RD, además, se debe proporcionar información sobre los canales de comunicación disponibles para que el usuario pueda manifestar inquietudes, quejas y reclamos. • En la nueva era de Internet de las cosas, los programas de respuesta a la demanda se deben centrar cada vez más en capacitar a los usuarios con más opciones y control sobre su uso de energía. • De acuerdo con la experiencia de empresas que ofrecen programas RD en el mundo, y después de años de probar y perfeccionar los equipos y procesos de los programas, se descubrió que ofrecer una variedad de opciones y desarrollar canales de marketing específicos son las formas más efectivas de educar e involucrar a los usuarios.

⁴ https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_TESTING_TARIFF_SCHEMES_IN_A_PILOT_CONTEXT.pdf

⁵ https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_MOTIVATING_CONSUMERS_WITH_SOCIAL_COMPARISON_AND_COMPETITION.pdf

⁶ https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_USING_SEGMENTATION_TO_BETTER_TARGET_USER_GROUPS.pdf

⁷ https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_RECRUITING_PARTICIPANTS.pdf

Tipo	Lección aprendida	Mejor práctica
Gestión programa	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un plan de incentivos que sea escalable, replicable y se ajuste con las metas del piloto. • Diferenciar los mensajes para los usuarios por tipo de incentivos (dinero u otro tipo) dependiendo la fase en la que se encuentre el piloto. • Los funcionarios encargados de instalar los medidores avanzados deben estar capacitados para responder a los usuarios las dudas que pueden surgir durante el proceso de instalación. • Utilizar un sistema de suscripción automática, que además de notificar también permita a los clientes la opción de no participar en ciertos eventos RD. Esto permite minimizar los inconvenientes y aumentar la participación. Además, se debe hacer que la participación en los programas sea voluntaria y permitir que los procesos sean fáciles y agradables, nada onerosos. Permitir que los clientes salgan de los programas si cambian de opinión en cualquier momento. • Ofrecer programas de precios que ayuden a las personas a desarrollar nuevos hábitos y rutinas diarias que se adapten a sus horarios y que los resultados de participación puedan comunicarse visualmente. • Se debe contar con un portal de información en el que se muestre todo lo relacionado con los programas RD, equipos necesarios, beneficios que se pueden recibir, además de una sección de preguntas frecuentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener los esquemas de incentivos transparentes y entendibles para todos. • En caso de implementar encuestas para conocer el impacto del piloto, estas deben ser cortas y claras. • Cuando se realice la instalación de equipos las personas encargadas de esta tarea pueden recolectar las preguntas frecuentes que se tengan. • Implementar procesos de autoevaluación del programa, basándose en KPIs⁸, e involucrar a todos los miembros del equipo de trabajo. • Evaluar la participación de los usuarios en el programa RD, monitoreando permanente los cambios de los perfiles de consumo en relación a la LBC.⁹ • Las empresas oferentes de los programas y los operadores de estos deben construir la cultura de escuchar a sus usuarios y garantizar los canales de comunicación adecuados para ello. • Ayudar a las personas a elegir los programas más adecuados para ellos haciéndoles preguntas sencillas que reflejen sus situaciones de vida y sus preocupaciones. Una combinación de herramientas interactivas de investigación preliminar, comparaciones seguras de tarifas específicas de cuentas y soporte del servicio de atención al cliente permitirá a los clientes determinar la "mejor tarifa" para su residencia y permitirá que la empresa de servicios logre una amplia adopción y continua participación.

Recomendaciones

En esta última sección se muestran recomendaciones para poder llevar a cabo el proyecto, las recomendaciones que se contemplan son referidas a los programas RD, a las estrategias de fomento y el diseño e implementación de los pilotos.

Programas de RD las recomendaciones se deben tener en cuenta para formular, caracterizar monitorear y evaluar un programa RD. En la formulación de los programas RD se debe identificar el tipo de mecanismo que se va a implementar, si es basado en incentivos o si es basado en precios, dependiendo de la necesidad de los actores implicados. Para el diseño de los programas es fundamental considerar los elementos, denominados atributos, así como para caracterizar y monitorear el comportamiento de los usuarios es necesario construir la línea base de consumo teniendo en cuenta los criterios de calidad, exactitud, integridad, simplicidad y alineación (sesgo) y finalmente realizar la evaluación de los programas RD usando indicadores de desempeño y considerando entre otros, riesgos técnicos, ambientales, económicos y sociales.

⁸ https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_SELF-ASSESSMENT_TO_CREATE_A_REFLECTING_TEAM_CULTURE.pdf

⁹ https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_USER-CENTRED_KPIS_FOR_THE_EVALUATION_OF_SMART_GRIDS.pdf

Estas recomendaciones atienden las generalidades que se deben tener en cuenta a la hora de formular, caracterizar, monitorear y evaluar un programa RD.

a1. Para la formulación de los programas RD se debe identificar el tipo de mecanismo que se va a implementar, si es basado en incentivos o si es basado en precios, dependiendo de la necesidad de los actores implicados.

a2. El diseño de los programas RD debe considerar los siguientes elementos, denominados atributos

- Descripción del objetivo del programa.
- Descripción del programa.
- Incentivos del programa.
- Diseño y tipo de tarifas.
- Mercado objetivo.
- Prerrequisitos para inscripción.
- Tiempo de operación del programa.
- Restricciones de los eventos RD.
- Duración del evento RD.
- Proceso de notificación del evento.
- Descripción del comportamiento esperado.
- Descripción del recurso.
- Disponibilidad requerida del recurso.
- Periodo de operación del recurso.
- Mecanismo de activación para el funcionamiento del programa.
- Metodología de la Línea Base Consumo (LBC, si aplica).

a3. Mecanismo de monitoreo y verificación de la LBC. Para caracterizar y monitorear el comportamiento de los usuarios se debe construir la línea base de consumo teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Calidad.
- Exactitud.
- Integridad.
- Simplicidad.
- Alineación (sesgo).

a4. La evaluación de los programas RD se debe hacer usando indicadores de desempeño y considerando entre otros, riesgos técnicos, ambientales, económicos y sociales.

Usuario activo RD, las principales recomendaciones se hacen con el objetivo de profundizar en los mecanismos que podrían potenciar y fomentar la participación activa de los usuarios en los programas RD teniendo en cuenta la identificación y segmentación, el tipo y calidad de la información transmitida, el conocimiento de las preferencias relacionadas con los programas RD y las estrategias de fomento que deben ser aplicadas para el desarrollo de los pilotos RD. Las estrategias de comunicación se deben hacer de tal forma que permitan a los usuarios conocer los diferentes programas RD y los esquemas de funcionamiento de estos mecanismos. Las estrategias de fomento implementadas deben permitir la interacción continua entre los usuarios y la empresa oferente del programa, es necesario entregar de forma oportuna las denominadas notificaciones del programa RD. Es importante que la selección de la estrategia se base en la caracterización y segmentación de los usuarios, de tal manera que los mensajes, los canales y otros elementos de la estrategia sean los idóneos según para cada tipo de usuario.

A continuación, se listan recomendaciones para lograr un usuario activo:

- b1. Las estrategias de comunicación se deben hacer de tal forma que permitan a los usuarios conocer los diferentes programas RD y los esquemas de funcionamiento de estos mecanismos.
- b2. Las estrategias de comunicación se pueden hacer a través de campañas de expectativa, marketing digital, experiencias vivenciales, etc.
- b3. Para garantizar la interacción continua entre los usuarios y la empresa oferente del programa, es necesario entregar de forma oportuna las denominadas notificaciones del programa RD. A continuación, se listan todas las notificaciones que deben ser entregadas al usuario que participa en los programas RD:
- Notificación de inscripción.
 - Notificación de confirmación del programa RD.
 - Notificación de prueba.
 - Notificación del evento.
 - Notificación de desempeño en el evento RD.
 - Notificación de liquidación.
- b4. La caracterización y segmentación de los usuarios juega un papel importante a la hora de seleccionar los canales de comunicación idóneos para transmitir la información. En general, se puede usar internet, teléfonos celulares, comunicaciones escritas, etc, lo importante es identificar cual es más afín al usuario, y en todo caso, se debe garantizar que se transmita la información relacionada con preguntas e inquietudes generales que puedan hacerse los usuarios como las que se señalan a continuación y que pueden ampliarse en el Anexo II. Definiciones y Preguntas frecuentes.
- ¿Qué es un programa RD?
 - ¿Qué beneficios ofrece el programa RD?
 - ¿Cómo funcionan los programas RD?
 - ¿Quién lo está ofreciendo?
 - ¿Dónde se puede encontrar más información al respecto?
 - ¿Hay un costo inicial por parte del usuario para participar en los programas RD?
- b5. La información que se brinda al usuario que esté inscrito en los programas RD sobre los mecanismos debe incluir la importancia que tiene poseer medidores avanzados para conocer sus patrones de consumo y en caso de que el usuario este participando en un programa de tarifas intradiarias, se le debe informar el precio de la energía por horas. De igual forma se le debe dar a conocer los diferentes beneficios de participar en un programa RD.
- b6. Con el fin de identificar las preferencias que tienen los usuarios para participar en los programas RD y bajo qué condiciones prefieren hacerlo, se sugiere implementar una herramienta de investigación que sea corta, sencilla y entendible para identificar las preferencias de las personas.
- b7. Con respecto a las estrategias de fomento que se exponen en este documento se proponen las siguientes recomendaciones:
- No perder de vista la caracterización y segmentación de los usuarios. Para el desarrollo de cada estrategia es importante considerar el tipo de usuario al que se aplica cada una, teniendo en cuenta, por ejemplo, que no es igual implementar la estrategia en usuarios regulados y en usuarios no regulados y sus características socioculturales y geográficas.
 - A las personas les gusta explorar y descubrir, más de lo que les gusta estudiar o ser enseñados. Si se pretende obtener el interés y la implicación de los usuarios en los programas y evitar las dificultades muchas veces por falta de interacción que caracteriza típicamente las relaciones con quien provee los servicios públicos; entonces los usuarios deben poder aprender a su propio ritmo, a su manera, en la medida que desee y sientan que conocen más a partir de sus propios hallazgos.

- Se debe tener cuidado con los mensajes emitidos a los usuarios. Estos deberán ser siempre positivos y alentadores para aumentar la posibilidad de enganche. Estos deberían encajar en tres categorías, mensajes que justifican e intentan atraer a los usuarios para aprobar los servicios que rodean al programa en su conjunto, mensajes que promuevan las razones para involucrarse y mensajes que eliminan las razones para no involucrarse.
- Es importante cuidar la comunicación con el usuario para evitar la saturación con mensajes excesivos o repetitivos a través de diferentes medios dado que esto puede reducir el interés del usuario hasta el punto de que la información sea ignorada.
- El empoderamiento del usuario siempre debe mantenerse presente en la ejecución de las actividades que componen las estrategias, a pesar de que se tenga un foco específico diferente, finalmente es el usuario quien tomará las decisiones para cambiar sus patrones de consumo.
- Es importante que el usuario y las empresas tengan presente, que el papel de los proveedores del servicio de energía no termina con el suministro de la misma. Los proveedores son responsables de capacitar a los usuarios para que aprovechen de manera más efectiva las oportunidades de los programas RD. Por ello la información suministrada en las estrategias debe ser muy explícita y sencilla. Aunque los beneficios económicos son atractivos, muchos usuarios podrían apreciar también la educación de cómo mejorar sus acciones en torno al consumo de energía y fidelizarlos en los programas RD.
- Las empresas que ofertan los programas RD deben ser flexibles y creativas. Es necesario, romper las preconcepciones desfavorables que puedan tener los usuarios frente al uso de nuevas tecnologías.
- Respetar los roles de cada actor involucrado. Durante la ejecución de las estrategias es importante que se cumplan todos los roles dado que estos permiten incluir perspectivas necesarias de los actores.
- Si en algún caso la entidad encargada de una función se ve impedida para cumplirla, es necesario que ésta se delegue en otro actor u organización que la ejecute.
- Tener presente los riesgos asociados. Es importante tener en cuenta los diferentes riesgos que se presentan en cada estrategia, con el fin de hacerles un correcto seguimiento y no se afecte el desarrollo de las diferentes actividades propuestas.
- Atención a los tiempos de ejecución, se recomienda tener presente el cronograma de actividades para cada estrategia pues existen algunas de estas que se pueden desarrollar de manera simultánea, y de esta manera se optimiza su ejecución.
- Se deben considerar los diferentes indicadores de desempeño de cada estrategia, y de igual manera a medida que se desarrollan las diferentes actividades hacerles un seguimiento para validar los resultados y tomar las decisiones correspondientes.

Pilotos RD, las recomendaciones planteadas involucran algunas por cada etapa: planeación, preinstalación, instalación, ejecución y evaluación. Durante la planeación las recomendaciones están relacionadas con la selección de la ubicación, la asignación de los roles y responsabilidades, la definición de la estrategia de fomento y la selección de los programas RD que se van a implementar en los pilotos, y por último la valoración del piloto. Durante la preinstalación, las recomendaciones van orientadas a la validación de los participantes, los atributos de los programas RD y definición de la estrategia de fomento. En la instalación, las recomendaciones giran en torno a los requisitos técnicos como los sistemas de medida, las telecomunicaciones, los elementos encargados del control de las cargas y la implementación de la estrategia de fomento. Para la ejecución, las recomendaciones están ligadas con la aplicación de los incentivos y la medición de los consumos de los usuarios y finalmente, en la evaluación, las recomendaciones están relacionadas con la valoración de los cambios en los consumos, la aplicación de indicadores de desempeño de los programas RD y la evaluación de los incentivos y el comportamiento de los usuarios.

A continuación, se listan recomendaciones para el diseño de los pilotos RD:

Planeación: las recomendaciones se están relacionadas desde el punto de vista del usuario y como tal se enfocan a la selección de la ubicación, la asignación de los roles y responsabilidades, la definición de la estrategia de fomento y la selección de los programas RD que se van a implementar en los pilotos, y por último la valoración del piloto.

- c1. Seleccionar la ubicación de los pilotos RD a través del cumplimiento de los siguientes criterios y teniendo en cuenta los siguientes datos:
 - Índice de cobertura de energía eléctrica (ICEE).
 - Disponibilidad de servicios públicos (Energía eléctrica, acueducto, alcantarillado, gas natural, Internet).
 - Estrato socioeconómico.
 - Densidad poblacional.
 - Medición avanzada.
 - Experiencias en programas sociales y tecnológicos.
 - Potencial de sostenibilidad.
 - Potencial de cultura energética.
- c2. Se deben definir los diferentes actores que estén involucrados en el desarrollo del piloto, es necesario resaltar que estos actores pueden ser entes gubernamentales, empresas del sector y los usuarios del servicio de energía.
- c3. Para la implementación de los pilotos RD se debe revisar qué estrategia de fomento es la más acertada, teniendo en cuenta el propósito del piloto y los objetivos planteados en cada estrategia mostrada en este documento.
- c4. Conociendo la población objetivo y la ubicación del piloto RD es importante definir el tipo de programa RD que más se adapta a las necesidades de los usuarios, de la red y de la empresa prestadora de los servicios de respuesta de la demanda, teniendo en cuenta los atributos de cada programa, la infraestructura y los incentivos.
- c5. La valoración del piloto RD debe considerar el desarrollo de habilidades y capacidades del personal, la infraestructura y los equipos necesarios para esta tarea y la cuantificación de beneficios y costos.

Preinstalación: en esta fase las recomendaciones van orientadas a la validación de los participantes, los atributos de los programas RD y definición de la estrategia de fomento.

- c6. Una vez definida la estrategia de fomento en la etapa de planeación, en la preinstalación es necesario implementar la estrategia para entregar a los usuarios participantes validados la información completa respecto de los programas RD en los cuales han acordado participar, también las herramientas de cultura energética para potenciar su participación de forma exitosa.
- c7. Se deben verificar el cumplimiento de los atributos y requisitos mínimos para el correcto funcionamiento del programa RD a implementar.

Instalación: las recomendaciones de esta fase giran en torno a los requisitos técnicos como los sistemas de medida, las telecomunicaciones, los elementos encargados del control de las cargas y la implementación de la estrategia de fomento.

- c8. Los usuarios que van a participar de los programas RD deben contar con sistemas de medición avanzada que almacenen los datos por cierto periodo de tiempo y que permitan que estos sean transmisibles a la empresa prestadora de los servicios RD.
- c9. Considerar que algunos programas RD deben contar con dispositivos de control de cargas.

c10. La estrategia de fomento elegida se implementará a través de las actividades mencionadas en este documento, además de considerar los riesgos para cada actividad, los mensajes de fomento que deben ser transmitidos.

Ejecución: para esta fase las recomendaciones van ligadas con la aplicación de los incentivos y la medición de los consumos de los usuarios.

c11. Luego de que se aplique la herramienta de investigación se puede conocer el incentivo que más atrae a los usuarios de los programas RD, es importante que la aplicación de estos sea transparente y clara para todos los actores de los programas RD.

c12. La medición de los consumos se debe realizar a través de una LBC, el cálculo de esta debe ser sencillo, claro y replicable para todos los usuarios (es importante considerar que la LBC sería una herramienta para informar al usuario y motivar su participación mediante datos comparativos y logros individuales o referenciales respecto a otros usuarios dado que no necesariamente un programa RD requiere la LBC para las señales de precios).

Evaluación: en esta fase las recomendaciones están relacionadas con la valoración de los cambios en los consumos, la aplicación de indicadores de desempeño de los programas RD y la evaluación de los incentivos y el comportamiento de los usuarios.

c13. Para determinar el cambio en el comportamiento de la demanda, es imprescindible la disponibilidad de datos de medición de consumo de energía eléctrica para cada uno de los usuarios participantes y su respectiva LBC.

c14. Se debe evaluar el desempeño de la aplicación de los incentivos y la respuesta de los usuarios durante la ejecución del piloto. Tal evaluación se debe realizar a partir del análisis de la información recolectada durante la fase de ejecución, lo que incluye datos de consumo de energía de cada usuario participante.

c15. Con el fin de medir el desempeño del piloto RD, en la etapa final de evaluación de mismo, se deberán aplicar los indicadores establecidos.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN DEL DOCUMENTO	7
ANTECEDENTES RD	50
I. PROGRAMAS RD	56
1.1. Formulación programa RD.....	59
1.1.1. Identificar el tipo de programa	59
1.1.2. Establecer los atributos del programa RD	61
1.1.3. Arquitectura tecnológica y estándares	65
1.2. Caracterizar y monitorear	72
1.2.1. Comportamiento del consumo (tipos, patrones, etc.)	72
1.2.2. Línea base de consumo (LBC).....	73
1.2.3. Requisitos y reporte datos del programa	75
1.3. Evaluación programas RD.....	77
1.3.1. Metodología de seguimiento y evaluación.....	78
1.3.2. Indicadores de desempeño técnico, económico, ambiental y social	79
1.3.3. Riesgos (económico, social, tecnológico, ambiental)	83
II. USUARIO ACTIVO RD	84
2.1. Identificar usuarios.....	85
2.1.1. Las estrategias de comunicación	85
2.1.2. Notificaciones al usuario	89
2.1.3. Canales de comunicación	90
2.2. Informar al usuario	92
2.2.1. Socializar los habilitadores de un programa RD	92
2.2.2. Socializar los beneficios de un programa RD.....	95
2.3. Identificar Preferencias	95
2.3.1. Descripción herramienta de investigación	95
2.3.2. Análisis resultados y conclusiones.....	96
2.4. Estrategias de fomento.....	103
2.4.1. Generalidades.....	104
2.4.2. Difusión sectorial.....	108
2.4.3. Aprendizaje vivencial	113
2.4.4. Potenciar oportunidades	119
III. PILOTOS PROGRAMAS RD	123
3.1. Diseño e implementación de pilotos	124
3.1.1. Planeación.....	127
3.1.2. Preinstalación	149
3.1.3. Instalación.....	151
3.1.4. Ejecución.....	153
3.1.5. Evaluación del piloto RD	156
3.2. Caso de estudio SIN	159
3.2.1. Levantamiento de información.....	159
3.2.2. Ubicación.....	171
3.2.3. Programa RD.....	172
3.2.4. Valoración piloto RD	178
3.3. Caso de estudio ZNI	195

3.3.1.	Levantamiento de información.....	195
3.3.2.	Ubicación.....	200
3.3.3.	Programa RD.....	200
3.3.4.	Valoración piloto RD.....	206
3.4.	Lecciones aprendidas y Mejores prácticas	217
RECOMENDACIONES		221
a.	Programas RD.....	222
b.	Usuario Activo RD.....	222
c.	Pilotos Programas RD.....	224
Anexo I. Metodología de cálculo Línea Base de consumo		227
Anexo II. Definiciones y Preguntas frecuentes		231
A.	Definiciones	231
B.	Preguntas frecuentes de participación en programas RD	233
Anexo III. Herramienta de investigación		239
Anexo IV. Metodología cálculo de huella de carbono		244
Bibliografía		246

FIGURAS

Figura 1. Normativas habilitantes para cumplimiento de Colombia en el COP 21 y la Respuesta de la Demanda...	52
Figura 2. Línea de tiempo planeación programas RD y su impacto en la curva de demanda.....	57
Figura 3. Comportamiento horario por actividad productiva.....	58
Figura 4. Antecedentes de política pública, regulatoria y normativa.....	58
Figura 5. Arquitectura funcional Respuesta de la Demanda.....	65
Figura 6. Diagrama de actores e interacciones - Programa Tarifa Intradiaria.....	68
Figura 7. Diagrama de actores e interacciones - Programa Gestión de carga y demanda en el mercado.....	68
Figura 8. Comportamiento horario tipo de mercado.....	72
Figura 9. Tipos de usuarios según el comportamiento de la demanda diaria.....	73
Figura 10. Diagrama de flujo determinación línea base de consumo.....	74
Figura 11. Metodología de seguimiento y evaluación de programas RD.....	79
Figura 12. Cambio en la demanda de energía por aplicación de programas RD.....	79
Figura 13. Energía desplazada por aplicación de programas RD.....	80
Figura 14. Ahorro económico por reducción de energía.....	81
Figura 15: Implicaciones ambientales de la aplicación de programas RD.....	81
Figura 16. Campaña de impacto colectivo. Ciudad Pert Solar.....	86
Figura 17. Contenido digital información RD ARENA Operador de mercado en Australia.....	86
Figura 18. Esquema de creación plan piloto vivencial.....	87
Figura 19. Cómo contar la experiencia de los usuarios en RD.....	88
Figura 20. Campaña Avatar para entender lo que quieren los usuarios.....	88
Figura 21. Proceso notificaciones programas Gestión de cargas y Demanda en el mercado.....	90
Figura 22. Brochure educacional programa RD.....	92
Figura 23. Canales de comunicación para los programas RD.....	92
Figura 24: Curva de consumo diaria.....	93
Figura 25. Curva de carga diaria por tipo de usuario.....	94
Figura 26: Ejemplo de tarifas intradiarias.....	94
Figura 27. Ubicación geográfica de los encuestados.....	96
Figura 28. Tipo de usuario y estrato socioeconómico.....	97
Figura 29. Cambios de consumo por el aislamiento obligatorio.....	97
Figura 30. Importancia de la etiqueta de eficiencia de los equipos.....	98
Figura 31. Dispositivos potenciales para participar en los programas RD.....	102
Figura 32. Etapas diseño de un piloto.....	124
Figura 33. Flujograma análisis de ubicación piloto programa RD en ZNI.....	127
Figura 34. Flujograma análisis de ubicación piloto programa RD en SIN.....	128
Figura 35: Histograma criterio de exclusión ICEE.....	160
Figura 36: Histograma criterio de exclusión disponibilidad de energía.....	161
Figura 37: Histograma criterio de exclusión disponibilidad de acueducto.....	162
Figura 38: Histograma criterio de exclusión disponibilidad de alcantarillado.....	163
Figura 39: Histograma criterio de exclusión disponibilidad de Gas Natural.....	163
Figura 40: Histograma criterio de exclusión disponibilidad de Internet.....	164
Figura 41: Diagrama de caja para el clúster 0.....	170
Figura 42 Perfil de carga para el cluster 0 – Usuarios residenciales Empresa Zona 1.....	170
Figura 43: Curvas promedio para el cluster 1 Empresa Zona 2.....	171
Figura 44: Perfil de carga para el clúster 1 – Usuarios comerciales Empresa Zona 2.....	171
Figura 45: ubicación para pilotos RD.....	172
Figura 46. Costos operativos promedio del sistema de la zona 1 y la zona 2.....	179
Figura 47. Franja de consumo para los diferentes tipos de usuarios de la zona 1.....	183
Figura 48. Franja de consumo para los diferentes tipos de usuarios para la zona 2.....	183
Figura 49. Curva típica de consumo de la zona 1.....	185
Figura 50. Curva típica de consumo de la zona 2.....	186
Figura 51. Curva Δ RD de consumo para la zona 1.....	187
Figura 52. Curva Δ RD de consumo para la zona 2.....	187
Figura 53. Sensibilidad del piloto en SIN. Figura superior zona 1 e inferior zona 2.....	193
Figura 54. Consumo diario promedio para Puerto Carreño 2019- 2020.....	198
Figura 55. Consumo promedio por tipo de día para Puerto Carreño en junio 2020.....	198
Figura 56. Distribución usuarios energía eléctrica por tipo en Puerto Carreño, junio 2020.....	199
Figura 57. Ubicación de lugar para implementar el piloto RD: Puerto Carreño.....	200
Figura 58. Costos operativos promedio del sistema de la zona 3.....	207

Figura 59. Franja de consumo para los diferentes tipos de usuarios de la zona 3.....	209
Figura 60. Curva típica de consumo de la zona 3.....	211
Figura 61. Curva Δ RD de consumo para la zona 3.....	212
Figura 63. Sensibilidad beneficio del piloto ZIN en función de la relación costo valle/pico frente a valor promedio vs diferencia en la hora valle y pico.....	216

TABLAS

Tabla 1. Actividades correspondientes a la línea de gestión de la demanda.....	53
Tabla 2. Descripción y objetivos de los programas RD.....	60
Tabla 3. Habilitadores y limitaciones de los programas RD.....	60
Tabla 4. Atributos de un programa RD.....	61
Tabla 5. Atributos para el programa de tarifas intradiaria.....	62
Tabla 6. Atributos para el programa gestión de carga.....	63
Tabla 7. Atributos para el programa de demanda en el mercado.....	64
Tabla 8. Actores y dominios – Sistema de Respuesta de la Demanda.....	66
Tabla 9. Información intercambiada – Interacciones Programas RD.....	69
Tabla 10. Estándares vs. Servicios de Red Inteligente.....	70
Tabla 11. Parámetros para la determinación de la LBC.....	74
Tabla 12. Requisitos del programa de tarifas intradiarias.....	75
Tabla 13. Requisitos del Programa de Gestión de Carga.....	76
Tabla 14. Requisitos del Programa de Demanda en el Mercado.....	76
Tabla 15. Indicadores de desempeño de los programas RD.....	82
Tabla 16. Qué es un programa de respuesta de la demanda.....	98
Tabla 17. Expectativas de participar en un programa RD.....	98
Tabla 18. Expectativas de participar en un programa RD por tipo de usuario.....	99
Tabla 19. Expectativas de participar en un programa RD por regiones.....	99
Tabla 20. Estrategias para consumir energía de forma más eficiente.....	100
Tabla 21. Estrategias para acelerar la implementación de programas RD.....	100
Tabla 22. Estrategias para acelerar la implementación de programas RD en UNR.....	101
Tabla 23. Estrategias para fomentar la participación de los consumidores en los programas RD.....	101
Tabla 24. Principal barrera para modificar los consumos horarios de energía eléctrica.....	101
Tabla 25. Actores para las estrategias de fomento de RD.....	104
Tabla 26. Mensajes de fomento para las estrategias.....	105
Tabla 27. Medios de comunicación.....	107
Tabla 28. Actividades para la estrategia Difusión sectorial.....	108
Tabla 29. Diagrama de Gantt para la estrategia Difusión sectorial.....	109
Tabla 30. Indicadores de desempeño para la estrategia Difusión sectorial.....	109
Tabla 31. Matriz de responsabilidades de la estrategia Difusión sectorial.....	109
Tabla 32. Matriz de riesgos para la estrategia Difusión sectorial.....	110
Tabla 33. Mapa consolidado de la estrategia aprendizaje vivencial.....	112
Tabla 34. Actividades para la estrategia Aprendizaje vivencial.....	114
Tabla 35. Diagrama de Gantt para la estrategia Aprendizaje vivencial.....	115
Tabla 36. Indicadores de desempeño para la estrategia Aprendizaje vivencial.....	115
Tabla 37. Matriz de responsabilidades RASCI - Estrategia aprendizaje vivencial.....	115
Tabla 38. Matriz de riesgos para la estrategia de aprendizaje vivencial.....	116
Tabla 39. Mapa consolidado de la estrategia aprendizaje vivencial.....	118
Tabla 40. Actividades para la estrategia Potencializar oportunidades.....	119
Tabla 41. Diagrama de Gantt para la estrategia Potencializar oportunidades.....	119
Tabla 42. Indicadores de desempeño para la estrategia Potencializar oportunidades.....	120
Tabla 43. Matriz de responsabilidades RASCI - Estrategia Potencializar oportunidades.....	120
Tabla 44. Matriz de riesgos para la estrategia de Potencializar oportunidades.....	120
Tabla 45. Mapa consolidado de la estrategia Potencializar oportunidades.....	122
Tabla 46. Cronograma de implementación del piloto RD.....	125
Tabla 47. Matriz de responsabilidades para la implementación del piloto RD.....	125
Tabla 48. Matriz de riesgos para el piloto RD.....	125
Tabla 49. Información cobertura de servicios públicos.....	128
Tabla 50. Clasificación por tipo de suscriptores.....	129
Tabla 51. Información Densidad poblacional.....	130

Tabla 52. Información Experiencias programas sociales.....	130
Tabla 53. Información Experiencias programas tecnológicos.....	131
Tabla 54. Información potencial sostenibilidad.....	131
Tabla 55. Información potencial cultura energética.....	132
Tabla 56. Roles y responsabilidades actores programas RD.....	132
Tabla 57. Atributos para los programas RD.....	135
Tabla 58. Potencial de aplicación RD para UR según actividad económica.....	140
Tabla 59. Actividades de la estrategia para el piloto RD durante la planeación.....	141
Tabla 60. Matriz de riesgos para la ejecución de las actividades durante la planeación.....	142
Tabla 61. Indicadores de desempeño durante la planeación.....	142
Tabla 62. Beneficio de los programas RD.....	144
Tabla 63. Clasificación beneficios programas RD.....	144
Tabla 64. Descripción de los costos para el piloto RD.....	145
Tabla 65. Clasificación costos piloto RD.....	147
Tabla 66. Datos usados en la medición de huella de carbono del piloto.....	148
Tabla 67. Actividades de la estrategia para el piloto RD durante la preinstalación.....	149
Tabla 68. Matriz de riesgos para la ejecución de las actividades durante la pre-instalación.....	149
Tabla 69. Mensajes de fomento para el piloto RD durante la pre-instalación.....	150
Tabla 70. Notificaciones para los programas RD durante la pre-instalación.....	150
Tabla 71. Indicadores de desempeño durante la pre-instalación.....	150
Tabla 72. Actividades de la estrategia para el piloto RD durante la instalación.....	151
Tabla 73. Matriz de riesgos para la ejecución de las actividades durante la instalación.....	152
Tabla 74. Mensajes de fomento para el piloto RD durante la instalación.....	152
Tabla 75. Notificaciones para los programas RD durante la instalación.....	152
Tabla 76. Indicadores del piloto RD en la fase de instalación.....	153
Tabla 77. Lista de chequeo para ejecución del piloto RD.....	153
Tabla 78. Actividades de la estrategia para el piloto RD durante la ejecución.....	154
Tabla 79. Matriz de riesgos para la ejecución de las actividades durante la ejecución.....	155
Tabla 80. Mensajes de fomento del piloto durante la ejecución.....	155
Tabla 81. Notificaciones para los programas RD durante la ejecución.....	155
Tabla 82. Indicadores del piloto RD durante la ejecución.....	156
Tabla 83. Actividades de la estrategia para el piloto RD durante la evaluación.....	157
Tabla 84. Matriz de riesgos para la ejecución de las actividades durante la evaluación.....	157
Tabla 85. Notificaciones para los programas RD durante la evaluación.....	158
Tabla 86. Indicadores del piloto RD en la evaluación.....	158
Tabla 87. Departamentos clasificados por ICEE.....	160
Tabla 88. Departamentos clasificados por Porcentaje de Disponibilidad de Energía.....	161
Tabla 89. Departamentos clasificados por Porcentaje de Disponibilidad de Acueducto.....	162
Tabla 90. Departamentos clasificados por Porcentaje de Disponibilidad de Alcantarillado.....	163
Tabla 91. Departamentos clasificados por Porcentaje de Disponibilidad de Gas natural.....	164
Tabla 92. Departamentos clasificados por Porcentaje de Disponibilidad de Internet.....	164
Tabla 93. Estratificación de habitantes para Departamentos y municipios clasificados.....	165
Tabla 94. Estratificación de usuarios para Departamentos y municipios clasificados.....	166
Tabla 95. Densidad poblacional y de usuarios de energía para municipios clasificados.....	166
Tabla 96. Número de medidores inteligentes instalados.....	167
Tabla 97. Posibles ubicaciones para pilotos RD.....	167
Tabla 98. Proyectos socioambientales en las Posibles ubicaciones para pilotos RD- SIN.....	167
Tabla 99. Proyectos tecnológicos en las Posibles ubicaciones para pilotos RD- SIN.....	169
Tabla 100. Atributos Programas piloto SIN.....	173
Tabla 101. Actores para el piloto RD para SIN.....	175
Tabla 102. Asignación de responsabilidades para el piloto RD para SIN.....	175
Tabla 103. Mapa consolidado de la estrategia de fomento para el piloto RD para SIN.....	177
Tabla 104. Caracterización de los usuarios.....	178
Tabla 105. Tarifas del kW/h para cada tipo de usuario.....	179
Tabla 106. Definición de usuarios, disponibilidad de medidores y # participantes potenciales zona 1.....	180
Tabla 107. Definición de usuarios, disponibilidad de medidores y # participantes potenciales zona 2.....	180
Tabla 108. Numero de tipos de días por meses.....	180
Tabla 109. Consumos promedios para cada mes.....	181
Tabla 110. Participantes piloto RD por tipo de días.....	181
Tabla 111. Franjas por tipo de días para la zona 1.....	182
Tabla 112. Franjas por tipo de días para la zona 2.....	182

Tabla 113. Tarifas de los días T1, T2 y T3 para las franjas 1 y 2	183
Tabla 114. Subsidios para los diferentes tipos de usuarios	184
Tabla 115. Puntos por la reducción en el consumo	184
Tabla 116. Factores de impacto del programa RD para la zona 1	185
Tabla 117. Factores de impacto del programa RD para la zona 2.....	185
Tabla 118. Impacto del programa RD	186
Tabla 119. Personal responsable de las actividades del piloto	188
Tabla 120. Resultados de huella de carbono para los pilotos por actividad	189
Tabla 121. Resultados de huella de carbono para los pilotos por etapa	189
Tabla 122. Beneficios estimados pilotos RD para la zona 1	190
Tabla 123. Beneficios estimados pilotos RD para la zona 2.....	190
Tabla 124. Relación de Costos estimados pilotos RD para la zona 1	191
Tabla 125. Relación de Costos estimados pilotos RD para la zona 2.....	192
Tabla 126. Resumen beneficio y costo para los pilotos de la zona 1 y la zona 2	192
Tabla 127. Sensibilidad del piloto en función de la RD y el número de participantes zona 1	194
Tabla 128. Sensibilidad del piloto en función de la RD y el número de participantes zona 2	194
Tabla 129. Distribución del consumo de electricidad en Puerto Carreño.	199
Tabla 130. Potencial de aplicación RD en sector comercial y público en Puerto Carreño	200
Tabla 131. Requerimientos generales del programa de tarifas intradiarias.	201
Tabla 132. Atributos para el programa de tarifas intradiarias.....	201
Tabla 133. Actores y responsabilidades.	202
Tabla 134. Consolidado Actores, rol y función según la etapa del piloto RD.....	203
Tabla 135. Consolidado elementos estrategia Aprendizaje Vivencial	204
Tabla 136. Caracterización de los usuarios.....	206
Tabla 137. Tarifas del kW/h para cada tipo de usuario	206
Tabla 138. Definición de usuarios, disponibilidad de medidores y definición potencial de participantes zona 3.	207
Tabla 139. Número de tipos de días por meses.....	208
Tabla 140. Consumos promedios para cada mes en la zona 3	208
Tabla 141. Participantes piloto RD por tipo de días	208
Tabla 142. Franjas por tipo de días para la zona 3.....	209
Tabla 143. Tarifas de los días T1, T2 y T3 para las franjas 1 y 2	209
Tabla 144. Subsidios para los diferentes tipos de usuarios	210
Tabla 145. Puntos por la reducción en el consumo	210
Tabla 146. Factores de impacto del programa RD para la zona 3.....	210
Tabla 147. Impacto del programa RD	211
Tabla 148. Personal responsable de las actividades del piloto	212
Tabla 149. Actividades responsables de emisiones de GEI en el piloto	213
Tabla 150. Resultados de huella de carbono para los pilotos por actividad	213
Tabla 151. Resultados de huella de carbono para los pilotos por etapa	214
Tabla 152. Beneficios estimados pilotos RD para la zona 3.....	215
Tabla 153. Relación de Costos estimados pilotos RD para la zona 3.....	215
Tabla 154. Resumen beneficio y costo para los pilotos de la zona 3.....	216
Tabla 155. Sensibilidad de beneficios del piloto en función de la RD y el número de participantes.	217
Tabla 156. lecciones aprendidas y mejores prácticas para los pilotos RD}.....	218
Tabla 163. Criterios LBC	228

SIGLAS

AGPE: Auto Generador a Pequeña Escala.

APP: Herramienta digital para el acceso y/o uso en el programa RD.

CG: Usuarios del servicio de energía (Consumidor en general o suscriptor).

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas.

CND: Centro Nacional de Despacho.

DER: Recursos Energéticos Distribuidos.

ERD: Empresas oferentes de los programas RD.

GD: Generación Distribuida.

GEI: Gases de Efecto Invernadero.

I#: Indicador de desempeño en la estrategia de fomento.

LBC: Línea Base de Consumo de energía.

M#: Mensaje de comunicación en la estrategia de fomento.

MC#: Medio de comunicación x.

MME: Ministerio de Minas y Energía.

OO: Organismos encargados de la operación.

ORC: Organismos reguladores, control o planeación.

RACSI: Matriz de asignación de responsabilidades.

RD: Respuesta de la Demanda.

SSPD: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

SIN: Sistema Interconectado Nacional.

UPME: Unidad de Planeación Minero – Energética.

URD: Usuario que participa en un programa de Respuesta de la Demanda.

ZNI: Zona No Interconectada.

Respuesta de la Demanda

Antecedentes

En este capítulo se muestran los antecedentes necesarios para contextualizar al lector con respecto a los temas tratados en este estudio. En este sentido, se incluyen el referente de los compromisos de mitigación de emisiones adoptados por Colombia en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, como país miembro de la Conferencia de la Partes. También se enuncian las líneas estratégicas adoptadas por el Ministerio de Minas y Energía, enfatizando en la línea de la gestión eficiente de la demanda, de la cual hace parte el presente estudio. También se señala el componente normativo existente en Colombia que habilita el diseño e implementación de los programas RD como estrategia para llevar a cabo el compromiso de Colombia de mitigar emisiones GEI.

El aumento del consumo energético ha traído consigo un incremento de las emisiones de efecto invernadero, con el consiguiente desafío que impone sus efectos sobre la seguridad energética y sobre el medio ambiente, relacionados entre otros con el calentamiento global y la disponibilidad de los recursos. La apuesta es entonces, continuar con el crecimiento económico velando por un consumo de energía eficiente, esto en un contexto de responsabilidad con el medio ambiente. En el país, las emisiones provenientes del consumo de energía eléctrica son relativamente bajas, debido a que la principal fuente de generación de electricidad es la proveniente del agua. No obstante, Colombia adquirió ante el COP21 el compromiso de reducir las emisiones de GEI proyectadas a 2030 y el Ministerio de Minas y Energía formuló el Plan Integral de Gestión de Cambio Climático PIGCCme (Ministerio de Minas y Energía, 2018), el cual tiene como objetivo enfrentar de manera temprana los riesgos que se originan por el cambio climático en el sector minero-energético a través de la gestión en las siguientes líneas estratégicas: i) Eficiencia energética, ii) Emisiones fugitivas, iii) Matriz de generación y iv) Gestión de la demanda.

En línea con la gestión de la demanda, en Colombia existen retos respecto a la participación activa de la demanda en el sector eléctrico, en el que si bien se cuenta con un bajo consumo anual per cápita de 1.312 kWh/habitante (valor 2014 y comparado con valor OCDE de 8.009 kWh/habitante), el sector ha implementado programas de Respuesta de la Demanda -RD- que han evidenciado la capacidad de los usuarios para participar en el sistema. Por ejemplo, el programa Apagar-Paga logró ahorros en 500 GWh (en un mes) y 170 MW, y los mecanismos DDV y Respuesta de la Demanda en condición crítica que han registrado disponibilidades superiores a 171 MW y 76 MW, respectivamente.

Sumado a lo anterior, estudios realizados muestran un potencial RD de hasta 2.500 GWh en el 2030 por lo que se requiere implementar mecanismos complementarios a los vigentes para aprovechar la RD en condiciones no críticas del sistema. De esta manera, la aplicación de programas de respuesta de la demanda tiene como objetivo empoderar al usuario, que este sea consciente de sus consumos y aporte a la reducción o desplazamiento de la demanda de energía eléctrica trayendo consigo beneficios así mismo, al desarrollo sostenible y resiliente del sector, la eficiencia operativa del sistema eléctrico, la optimización de inversiones en infraestructura eléctrica para la prestación del servicio de energía eléctrica y fomentando la integración de tecnología en el usuario.

Para llevar a cabo este compromiso se han desarrollado algunas normatividades, que pretenden ayudar con el cumplimiento de la meta nacional en mitigación de GEI y la implementación de los programas RD. Estas normativas se muestran en la Figura 1.

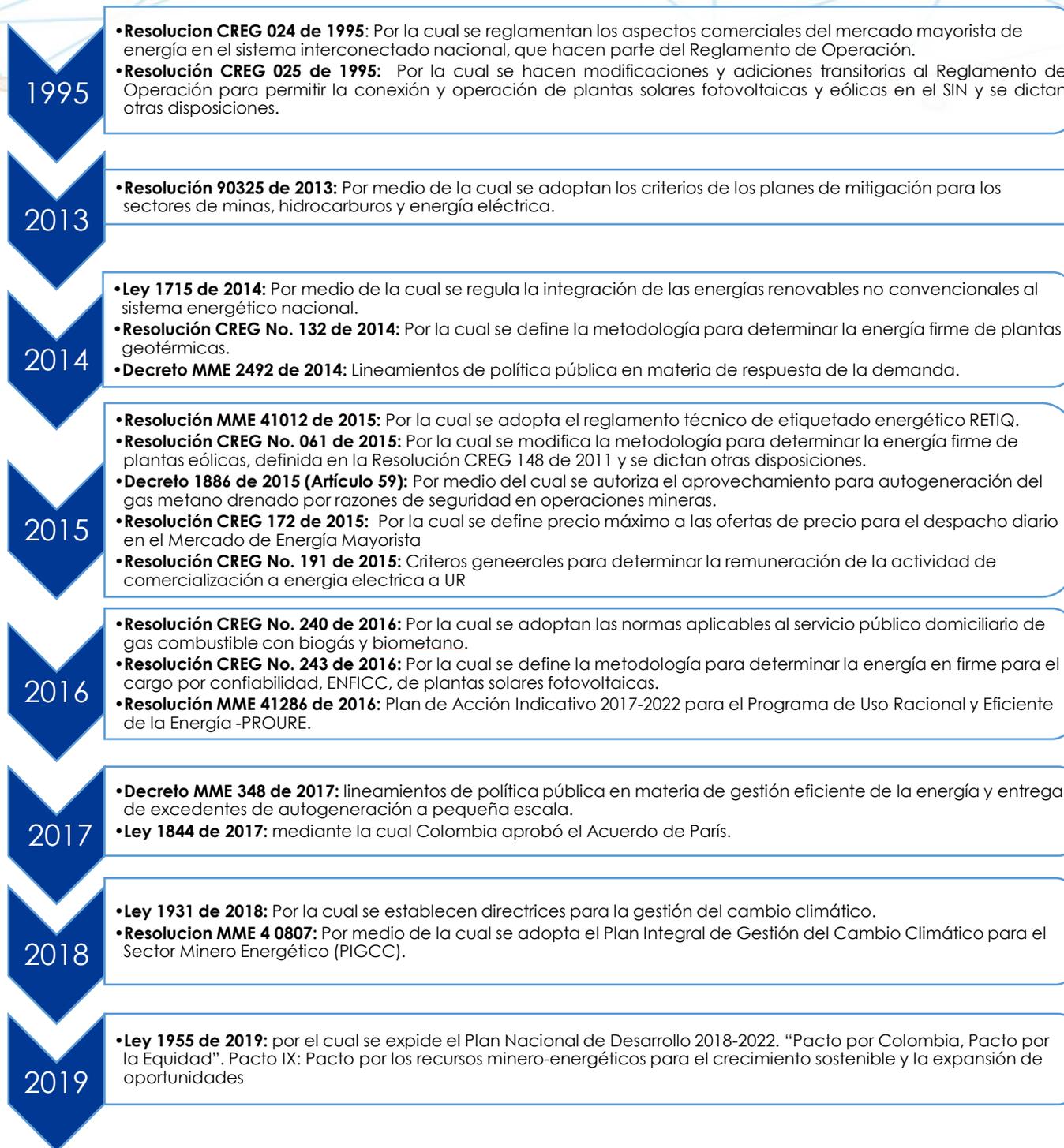


Figura 1. Normativas habilitantes para cumplimiento de Colombia en el COP 21 y la Respuesta de la Demanda.
 Fuente: Adaptado de (Ministerio de Minas y Energía, 2018)

Teniendo en cuenta lo estipulado en Decreto MME 2492 de 2014, en el cual se dictan los lineamientos para la implementación de la gestión de la demanda, se hace necesario que los usuarios sean parte activa en el consumo de la electricidad, y además que este se haga de la manera más amigable posible con el medio ambiente, emitiendo la menor cantidad de GEI que sea posible. Además, cabe destacar que los programas RD se realizan bajo el siguiente marco conceptual:

Gestión eficiente de la energía (Art.19, Ley 1715-2014): Conjunto de acciones orientadas a asegurar el suministro energético a través de la implementación de medidas de eficiencia energética y respuesta de la demanda.

Respuesta de la demanda (Colombia Inteligente): Reducción o desplazamiento del consumo de energía eléctrica generado por mecanismos de precios o incentivos a los consumidores.

Programa Respuesta de la Demanda (Colombia Inteligente): Conjunto de criterios y requisitos (atributos) para planear, incentivar-activar, medir, verificar y reportar la respuesta de la demanda de energía eléctrica individual o agregada en los procesos de operación técnico-económica y ambiental del sistema eléctrico.

Recurso energético distribuido – DER (Colombia Inteligente, DER por sus siglas en inglés): Recurso energético gestionable para el suministro, almacenamiento o consumo, conectado a nivel de la distribución o en las instalaciones de uso final con la posibilidad de participar activamente, individual o de forma agregada por medio de un tercero, en los servicios del sistema eléctrico.

Cultura energética (Colombia Inteligente): Costumbres o modos de vida para empoderar y apropiarse hábitos de consumo de energía consciente y eficiente que contribuyen al desarrollo sostenible y resiliencia del sector eléctrico.

El Ministerio de Minas y Energía expidió la resolución 4 0807 de 2018. En esta definió el Plan Integral de Gestión de Cambio Climático - PIGCC, que tiene como objetivo enfrentar de manera temprana los riesgos que se originan en el cambio climático para el sector minero energético a través de la reconversión tecnológica de equipos, procesos más eficientes energéticamente, transformación de las zonas no interconectadas, diversificación de la matriz energética, gestión de la demanda y gestión de las emisiones fugitivas del sector hidrocarburos. Y en este sentido, las actividades correspondientes a la línea estratégica de gestión activa de la demanda, referente particular de este estudio se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Actividades correspondientes a la línea de gestión de la demanda
Fuente: tomado de (Ministerio de Minas y Energía, 2018)

Acción	ID	Actividades	Responsable	Aliados - Apoyo
Tarifa Horaria (tarifa diferenciada)	GD. A1	Establecer los lineamientos de política que permitan el desarrollo de la regulación requerida para la implementación de modelos de tarificación horaria y/o canasta de tarifas a los usuarios del sistema	MME (OARE)	UPME
	GD.A2	Promover el uso de equipos que permitan el almacenamiento de energía eléctrica como herramienta para la gestión eficiente de la energía mediante el desplazamiento de los picos de demanda	MME (OARE)	CREG, UPME, Colombia Inteligente, Empresas comercializadoras
	GD.A3	Impulsar la implementación de los objetos dispuestos en la resolución MME 0072 de 2018 sobre la infraestructura de medición avanzada – AMI, la que la modifique o sustituya; y lo definido en la línea de acción 25 del CONPES3934 de política de crecimiento verde	MME (OARE)	CREG, UPME, Colombia Inteligente, Empresas comercializadoras
Agregador de la demanda	GD.B1	Definir y reglamentar el mecanismo que habilite la agrupación de usuarios para ofertar su demanda de energía eléctrica en el mercado de energía	MME (OARE)	CREG, UPME, Colombia Inteligente, Empresas comercializadoras

Así mismo en el año 2018, el Ministerio de Minas y Energía llevó a cabo un estudio que tenía por objeto: "Realizar un estudio que permita definir lineamientos de política y regulación energética para incentivar mecanismos de respuesta de la demanda en el país, y el uso de infraestructuras de almacenamiento de energía." Este se llevaría a cabo teniendo en cuenta un análisis de experiencias internacionales en mecanismos de respuesta de la demanda y la integración de los sistemas de almacenamiento de energía eléctrico en el sistema eléctrico, de igual manera también se debía revisar los lineamientos existentes para identificar los ajustes regulatorios necesarios para promover la implementación, algunas de las recomendaciones del estudio con respecto a la ejecución en el país son:

- Despliegue de AMI.
- Reglamentación de la figura del agregador.
- Incluir la respuesta de la demanda en los planes de expansión.

Con base en las reglamentaciones anteriores es que la organización Colombia Inteligente junto con el Ministerio de Minas y Energía tienen como objetivo la masificación de los mecanismos de respuesta de la demanda, los cuales promueven el crecimiento económico y el bienestar en Colombia de forma sostenible y mayor eficiencia en la operación del sistema, que derivan directamente en ahorros e incentivos para los usuarios y la mitigación de emisiones de GEI. En este contexto, y como precedente a la consolidación de mecanismos que permitan la mitigación de GEI, y específicamente la implementación de programas de respuesta de la demanda, desde el año 2017, la iniciativa Colombia Inteligente, con el soporte de la oficina de asuntos Sociales y Ambientales del MME y el Centro de Investigación en Agricultura Tropical (CIAT, ha realizado en estudios previos, las siguientes actividades:

- 1. Análisis del Potencial de demanda activa para la mitigación de GEI:** Se identificó el potencial de demanda activa mediante la inserción de mecanismos de respuesta de la demanda RD, fueron evaluados los mecanismos como Apagar paga en 2015 y Desconexión de Demanda Voluntaria (DDV) implementados en el país hasta la fecha. El mecanismo de DDV, le permite al generador acudir a través de los comercializadores, a los usuarios del Sistema Interconectado Nacional, SIN; con la condición de que los usuarios logren efectivamente reducir su consumo de energía, de manera que la reducción del usuario se descuenta de la obligación que tiene el generador de entregar una cantidad de energía comprometida en el cargo por confiabilidad. Los usuarios que optan por la desconexión lo hacen principalmente porque pueden modificar su proceso productivo o porque cuentan con equipos de generación de respaldo (Colombia Inteligente, 2018a).
- 2. Referenciamiento RD:** revisión de los tipos de mecanismos RD basados en precios o en incentivos y experiencias a nivel internacional y nacional.
- 3. Potencial RD en Colombia:** caracterización de la demanda, partiendo de un análisis de las curvas de carga que se presentan en el mercado definiendo 6 tipos de comportamiento (Delfín Rosado- tres cambios representativos durante el día-, Tortuga -consumo laboral diurno-, Zarigüeya -consumo nocturno-, Manatí/Caimán -consumo similar durante todo el día-, Oso perezoso -2 cambios representativos al inicio y final del día- y Rana -consumo sin un patrón definido-. De igual manera, se hizo una diferenciación del potencial de aporte por tipo de sector productivo y el análisis detallado de cada sector que permitió identificar las actividades económicas con potencial de aplicación en programas RD.
- 4. Diseño de programas RD:** se definieron los criterios para el diseño de programas RD en Colombia, se identificaron preferencias de los usuarios para participar en un programa RD (se implementó una herramienta de investigación que mostró que el 90,9% de los usuarios estaría dispuesto a participar en programas de respuesta de la demanda a cambio de algún tipo de beneficio), se establecieron los habilitadores necesarios para el uso amplio de los programas, se definieron 17 atributos para el funcionamiento de un programa RD y la arquitectura tecnológica para la operación técnica de dichos programas y uso como recurso del sistema.
- 5. Acciones de los programas de RD, Tarifa intradiaria y Demanda en el Mercado.** Durante el primer semestre de 2020, Se estructuraron dos documentos en el cual se analizaron las acciones necesarias para las actividades necesarias para la implementación de los programas de tarifa intradiaria y demanda en el mercado, con los cuales se busca dar claridad a las empresas oferentes de los programas acerca de los pasos a seguir para la correcta puesta en marcha de estos programas.

A partir de la información previa y el trabajo antecedido, el presente proyecto persigue tres objetivos principales: i) presentar la información completa relacionada con los programas RD a implementar en los pilotos tanto en SIN como en ZNI, ii) sugerir estrategias para empoderar, vincular y fidelizar los usuarios participantes de los programas RD y iii) definir los criterios mínimos necesarios para el diseño e implementación de un programa piloto RD en SIN y ZNI.

En ese contexto y considerando los diferentes avances en Colombia respecto a la respuesta de la demanda, existen diversas aplicaciones o necesidades en donde se podría implementar un programa RD, en general se podrían identificar las siguientes:

- Mitigar el impacto por energía no suministrada ante limitaciones del sistema.
- Disminuir la generación térmica y el consumo de combustible Diésel o de otro de tipo.
- Mitigar emisiones de GEI asociados a la generación.
- Evaluar el empoderamiento del usuario (elasticidad de la demanda y portafolio de servicios).
- Disminuir la congestión local en un área del sistema de distribución (por ejemplo, en hora pico).
- Desplazar inversiones en nuevos activos (vida útil del sistema/equipos).
- Disminuir fallas asociadas a sobrecargas de circuitos y equipos.
- Controlar la demanda crítica ante contingencias del sistema (Gestión de Carga).
- Disminuir las pérdidas técnicas del sistema y de sus costos asociados, entre otros.

Cada una de estas aplicaciones requiere de un análisis detallado a nivel horario, o en tiempos inferiores, del consumo individualizado y de las características eléctricas del sistema eléctrico (topologías, flujos, cargas, entre otros) con el fin de identificar el potencial aporte individual o agregado de los consumidores que participan en el programa RD.

Ahora bien, partiendo que en general el acceso a la información es restringido y en otros casos limitada o inexistente para los periodos requeridos, toma relevancia el diseño de pilotos bajo una serie de supuestos basados en elementos teóricos o experimentales con el fin de determinar la efectividad de las mismas, considerando las posibilidades de su desarrollo posterior. Particularmente, la implementación de estos pilotos de programas RD, permitirá probar la validez de los supuestos considerados en el diseño de los programas, identificar los componentes de aciertos y desaciertos para intervenirlos, ensayar la eficacia y pertinencia de los instrumentos, metodología y protocolos diseñados para los programas e identificar las variables de interés y medir el desempeño de estas. De esta manera, el alcance dentro de este documento es partir de la identificación de necesidades y requerimientos para que un usuario participe en un programa RD y con esto estimar su potencial aporte en respuesta de la demanda, respuesta que podrá ser utilizada en las distintas aplicaciones mencionadas anteriormente según las necesidades particular de un sistema eléctrico o mercado de comercialización.



Programas RD

Identifica, diseña y evalúa

En este capítulo se identifican y describen los atributos que se requieren para el diseño de los tres programas de Respuesta de la Demanda (RD) priorizados para Colombia: Tarifa intradiaria, Gestión de Carga y Demanda en el mercado. Inicialmente, se presenta la formulación de los programas, lo que incluye la identificación, el establecimiento de los atributos y la arquitectura tecnológica para cada programa definido. Posteriormente se presentan los elementos para caracterizar y monitorear los programas, que incluye el análisis del comportamiento de consumo de los usuarios, la línea base de consumo y los requisitos para el reporte de datos de los programas

Finalmente, también se presenta información relacionada con la evaluación de los programas. Inicialmente se describe la metodología para la evaluación, luego se definen los indicadores de desempeño de los programas desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social, y finalmente se presenta la valoración de los riesgos asociados a la implementación de los programas

Dada la poca experiencia en Colombia frente al diseño e implementación de programas RD, se hace necesario contar con una guía que facilite a las empresas oferentes el recorrido por todos los procesos asociados y que permita un empoderamiento del cliente y garantice la obtención de resultados. La guía incluye tres aspectos principales: 1) formulación de programas, en donde se proponen tres tipos de programas RD para Colombia (tarifas intradiarias, gestión de cargas y demanda en el mercado). Se identifican los 17 atributos necesarios para estos programas, luego se muestra como es el comportamiento del usuario, en cuanto a sus consumos, los criterios y los requerimientos para la elaboración de la LBC. 2) Caracterizar y monitorear, para conocer y estandarizar el comportamiento en el consumo de energía de los usuarios, dado que este es uno de los insumos más importantes para la LBC y 3) Evaluación de programas, en donde se plantean metodologías de medición y verificación que garantice que los resultados son confiables y que permita analizar los resultados de manera continua para determinar las acciones de mejora necesarias para alcanzar los objetivos planteados inicialmente.

La Respuesta de la Demanda (RD) es un mecanismo que se usa con el fin de gestionar el consumo de la demanda de energía a partir de acciones que permitan la reducción o el desplazamiento de la misma. Esto se consigue, trasladando los consumos de energía en periodos denominados pico, donde el consumo es mayor, a periodos denominados valle, donde el consumo es menor, motivado por el incremento en el precio de la energía en horarios de alta demanda y así optimizar el uso de la infraestructura eléctrica. Sin embargo, fomentar la participación activa de la demanda depende de incentivos económicos ofrecidos por el aporte de los participantes o por penalizaciones debido al incumplimiento de los compromisos.

Los programas RD son mecanismos que facilitan la interacción de doble vía entre la empresa de energía y el consumidor de energía, de acuerdo con la definición de las premisas de las redes inteligentes. El Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE por sus siglas en inglés) propone dos tipos de mecanismos para incentivar programas de respuesta de la demanda: los programas basados en precios y los programas basados en incentivos. Los programas dependen del periodo en que se realiza la planeación de los sistemas de potencia como se muestra en Figura 2.

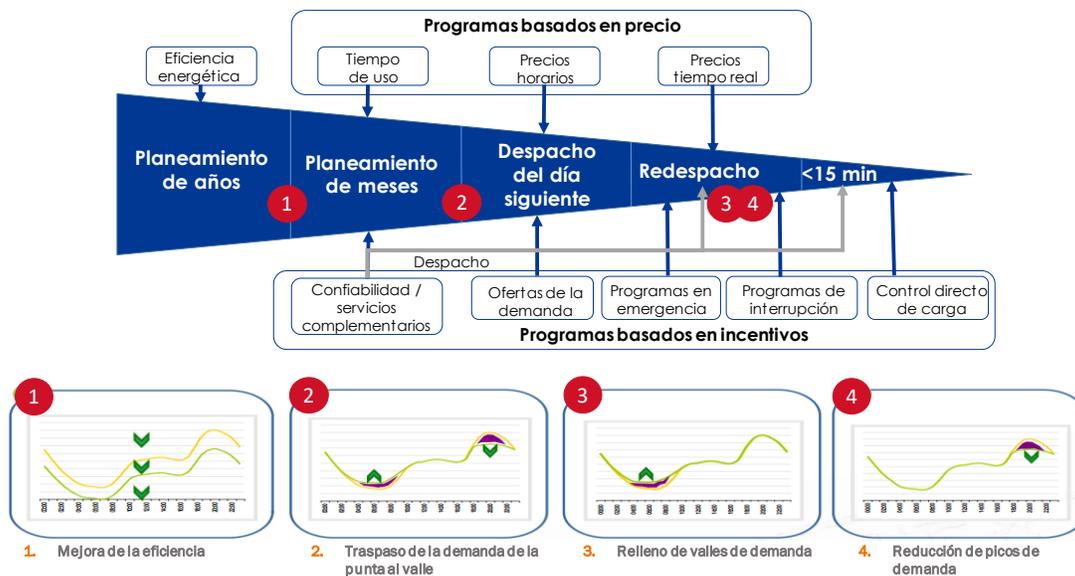


Figura 2. Línea de tiempo planeación programas RD y su impacto en la curva de demanda. Fuente: tomado de (Colombia Inteligente, 2018)

Con el fin de conocer los patrones de consumo de los usuarios de los programas RD es necesario conocer el comportamiento horario de los consumidores, sin importar que estos sean regulados o no regulados. Algunos de estos comportamientos, según la actividad económica, se muestran en la Figura 3. Las líneas grises representan el comportamiento individual, mientras que la línea amarilla muestra el agregado de cada actividad económica.

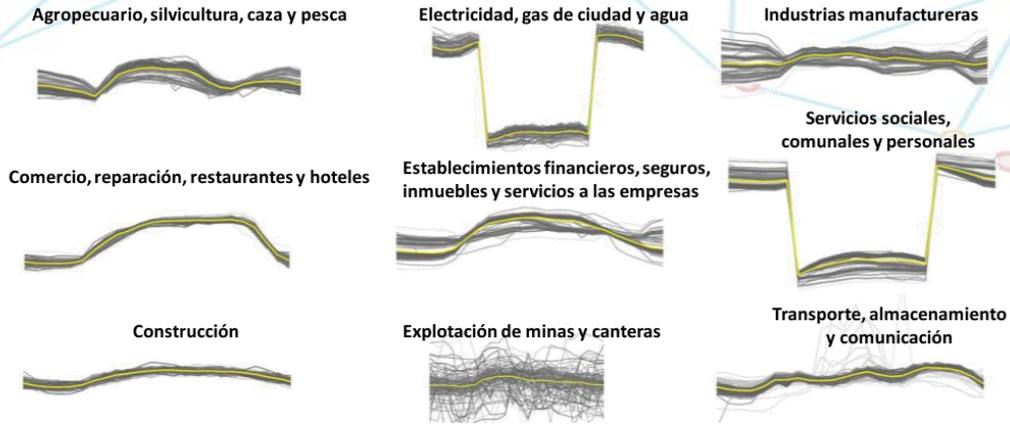


Figura 3. Comportamiento horario por actividad productiva.
Fuente: Elaboración propia. Datos (XM, 2018).

De igual forma, con el objeto de implementar los programas de respuesta de la demanda (RD) en el país, se tienen en cuenta algunos antecedentes de política pública, regulatorios y normativos que se muestran en la Figura 4.

2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<p>Resolución CREG 203: En relación con la verificación y liquidación de la Demanda Desconectable Voluntaria y el cálculo de la disponibilidad comercial dentro de la Remuneración Real Individual Diaria del Cargo por Confiabilidad</p>	<p>Ley 1715: Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.</p>	<p>Resolución CREG 011: Por la cual se regula el programa RD para el mercado diario en condición crítica.</p> <p>Resolución MME 41012: Por la cual se adopta el reglamento técnico de etiquetado energético RETIQ.</p>	<p>Resolución CREG 029: Por la cual se define un esquema de tarifas diferenciales para establecer los costos de prestación del servicio de energía eléctrica a usuarios regulados en el SIN para promover el ahorro voluntario de energía</p>	<p>Decreto MME 348: lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala.</p>	<p>CONPES 3934: Política de crecimiento verde</p> <p>Resolución MME 4 0807: Por medio de la cual se adopta el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático para el Sector Minero Energético (PIGCC).</p>	<p>Resolución CREG 069: Por la cual se realizan ajustes a las pruebas DDV de que trata la Resolución CREG 098 de 2018 y se adoptan otras disposiciones.</p>	
	<p>Documento CREG 077: El cual define una metodología para asignar la Obligaciones de Energía Firme a plantas que tienen energía firme.</p> <p>Decreto MME 2492: Lineamientos de política pública en materia de respuesta de la demanda.</p>	<p>Resolución CREG No. 061: Por la cual se modifica la metodología para determinar la energía firme de plantas eólicas, definida en la Resolución CREG 148 de 2011 y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Resolución CREG No. 243: Por la cual se define la metodología para determinar la energía en firme para el cargo por confiabilidad, ENFICC, de plantas solares fotovoltaicas.</p> <p>Resolución MME 41286: Plan de Acción Indicativo 2017-2022 para el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía - PROURE.</p>	<p>Ley 1844: mediante la cual Colombia aprobó el Acuerdo de París.</p>	<p>Ley 1931: Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.</p> <p>Resolución CREG 098: Por la cual se adoptan las normas para regular las pruebas de disponibilidad de la demanda desconectable voluntaria y se adoptan otras disposiciones relativas a los anillos de seguridad del Cargo por Confiabilidad</p>	<p>Ley 1955: por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad".</p> <p>Pacto IX: Pacto por los recursos minero-energéticos para el crecimiento sostenible y la expansión de oportunidades</p>	<p>Acuerdo CNO 1303: Por el cual se actualizan los procedimientos para la gestión integral de la demanda</p>

Figura 4. Antecedentes de política pública, regulatoria y normativa.
Fuente: Elaboración propia.

Se han tenido en cuenta los lineamientos en gestión eficiente de la energía dictados por la Ley 1715 de 2014, las resoluciones CREG asociadas a los mecanismos que han sido habilitados en el país (como Demanda Desconectable Voluntaria y Apagar Paga), y otros documentos emitidos por el Ministerio de Minas y Energía. Es necesario destacar que un elemento fundamental es la estructura tarifaria y en relación a este, el marco regulatorio en Colombia determina que el cálculo de las tarifas para los suscriptores del servicio de energía eléctrica está dado por las resoluciones CREG 031-119/07, 097/08, 110/09, 173/11, 083/12, 108/12, 010/13, 180/14, 191/14 y 036/15. Estas resoluciones establecen el costo unitario (CU) de prestación del servicio, y permite agregar los componentes de costos, usando fórmulas tarifarias definidas por la Comisión o por mecanismos de mercado.

Actualmente, la participación de la demanda en el contexto colombiano está limitada a programas diseñados para respaldar la operación del sistema eléctrico ante condiciones críticas de abastecimiento energético, especialmente asociadas a fenómenos climáticos extremos como el Niño. Por lo que es necesario habilitar a la demanda con herramientas de participación en condiciones normales del sistema eléctrico, buscando beneficios tanto para el sistema como para los usuarios, teniendo en cuenta las particularidades del mercado eléctrico colombiano. Teniendo esto presente, a continuación, se describen los programas de RD que fueron definidos para habilitar la demanda en condiciones normales, cuyo diseño involucra: i) la formulación, ii) la caracterización y monitoreo y iii) la evaluación.

1.1. Formulación programa RD

Un programa RD es un programa diseñado para que el usuario final reciba beneficios por reducir o desplazar sus consumos de energía eléctrica, es decir, que modifique sus patrones de consumo. Los beneficios son económicos por reducción en el valor de la factura, ambientales al reducir las emisiones asociadas a la generación de energía, entre otros. También se logra una comunicación constante y por diversos canales entre la empresa que oferta el servicio de energía y el cliente.

En esta sección, se contextualizan los diferentes programas RD existentes en el país, y a manera referencial se proponen tres tipos de programas RD para Colombia: 1) programa de tarifas intradiarias, 2) programa de gestión de cargas, y 3) programa de demanda en el mercado. Se identifican los 17 atributos necesarios para estos programas, luego se muestra como es el comportamiento del usuario, en cuanto a sus consumos, los criterios y los requerimientos para la elaboración de la línea base de consumo (LBC). De igual manera, se presentan los diferentes requisitos informativos, tecnológicos y operativos para el funcionamiento de los programas RD. Por último, se dan las pautas para la evaluación de los impactos y los resultados de la implementación de los programas RD.

1.1.1. Identificar el tipo de programa

Actualmente y a nivel internacional se podrían caracterizar 10 tipos de programas RD, siete de los cuales están basados en incentivos (Control directo de carga, Carga Interrumpible/ reducible, Oferta mercado energía, Oferta servicios complementarios, Demanda Desconectable Voluntaria, Emergencia / Racionamiento, Sistema distribuido de energía) y los tres restantes, basados en precios (Autónomo, Cambio de Horario y Condición Crítica). Colombia en particular, ya aplica programas RD, sin embargo, estos se han implementado para responder a situaciones críticas de abastecimiento.

Teniendo presente que el objetivo es implementar programas RD bajo condiciones de operación normal del sistema, con el fin de garantizar la eficiencia del sistema, reducir el uso de plantas de respaldo operadas con combustibles fósiles y mitigar la generación de GEI, entre otros; y a partir de los programas RD ya existentes, se definen tres programas adicionales, dos basados incentivos y uno basado en precio.

El programa basado en precios o programa no despachable, se denomina Programa de Tarifa Intradiaria. Este es un programa en el cual pueden participar todos los usuarios de manera voluntaria u obligatoria, dependiendo de las condiciones. Este programa contará con un número de franjas o periodos intradiarios que dependerán de las condiciones particulares de la curva de carga en cada región. En este programa, el usuario recibe un incentivo vía tarifa para trasladar el consumo de periodos denominados pico (alto consumo de energía) en los que se ofrece un precio alto, a horas denominadas valle (menor consumo de energía) con menor precio.

Los dos programas definidos basados en incentivos, o programas despachables, son los denominados Programa de Gestión de Carga, en el que el usuario acepta desconectar o reducir cierta cantidad de carga cuando el sistema así lo requiera y a cambio de esto recibir un incentivo y Programa de Demanda en el Mercado, en el que la demanda de energía eléctrica es integrada como un elemento activo en los diferentes mecanismos de mercado, como el despacho económico del sistema, mediante ofertas de desconexión presentadas por el usuario. Estos programas habilitarían la participación de los usuarios en los servicios definidos para la operación del sistema eléctrico. Una vez definidos los tipos de programas, es importante establecer los objetivos para cada uno dado que estos reflejan las metas que se pretenden lograr con su implementación.

Así, por ejemplo, los tres programas tienen en común, que hacen parte de una estrategia sectorial para la mitigación de emisiones GEI del sector eléctrico colombiano, a la vez que buscan suavizar el pico de la demanda. A continuación, en la Tabla 2 se presenta la descripción y objetivos de estos programas.

Tabla 2. Descripción y objetivos de los programas RD
 Fuente: (Colombia Inteligente, 2019)

Programa	Descripción	Objetivos
Tarifas intradiarias	El programa de tarifas intradiarias utiliza los principios de las tarifas de tiempo de uso, en las cuales el usuario recibe un incentivo vía tarifa para cambiar el uso de la energía, trasladando el consumo durante un periodo pico, en los que se ofrece un precio alto, a uno en horas no pico, donde la energía tiene menor precio.	<ul style="list-style-type: none"> • Trasladar señales eficientes del costo de prestación del servicio de energía eléctrica al usuario. • Desplazar patrones de consumo a horas del día en las que resulta menos costosa la operación. • Mitigar emisiones de gases de efecto invernadero. • Suavizar el pico de la demanda. • Gestionar restricciones de la red.
Gestión de carga	Con este mecanismo el usuario acepta desconectar o reducir cierta cantidad de carga cuando el sistema lo requiera; a cambio, este recibe un incentivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Habilitar participación activa de la demanda en los servicios del sistema eléctrico. • Empoderar al usuario de su comportamiento energético. • Suavizar el pico de la demanda • Gestionar restricciones de la red. • Mitigar emisiones GEI
Demanda en el mercado	En este programa la demanda de energía eléctrica es integrada como un elemento activo en los diferentes mecanismos de mercado, como el despacho económico del sistema, mediante ofertas de desconexión presentadas por el usuario. Además, es posible habilitar su participación en mercados de servicios complementarios y mercado de confiabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Trasladar señales eficientes del costo de prestación del servicio de energía eléctrica al usuario. • Desplazar patrones de consumo a horas del día en las que resulta menos costosa la operación. • Mitigar emisiones de gases de efecto invernadero. • Gestionar restricciones de la red y suavizar el pico de la demanda

Definir el programa y los objetivos de estos no es suficiente para implementarlos, es necesario, además, tener en cuenta las acciones que permiten impulsar el programa, así como las limitaciones de este, como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Habilitadores y limitaciones de los programas RD
 Fuente: (Colombia Inteligente, 2019)

Programa	Habilitadores/Fortalezas	Limitaciones
Tarifas intradiarias	La masificación de los medidores avanzados (AMI), e implementar un esquema de tarifas intradiarias. La fortaleza que posee este programa es su ágil implementación, siempre y cuando se den las señales regulatorias adecuadas.	Para aquellos usuarios que sean poco flexibles en el cambio de sus patrones de consumo. Por ejemplo, se podrían obtener incrementos en el valor del servicio, el poco despliegue de AMI constituye otra limitación, además, que, dependiendo del usuario, que la diferencia de tarifa entre las horas pico y no pico no sea significativa y no incentive cambios en el comportamiento del consumo de energía.
Gestión de carga	La automatización de los recursos y contar con un agregador de recursos energéticos distribuidos. Este programa tiene como fortaleza que el sistema puede disponer de las cargas, en caso de necesitarlas y, además, que los usuarios no necesitan encargarse de la desconexión de las cargas, ya que estas se pueden gestionar de forma automática.	El usuario deberá conocer mejor su proceso productivo y además que se requiere del cálculo de una línea base.
Demanda en el mercado	Los usuarios pueden participar de manera activa ofertando los periodos de reducción a través de acciones habilitadoras tales como la participación en el mercado de un agregador de recursos energéticos distribuidos, y la masificación de la medición avanzada.	N/A

1.1.2. Establecer los atributos del programa RD

Los programas mencionados previamente, requieren del cumplimiento de una serie de atributos para su funcionamiento. Tales atributos dependen del tipo de mercado en el que se implemente el programa, si se trata de un mercado regulado o no regulado, de los recursos disponibles para llevarlos a cabo, del tipo de incentivo que se recibe por la participación efectiva, del periodo en el que se ejecute y de la disponibilidad anunciada para participar del programa RD, entre otros. En la Tabla 4, se muestra la descripción de los atributos.

Tabla 4. Atributos de un programa RD

Fuente: (Colombia Inteligente, 2019)

Atributo	Descripción
Objetivo del programa	Este campo muestra las metas del programa RD
Incentivos del programa	Recompensas o castigos que se reciben por la participación en los programas
Diseño de tarifas	Se realiza con el fin de que cuando se implementen los eventos de RD, estos sean liquidados correctamente
Mercado	Tipo de usuarios a los que está dirigido el programa RD
Prerrequisitos participación	Tipo de equipos son necesarios para poder medir los consumos de energía o poder realizar la gestión de cargas y que condiciones debe tener el usuario para participar de los programas
Tiempo del programa -franja-	Periodo de tiempo en el que se habilitara el evento
Restricciones de los eventos	Limitaciones que se tienen para participar en los eventos
Duración del evento	Tiempo estimado que dura el evento
Notificación – Arquitectura	Es la forma en que se debe avisar a los usuarios sobre el evento de RD y la antelación con que debe notificarse
Comportamiento esperado	Después de aplicado el evento RD en este campo se muestra cómo sería el comportamiento esperado de los usuarios
Disponibilidad	Es la disponibilidad que tiene el usuario para participar en los programas RD
Recurso	Es el tipo de cargas a las que están dirigidas el programa RD
Periodo	Las franjas en las cuales se va a aplicar el programa RD
Activación del funcionamiento programa	Cuál es el procedimiento que se lleva a cabo para que el evento de RD empiece su funcionamiento
Línea base	Es la metodología que se utiliza para comparar el resultado de la participación de los mecanismos RD
Monitoreo y verificación	Describe el procedimiento utilizado para realizar la verificación de la participación de los usuarios en el programa de respuesta de la demanda
Requerimiento tecnológico	Muestra cual es la tecnología necesaria para que el programa RD pueda ser implementado

A continuación, se describen los atributos particulares para cada programa RD.

a. Programa de tarifas intradiarias

Este programa RD se soporta en la señal de precios habilitando el diseño de portafolio de tarifas durante el día sin mayores requerimientos tecnológicos y requisitos necesarios para su buen funcionamiento. En general, tiene como objetivo utilizar franjas del día con tarifas más bajas para incentivar el desplazamiento del consumo de horas y franjas con tarifas más altas para reducir consumo en dicho periodo.

A su vez, se resalta que para lograr una mayor participación y la apropiación de los beneficios individuales de cada usuario se requiere implementar la medición avanzada para acceder a información que le permita materializar los beneficios de las tarifas diferenciadas (se propone un esquema de máximo tres niveles de tarifas que deberán identificarse en función del comportamiento de la curva de carga de cada mercado de comercialización). Este es un programa ágil de implementar debido a que no tiene muchos requisitos para su adecuado funcionamiento. El primer requisito es el conocimiento de las tarifas horarias por periodo de energía, dado que la participación del usuario dependerá de la diferencia de tarifas. A su vez, se presenta la necesidad de medición de los consumos en los periodos en que se establecen las tarifas diferenciadas. En la Tabla 5, se muestran los diferentes atributos para este programa.

Tabla 5. Atributos para el programa de tarifas intradiaria.
 Fuente: Elaboración propia.

Atributo	Aplicación Programa Tarifa intradiaria
Objetivos del programa	<ul style="list-style-type: none"> • Trasladar señales eficientes del costo de prestación del servicio de energía eléctrica al usuario. • Desplazar patrones de consumo a horas del día en las que resulta menos costosa la operación. • Mitigar emisiones de gases de efecto invernadero. • Suavizar el pico de la demanda. • Gestionar restricciones de la red.
Incentivos del programa	Tarifas diferenciadas por franjas de consumo.
Diseño de tarifas	<ul style="list-style-type: none"> • Definir tarifa horaria por defecto (Costo Unitario -CU-) del kWh. • El programa define el delta entre franjas (\$), número de franjas y su duración.
Mercado objetivo	Residencial (alta aplicabilidad), Comercial, Industrial (procesos flexibles) u Oficial.
Prerrequisitos participación	Medidor de energía que registre los consumos en el periodo que corresponda al diseño de las tarifas.
Tiempo del programa	El tiempo no está asociado a alguna condición estacional o del año.
Restricciones de los eventos	Las restricciones las pone el usuario, según el nivel de comodidad en el hogar o actividad que esté dispuesto a modificar.
Duración del evento	El usuario decide la duración del consumo. La duración está acotada al periodo de tiempo de cada franja (máximo tres franjas). En general, una franja para el pico de la demanda, una franja para consumos promedios y una franja para consumos bajos (nocturnos-madrugada).
Notificación - Arquitectura	Reporte de los precios y franjas para el uso del programa (realizar proceso de inscripción y periodo de prueba por parte del usuario).
Comportamiento esperado	Los usuarios al conocer las tarifas intradiarias del programa, disminuirán o trasladarán sus consumos a las horas que les brinde un mayor beneficio.
Disponibilidad	No se requiere reportar disponibilidad.
Recurso	Climatización/ Cocción / Enfriamiento / Iluminación-otros / Vehículos eléctricos /Almacenamiento
Periodo	<ul style="list-style-type: none"> • 3 periodos (pico, intermedio, valle). • En ciertos casos el periodo intermedio se puede eliminar (tipo de mercado de comercialización).
Activación del funcionamiento programa	Se activa con la expedición de resolución o concepto CREG que habilite el diseño de tarifas por franjas y la instalación de medidor para todos los usuarios. Particularmente al mercado regulado dado que para los usuarios no regulados solo se requeriría fomentar el ofrecimiento del esquema RD.
Línea base	No se requiere línea base para las franjas tarifarias y acceder a los beneficios.
Monitoreo y verificación	No se requiere monitoreo y verificación para las franjas tarifarias y acceder a los beneficios. Se realiza monitoreo para el seguimiento y evaluación del aporte del programa RD al sistema.
Requerimiento tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor avanzado (registro de datos) y app de información para acceder a los datos. • No es indispensable automatizar equipos para hacer el cambio de comportamiento del consumo (acciones manuales). • Medición avanzada individual permite que el usuario que realiza la RD reciba directamente los beneficios y se evita la apropiación por parte de terceros.

a. Programa de gestión de carga

Para el programa de gestión de carga se debe tener en cuenta que este puede aplicarse a todo tipo de cargas, siempre y cuando estas no sean críticas; además, este programa se puede usar de manera adicional para realizar control de frecuencia y alivio de congestiones o restricciones. La operación de este programa depende de la disponibilidad de elementos actuadores que permitan la desconexión de las cargas, tales como medidores avanzados que incorporen esta función, equipos automáticos o acciones manuales del propio usuario.

En la Tabla 6, se muestran los atributos para este programa.

Tabla 6. Atributos para el programa gestión de carga

Fuente: (Colombia Inteligente, 2019)

Atributo	Aplicación Programa gestión de carga
Objetivo del programa	<ul style="list-style-type: none"> • Habilitar participación activa de la demanda en los servicios del sistema eléctrico. • Empoderar al usuario de su comportamiento energético. • Mitigar emisiones GEI. • Suavizar el pico de la demanda. • Atender problemáticas de la red gestionando eficientemente la demanda.
Descripción del programa	Con este mecanismo el usuario acepta desconectar o reducir cierta cantidad de carga cuando el sistema lo requiera, a cambio este recibe un incentivo.
Incentivos del programa	<ul style="list-style-type: none"> • Los incentivos pueden ser varios: Descuentos en la factura, devolución del dinero, o bonos de mitigación de CO2, entre otros. • Penalización: Multa por incumplimiento de los niveles de reducción acordados, multa por evento no participado, entre otras.
Diseño de tarifas	Esquema tarifario horario o franjas, los incentivos o penalizaciones por la participación en el programa de respuesta de la demanda se deciden de acuerdo con el contrato establecido para tal fin.
Mercado	Residencial, Comercial, Industrial, Instituciones (oficial)
Prerrequisitos participación	El usuario puede tener un medidor avanzado que permita la desconexión remota de las cargas o también puede tener un actuador que tenga la misma función.
Tiempo del programa (franja)	El evento puede abarcar todo el año, especialmente donde se presenten los mayores consumos de energía o emergencias en el sistema.
Restricciones de los eventos	Típicamente de lunes a viernes, excepto festivos, con eventos de días consecutivos generalmente permitidos (dependiendo de la zona geográfica, región o ciudad, es probable la participación de eventos los días sábados).
Duración del evento	El evento de control directo de carga puede ocurrir en cualquier momento (se recomienda que su duración no supere las 2 horas para evitar posible retiro de los usuarios). En general, el evento ocurre en los momentos donde se dé el mayor consumo de energía.
Notificación - Arquitectura	La notificación del evento se debe hacer antes de que este ocurra, generalmente con un día de anticipación las señales estarán dirigidas a dispositivos físicos (termostatos, AC, etc..)
Comportamiento esperado	Los usuarios no están obligados a participar de los eventos, pero estos se verán interrumpidos si los usuarios deciden modificar las cargas desconectadas por sí mismos. Si hay un contrato de por medio se especificaría la cantidad de eventos en los que no participaría, por ende, el resto si serían de obligatoria participación (sujeto a penalizaciones).
Disponibilidad	Reporte de disponibilidad por el usuario (la disponibilidad se pacta entre el usuario y el responsable del programa -comercializador/agregador de demanda, así como las condiciones o actividades para mantener el buen estado de los equipos).
Recurso	Climatización, Enfriamiento, Iluminación, Vehículos eléctricos, Almacenamiento
Periodo	Según condiciones del sistema precios o emisiones (# de eventos, duración de eventos)
Activación del funcionamiento programa	La activación del programa es determinada por el tipo de servicio que este prestando el programa de respuesta de la demanda y el acuerdo bilateral construido para tal fin.
Línea base	Comportamiento esperado del consumo si no se materializa ningún evento de gestión de carga.
Monitoreo y verificación	Comparación con la línea base de consumo
Requerimientos tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor avanzado (registro de datos) y sistema de información para acceder a los datos (precios y capacidades que permitan dar señales para ofertar y participar). • Dependiendo del tipo de usuario, se podría implementar control directo.

b. Programa de demanda en el mercado

En el programa demanda en el mercado, un agente en representación de los usuarios hace ofertas de reducción de carga ante el mercado, para este fin las cargas no pueden presentar alguna condición operativa tal como: usuarios que estén en las primeras etapas del esquema de deslastre de carga por baja frecuencia, usuarios que estén con limitación de suministro, usuarios incluidos en esquemas suplementarios, usuarios que hagan parte de otros programas de respuesta a la demanda que no cuenten con capacidad para participar en varios programas RD simultáneamente, entre otras.

La oferta debe incluir la cantidad de carga a reducir y el precio de oferta; se deberá validar por parte del operador del mercado el impacto que pueda tener el traslado de este consumo hacia otros periodos. Este programa está focalizado para el despacho económico, la prestación de servicios complementarios, y en el alivio de restricciones. En la Tabla 7 se muestran los atributos correspondientes para este programa.

Tabla 7. Atributos para el programa de demanda en el mercado
 Fuente: Elaboración propia.

Atributo	Descripción
Objetivos del programa	<ul style="list-style-type: none"> • Trasladar señales eficientes del costo de prestación del servicio de energía eléctrica al usuario. • Desplazar patrones de consumo a horas del día en las que resulta menos costosa la operación. • Mitigar emisiones de gases de efecto invernadero. • Gestionar restricciones de la red y suavizar el pico de la demanda.
Incentivos del programa	<ul style="list-style-type: none"> • Pago según oferta en el mercado • Penalización (multas o sanciones por incumplimiento de la oferta. • Agregador (intermediación)
Diseño del valor del servicio	Oferta del precio por periodo.
Mercado objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Altos consumos o agregados (residencial, comercial, industrial -procesos flexibles u oficial. • Definir valor de potencia mínimo (por ejemplo 1 MW).
Prerrequisitos participación	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor de energía que registre consumos en el periodo que corresponda al diseño del servicio. • Definir metodología y criterios de la línea base de consumo -LBC-. • Definir los esquemas de supervisión y control (tamaño de la carga). • El ofertante debe ser capaz de responder a despachos que se realicen en tiempo real.
Tiempo del programa	• Diaria (según mercado o esquema intradiario).
Restricciones de los eventos	Ninguna, depende de las ofertas recibidas.
Duración del evento	<ul style="list-style-type: none"> • Depende de las ofertas recibidas. • El evento nunca podrá excederse del tiempo máximo que se estableció en la oferta.
Notificación - Arquitectura	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de inscripción y periodo de prueba por parte del recurso. • Procesos de oferta en el mercado -CND/ASIC- (reporte de oferta y periodo). • Señales dirigidas a responsables (agregadores, recursos individuales).
Comportamiento esperado	La participación en este programa ocurre de forma predeterminada (los oferentes son quienes tienen la carga comprometida).
Disponibilidad	Oferta de disponibilidad al CND.
Recurso	Climatización/ Cocción / Enfriamiento / Iluminación-otros / Vehículos eléctricos /Almacenamiento Agregadores
Periodo	Según la oferta que se haya hecho en el mercado.
Activación del funcionamiento programa	Cuando la oferta sea aceptada por el operador del mercado.
Línea base	<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento esperado del consumo si no se materializa ningún evento de gestión de carga. • Línea base de consumo: proceso que contiene los siguientes procesos: seleccionar datos, definir método de estimación de la línea base, realizar un correcto ajuste de resultados (revisar • Anexo I. Metodología de cálculo Línea Base de consumo)
Monitoreo y verificación	Comparación LBC y verificación del evento RD.
Requerimiento tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor avanzado (registro de datos) y app de información para acceder a los datos. • Acciones automatizadas o vía agregador según el tipo de equipo con control directo (control básico y avanzado).

1.1.3. Arquitectura tecnológica y estándares

El despliegue de un programa RD implica el uso de tecnologías de medición avanzada, sistemas de comunicación y gestión en tiempo real y nuevos conceptos en mercados de energía. En general, la infraestructura necesaria para implementar esquemas de RD dependerá del nivel de inserción deseado, así como del estado tecnológico de la empresa de servicios y del tipo de cliente que se desea impactar.

En general, los elementos tecnológicos más representativos utilizados en la implementación de sistemas de RD son los siguientes:

- Medidores avanzados.
- Generación distribuida.
- Almacenamiento de energía.
- Vehículos eléctricos.
- Sistemas de energías renovables.
- Dispositivos y sistemas de control y gestión de energía.
- Esquemas de formación de precios.
- Sistemas de gestión de recursos distribuidos (DERMS).
- Sistemas de gestión de respuesta de la demanda (DRMS).
- Servidor automático de respuesta de la demanda (DRAS).

Desde el punto de vista operativo, un sistema de RD está conformado por las funciones relacionadas con la operación de la red, las funciones de despacho de requerimientos RD y monitoreo de recursos, y las funciones asociadas al control de los recursos RD. Cada una de estas funciones está soportada en una arquitectura tecnológica, compuesta por infraestructuras de control de recursos, de comunicación, de medición y de verificación, como se muestra en la Figura 5.

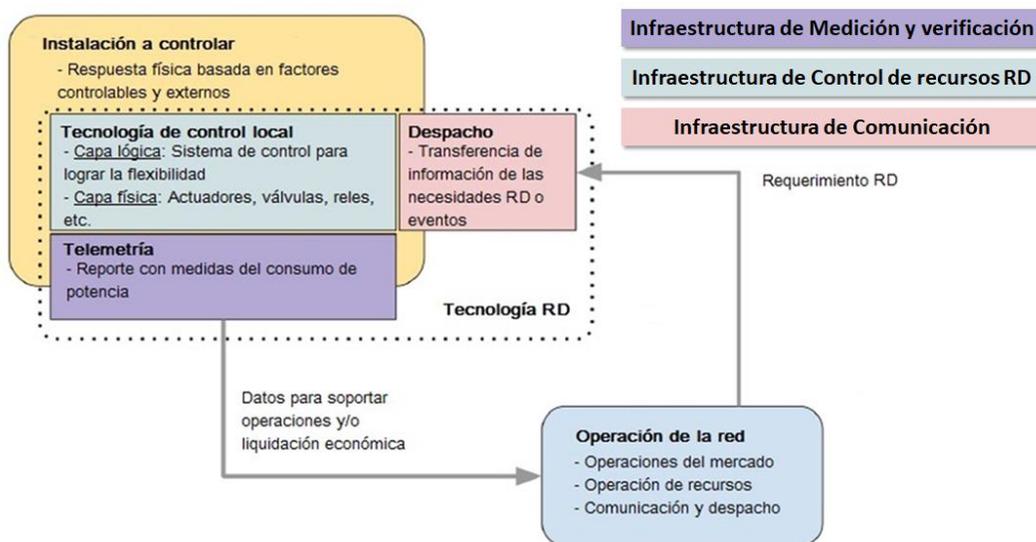


Figura 5. Arquitectura funcional Respuesta de la Demanda
 Adaptada de (Potter & Cappers, 2017).

Además de la arquitectura funcional, dependiendo de las características y objetivos de cada programa RD, se presentan diferentes interacciones (intercambios de información) entre los diferentes actores (dispositivos o sistemas de información) que conforman el sistema de RD. Estas interacciones dependen también de la capacidad tecnológica de cada cliente (control, comunicaciones y recursos RD). La información a ser intercambiada corresponde a señales de mando, monitoreo o información requerida para la operación del programa RD. Los principales actores en los programas de respuesta de la demanda, su dominio y descripción se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Actores y dominios – Sistema de Respuesta de la Demanda

Fuente: (Colombia Inteligente, 2019)

Actor	Dominio	Descripción
Gateway EMS	Cliente	Dispositivo físico o lógico normalmente localizado en las instalaciones del cliente y que se utiliza como puerta de enlace para las comunicaciones entre los dispositivos de control local (cargas eléctricas) con señales externas para monitoreo o control remoto. El sistema de gestión de energía EMS puede proporcionar la función de puerta de enlace (el EMS puede integrar en una sola plataforma el control de cargas y la gestión remota).
Visualizador	Cliente	Elemento que muestra la energía registrada por el medidor y otras variables e información. El visualizador puede encontrarse incorporado al medidor de energía eléctrica y/o como un dispositivo externo. En sistemas donde el cliente no tiene fácil acceso a la información, el visualizador externo se podrá remplazar por otros medios diferentes que permitan al usuario consultar sus consumos, por ejemplo: audio respuesta, portal web, mensajes SMS, visualizador múltiple o los que la tecnología y/o los servicios informáticos posibiliten.
DER Cliente	Cliente	La generación distribuida o DER incluye generación a pequeña escala o almacenamiento de energía. Generación: Dispositivos de generación de energía a nivel de distribución, típicamente generación renovable en propiedad del cliente. Incluye un inversor y un sistema de control de carga y generación. Almacenamiento: Dispositivos que permiten el almacenamiento de energía y la gestión de este recurso que típicamente provienen de un sistema de generación DER.
Cargas/ Recurso RD	Cliente	Un recurso de energía que es capaz de reducir carga en respuesta a eventos de respuesta de la demanda, señales de precios u otro tipo de eventos del sistema. Ejemplos de activos RD son: electrodomésticos inteligentes, cargas gestionadas, edificios controlados por sistemas de gestión de energía, sistemas de iluminación inteligentes, etc.
Sub-medición	Cliente	Un medidor que permite la medición de una sección de la carga del usuario, por ejemplo, un PEVs.
Vehículo Eléctrico	Cliente	Vehículos eléctricos enchufables (Plug-in Electric Vehicles - PEVs). Vehículo que se conecta a una estación de recarga de baja potencia tipo residencial. Un PEV puede ser EV (<i>Electric Vehicle</i>) que solo depende de la propulsión eléctrica o un PHEV (<i>Plug-in Hybrid Electric Vehicles</i>) que incluye una fuente de potencia alternativa combinada.
Usuario	Cliente	Usuario final del servicio de energía eléctrica, de tipo residencial, comercial, oficial o industrial. Puede pertenecer al mercado regulado o no regulado.
HEMS/BMS/ EMS Industrial	Cliente	Home Energy Management System (HEMS): Sistema que permite gestionar el funcionamiento de cargas específicas desde una Interfaz de usuario, integradas a una red HAN en el hogar. Building Management System (BMS): Sistema equivalente al HEMS para la gestión energética de edificaciones en usuarios comerciales e industriales. EMS Industrial: sistema para la gestión energética de instalaciones y procesos industriales.
Medición de energía	Cliente	Dispositivo utilizado para medir variables eléctricas. Se clasifica como medidor avanzado cuando hace parte de una infraestructura AMI. Puede actuar como interfaz entre el cliente y los sistemas de gestión de información del proveedor del servicio.
Herramientas O&M local	Distribución	Herramientas con las cuales se realiza en terreno la configuración, operación y mantenimiento a los dispositivos que forman parte de la arquitectura del sistema AMI, por ejemplo: la unidad de medida y la unidad concentradora. También pueden ser usadas para recuperar los datos de los medidores en caso de que la comunicación con el sistema de gestión y operación falle.
Facturación	Mercado	Sistema que proporciona facturas consolidadas a los clientes.
Comercializador Agregador	Mercado	Una persona o compañía que combina la capacidad de reducción de demanda o DER de dos o más clientes en una sola unidad de compra para negociar la compra o venta de energía. Los agregadores pueden interactuar en los mercados minoristas y mayoristas como proveedores de servicios RD proporcionando la distribución de señales de respuesta de la demanda.
OMS	Operación (distribución)	Outage Management System (OMS): Sistema para la gestión de eventos de interrupción del servicio y ejecución de acciones correctivas.

Actor	Dominio	Descripción
ASIC/LAC	Mercado	<p>Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC): Encargado del registro de las fronteras comerciales, de los contratos de energía a largo plazo; de la liquidación, facturación, cobro y pago del valor de los actos, contratos, transacciones y en general de todas las obligaciones que resulten por el intercambio de energía en la bolsa, para generadores y comercializadores; de las Subastas de Obligaciones de Energía Firme; del mantenimiento de los sistemas de información y programas de computación requeridos.</p> <p>Liquidador y Administrador de Cuentas (LAC): Encargado de la Liquidación y Administración de Cuentas por los cargos de uso de las redes del SIN que le sean asignadas y de calcular el ingreso regulado de los transportadores.</p>
DERMS DRMS DRAS	Operación (distribución)	<p>Sistema de gestión de recursos distribuidos (DERMS): Plataforma software utilizada para organizar la operación de recursos distribuidos (DER) agregados dentro de una red de distribución. Puede estar integrado a otros sistemas de gestión de la red de distribución como: DMS, SCADA, OMS, entre otros. Entre sus principales funciones está el pronóstico, monitoreo, control y coordinación.</p> <p>Sistema de gestión de la respuesta de la demanda (DRMS): Sistema que gestiona los programas de respuesta de la demanda desde el punto de vista del prestador del servicio. Utiliza entradas de datos externos e históricos para realizar predicciones y análisis para la gestión de la respuesta de la demanda.</p> <p>Servidor automático de respuesta de la demanda (DRAS): Sistema que automatiza la gestión y envío de los eventos de RD o señales de precio a los participantes de programas RD registrados. El DRAS actúa como una plataforma simple de mercado y como un administrador de suscripciones.</p>
AMI HeadEnd	Operación (distribución)	<p>Sistema de cabecera AMI: Sistema encargado de recolectar los datos generados por los sistemas de medición de energía en la red AMI (Meter Data Collector MDC). Incluye además funciones de gestión y configuración de la infraestructura de comunicación y de los medidores avanzados.</p>
CIS	Operación (distribución)	<p>Sistemas de información al usuario (CIS): Repositorio de información del cliente relacionado con los servicios de la compañía. El SIU contiene datos de carga que son estimados por cada nodo, en función de los datos de facturación, curvas de carga horaria y diaria para tipos de carga.</p>
MDMS	Operación (distribución)	<p>Meter Data Management (MDMS): Sistema encargado de recolectar, validar, almacenar y administrar los datos de medición obtenidos por los sistemas de cabecera (HES), así como procesar dichos datos en información fiable y optimizada que pueda ser utilizada por otros sistemas de información (facturación, CIS, OMS, etc.).</p>

A continuación, se muestran los actores involucrados y las interacciones que se dan en cada uno de los programas RD. En el caso del programa de tarifas intradiarias, las interacciones están relacionadas con el envío de las señales de precio (tarifas) y la medición del consumo de energía de los clientes. Dentro de la instalación se pueden presentar interacciones entre los recursos y los sistemas de gestión de energía del cliente, en respuesta a las señales de precio recibidas (ver Figura 6). Para el caso del programa de gestión de carga, la información intercambiada está relacionada con los niveles de reducción de consumo solicitados, con la medición, verificación y liquidación de las reducciones alcanzadas, y con el control y gestión de los recursos RD vinculados por el cliente. Los eventos RD generados y transmitidos a los clientes al activarse el programa contendrán, además de los niveles de reducción de carga solicitados, los tiempos de activación y duración del evento. También se pueden intercambiar los estados de participación o acciones de cancelación. Desde el punto de vista de la instalación y de acuerdo con el tipo de control implementado (manual, semiautomático o automático) se presentará un intercambio de información entre los recursos RD y el sistema de gestión de energía, correspondiente a señales de mando y realimentación de estado. La información de monitoreo y verificación está compuesta por los perfiles de carga medidos en la instalación, los cuales se pueden utilizar tanto para el cálculo de línea base como para la liquidación de los niveles de reducción alcanzados (ver Figura 7).

Las interacciones del programa de demanda de mercado son similares a las que se presentan en el programa de gestión de cargas, pero adicionalmente se puede intercambiar información relacionada con ofertas de reducción, así como pruebas pactadas dentro de las condiciones del programa.

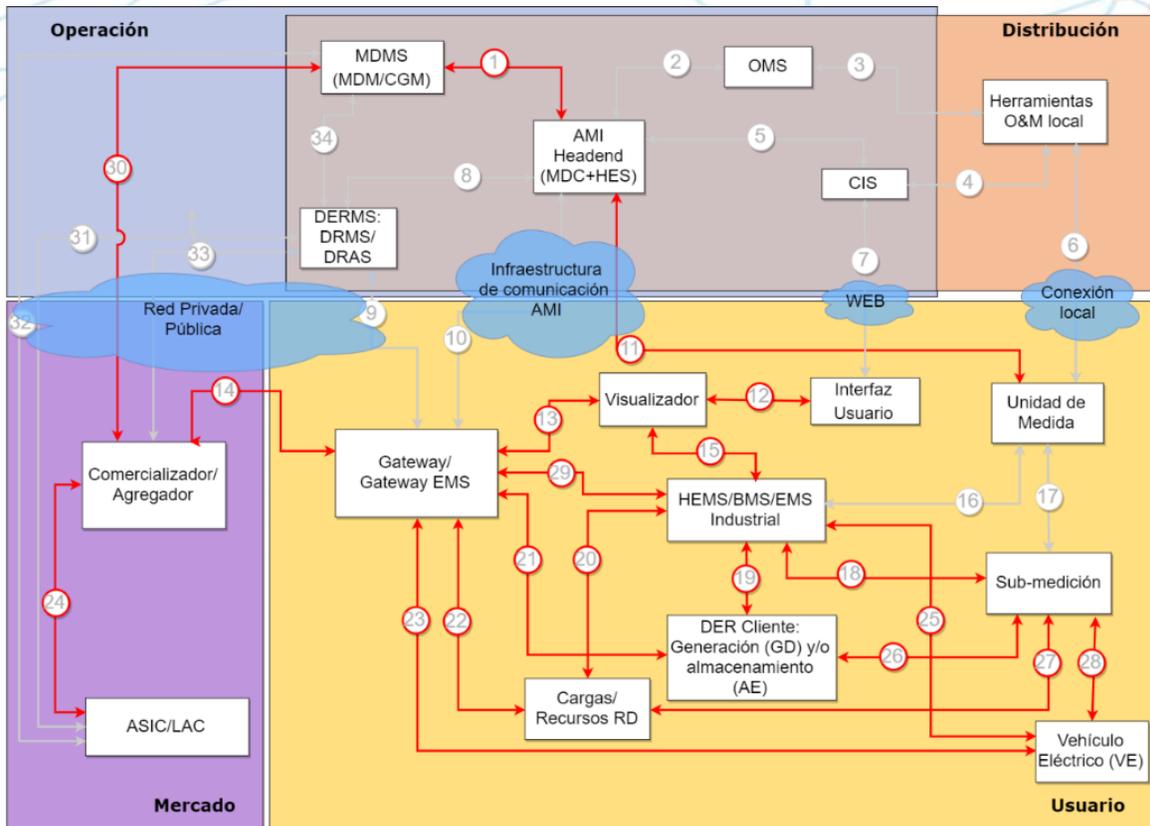


Figura 6. Diagrama de actores e interacciones - Programa Tarifa Intradiaria
Fuente: Elaboración propia.

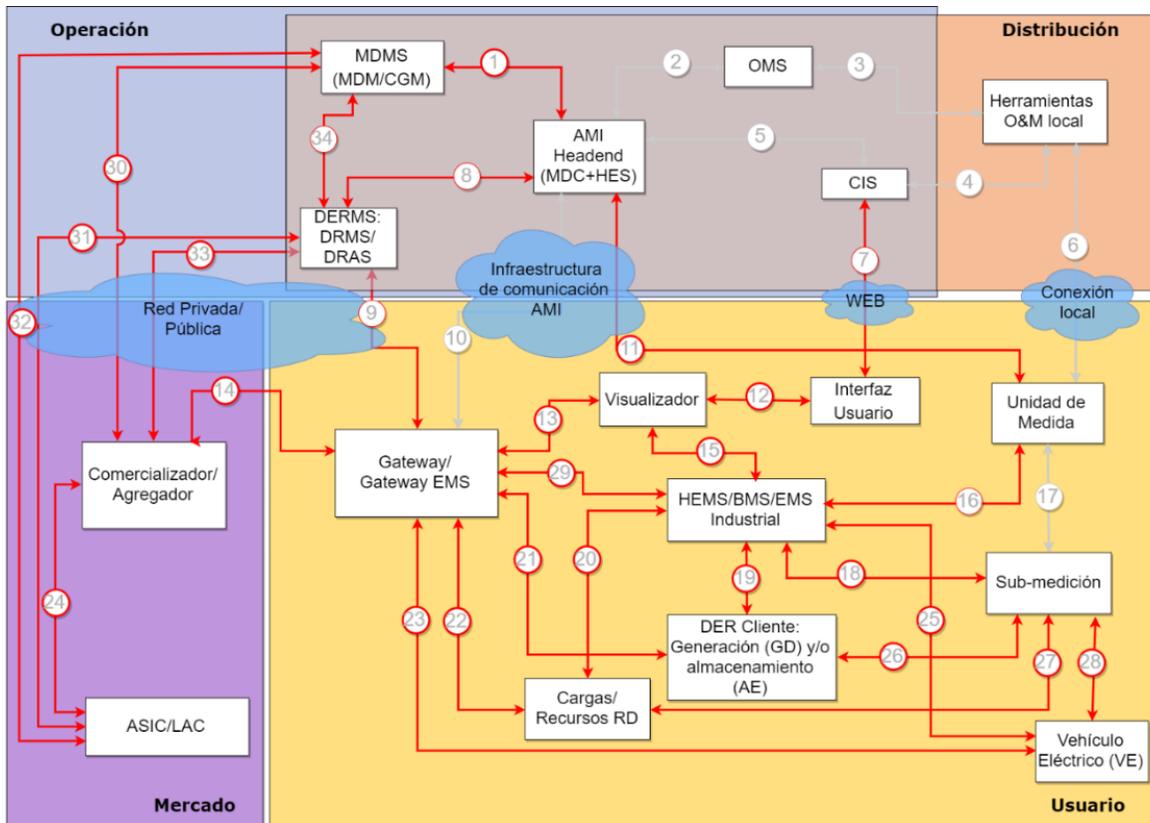


Figura 7. Diagrama de actores e interacciones - Programa Gestión de carga y demanda en el mercado
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 9 se muestran las diferentes interacciones y la información intercambiada en el programa RD.

Tabla 9. Información intercambiada – Interacciones Programas RD
Fuente: Adaptado de (Colombia Inteligente, 2019)

Id Inter.	Actor que genera la información	Actor que recibe la información	Información intercambiada programa tarifa intradiaria	Información intercambiada programa gestión de carga	Información intercambiada programa demanda en el mercado
1	AMI Headend (MDC+HES)	MDMS (MDM/CGM)	Consumos por Franjas Horarias/Perfiles	Perfiles Instalación	
8	AMI Headend (MDC+HES)	DERMS DRMS/DRAS	N/A	Perfiles Instalación	
7	CIS	Usuario	N/A	Condiciones Contractuales Programa RD	
9	DERMS DRMS/DRAS	Gateway/ Gateway EMS	N/A	kW a reducir. Control Consumo/Generación	
11	Unidad de Medida	AMI Headend (MDC+HES)	Consumos de la instalación por Franjas Horarias/Perfiles	Perfiles Instalación	
12	Visualizador	Usuario	Precio \$/kWh. Estado Instalación (Uso de Energía, Generación, Almacenamiento, Temperatura, Iluminación, etc.).	kW a reducir. Estado Instalación (Uso de Energía, Generación, Almacenamiento, Temperatura, Iluminación, etc.).	
12	Usuario	Visualizador	Activación/Cancelación Control		
13	Gateway/ Gateway EMS	Visualizador	Tarifa (Precio \$/kWh + Franjas Horarias). Evento RD (precio \$/kWh + Tiempo de inicio + Duración + Intervalos).	kW a reducir	
14	Agregador	Gateway EMS	Tarifa (Precio \$/kWh + Franjas Horarias). Evento RD (precio \$/kWh + Tiempo de inicio + Duración + Intervalos).	kW a reducir. Control Consumo/Generación	
15	HEMS/BMS/EMS Industrial	Visualizador	Estado Instalación (Uso de Energía, Generación, Almacenamiento, Temperatura, Iluminación, etc.).		
15	Visualizador	HEMS/BMS/EMS Industrial	N/A	Activación/Cancelación Control	
16	Unidad de Medida	HEMS/BMS/EMS Industrial	N/A	Medición Instantánea. Perfiles Instalación	
18	Sub-medición	HEMS/BMS/EMS Industrial	Medición Consumo/Generación		
19	HEMS/BMS/EMS Industrial	DER Cliente: Generación (GD) y/o almacenamiento (AE)	Control Generación		
19	DER Cliente: Generación (GD) y/o almacenamiento (AE)	HEMS/BMS/EMS Industrial	Estado Generación/Almacenamiento		
20	HEMS/BMS/EMS Industrial	Cargas / Recursos RD	Control Consumo		
21	Gateway/ Gateway EMS	DER Cliente: Generación (GD) y/o almacenamiento (AE)	Control Generación		
22	Gateway/ Gateway EMS	Cargas/Recursos RD	Control Consumo		
23	Gateway/ Gateway EMS	Vehículo Eléctrico (VE)	Control Consumo/Generación		

Id Inter.	Actor que genera la información	Actor que recibe la información	Información intercambiada programa tarifa intradiaria	Información intercambiada programa gestión de carga	Información intercambiada programa demanda en el mercado
24	ASIC/LAC	Comercializador/ Agregador	Tarifas franjas horarias	Solicitud de Gestión de Carga (Evento RD: kW a reducir + Tiempo inicio + Duración + Intervalos)	
24	Comercializador/ Agregador	ASIC/LAC	N/A	Perfiles para Liquidación. Nivel de Reducción a partir de LBC. Oferta de reducción	
25	HEMS/BMS/EMS Industrial	Vehículo Eléctrico (VE)	Control Consumo/Generación		
25	Vehículo Eléctrico (VE)	HEMS/BMS/EMS Industrial	Estado Almacenamiento		
26	DER Cliente: Generación (GD) y/o almacenamiento (AE)	Sub-medición	Medición Generación		
27	Cargas / Recursos RD	Sub-medición	Medición Consumo		
28	Vehículo Eléctrico (VE)	Sub-medición	Medición Consumo/Generación		
29	Gateway/ Gateway EMS	HEMS/BMS/EMS Industrial	Control Consumo	kW a reducir	
30	MDMS (MDM/CGM)	Comercializador/ Agregador	Liquidación para facturación (sistema según los requerimientos del código de medida - CGM - y la reglamentación AMI).	Perfiles para Liquidación (sistema según los requerimientos del código de medida - CGM - y la reglamentación AMI). Nivel de Reducción a partir de LBC.	
31	ASIC/LAC	DERMS DRMS/DRAS	N/A	Solicitud de Gestión de Carga (Evento RD: kW a reducir + Tiempo inicio + Duración + Intervalos)	
31	DERMS DRMS/DRAS	ASIC/LAC	N/A	Perfiles para Liquidación. Nivel de Reducción a partir de LBC. Oferta de reducción.	
32	MDMS (MDM/CGM)	ASIC/LAC	N/A	Perfiles para Liquidación (sistema según los requerimientos del código de medida - CGM - y la reglamentación AMI). Nivel de Reducción a partir de LBC.	
33	DERMS DRMS/DRAS	Comercializador/ Agregador	N/A	Perfiles para Liquidación. Nivel de Reducción a partir de LBC. Solicitud de Gestión de Carga (cuando el operador de red es quien solicita el servicio RD).	
34	MDMS (MDM/CGM)	DERMS DRMS/DRAS	N/A	Perfil Instalación	

También se deben definir los estándares para la implementación de los programas RD, los cuales pueden clasificarse de acuerdo con el área de aplicación, en modelos de datos o información, protocolos de intercambio o tecnologías de comunicación. Algunos estándares cubren una o varias de las áreas, como por ejemplo el estándar IEC 62056 utilizado para la comunicación con medidores de energía, o el estándar IEC 62746-10.1 (OpenADR 2.0) utilizado para la automatización de la RD. En la Tabla 10 se identifican los estándares más relevantes para los programas RD.

Tabla 10. Estándares vs. Servicios de Red Inteligente
Fuente: (Colombia Inteligente, 2019)

Estándar	Descripción
ANSI/ASHRAE/NEMA 201-2016 FSGIM	<i>Facility Smart Grid Information Model</i>
ANSI/CTA 2045-A	<i>Modular Communications Interface for Energy Management</i>
ASHRAE 135-2010-BACnet	<i>A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks</i>
CEA 709.1-D	<i>Control Network Protocol Specification</i>
CEA 709.2-A	<i>Control Network Power Line (PL) Channel Specification</i>
CEA 709.3	<i>Free-Topology Twisted-Pair Channel Specification</i>
CEA 709.4	<i>Fiber-Optic Channel Specification</i>

Estándar	Descripción
CEA 852.1	Enhanced Protocol For Tunneling Component Network Protocols Over Internet Protocol Channels
CEA 852-C	Tunneling Device Area Network Protocols Over Internet Protocol Channels
CEA CEDIA-CEB29	Recommended Practice For The Installation Of Smart Grid Devices
IEC 15067.3	Information technology — Home Electronic System (HES) application model — Part 3: Model of a demand-response energy management system for HES
IEC 60870	Telecontrol equipment and systems
IEC 61131	Programmable controllers
IEC 61158	Industrial communication networks - Fieldbus specifications
IEC 61850	Communication networks and systems for power utility automation
IEC 61968 - CIM	Application integration at electric utilities - System interfaces for distribution management
IEC 61970	Energy management system application program interface (EMS-API)
IEC 62056	Electricity metering data exchange The DLMS/COSEM suite
IEC 62325	Framework for energy market communications
IEC 62350	Guidance for the correct use of residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use
IEC 62351	Power systems management and associated information exchange
IEC 62443 series	Security for industrial automation and control systems
IEC 62488	Power line communication systems for power utility applications
IEC 62541	Open Platform Communicationns (OPC) Unified Architecture
IEEE 1815 – DNP 3.0	IEEE Standard for Electric Power Systems Communications-Distributed Network Protocol
IEEE 1901-2010	IEEE Standard for Broadband over Power Line Networks: Medium Access Control and Physical Layer Specifications
IEEE 2030.5	IEEE Adoption of Smart Energy Profile (SEP) 2.0 Application Protocol Standard
IEEE C37 239-2010	IEEE Standard for Broadband over Power Line Networks: Medium Access Control and Physical Layer Specifications
IEEE C37.238	IEEE Standard Profile for Use of IEEE 1588 Precision Time Protocol in Power System Applications
IETF RFC-6272	Internet Protocols for the Smart Grid
ISO 16484	Building automation and control systems (BACS)
ISO/IEC 15118	Road vehicles -- Vehicle to grid communication interface
ISO/IEC 27001	Information security system management. Specification with guidance for use.
ISO/IEC 27002	Information technology. Code of practice for information security management.
ITU T-G 9903	Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for G3-PLC networks
ITU T-G 9960	Unified high-speed wireline-based home networking transceivers - System architecture and physical layer specification
ITU T-G.9972	Coexistence mechanism for wireline home networking transceivers
MultiSpeak	MultiSpeak
NAESB REQ -19	Energy Services Provider Interface Model Business Practices (MBPs)
NAESB REQ-21	Energy Services Provider Interface Model Business Practices (MBPs)
NAESB REQ-22	Third Party Access to Smart Meter-based Information Model Business Practices (MBPs)
NAESB RMQ.26 OpenFMB	Open Field Message Bus (OpenFMB) Model Business Practices (MBPs)
NEMA SG-IPMR 1-2016	Smart Grid Interoperability Process Reference Manual
NISTIR 7628	Guidelines for Smart Grid Cybersecurity
NISTIR 7761	Guidelines for Assessing Wireless Standards for Smart Grid Applications
NISTIR 7862	Guideline for the Implementation of Coexistence for Broadband Power Line Communication
NISTIR 7943	Guideline for the Implementation of Coexistence for Low Frequency Narrowband Power Line Communication Standards in the Smart Grid
OASIS EMIX	Energy Market Information Exchange (EMIX)
OASIS Energy-Interoperation TC	Energy Interoperation
OASIS WS-Calendar-Common-Schedule	OASIS Web Services Calendar (WS-Calendar) TC
OpenADR 2.0 - IEC 62746-10.1	Open Automated Demand Response
SAE J2836-Use-Cases-(1-3)	Use Cases for Communication Between Plug-in Vehicles and the Utility Grid
SAE J2847-1	Communication between Plug-in Vehicles and the Utility Grid
SGIP 2011-0008-1	Transition and Coexistence Guidelines and Best Practices

Desde el punto de vista de la gestión de los programas, la aplicación de un estándar en particular dependerá del tipo de despliegue que se realice, así como del tipo de cargas o recursos a intervenir. Así, el uso de los estándares estará definido por el caso de uso específico y en particular por la arquitectura funcional y tecnológica que soporte el caso de uso.

Entre los operadores del sistema y los administradores de los programas de respuesta de la demanda se pueden utilizar protocolos orientados a la comunicación entre centros de control, sistemas SCADA o servicios Web.

La información intercambiada es la de más alto nivel, y comprende señales de optimización de la red, la programación y el despacho, que conllevaran la activación de los programas RD. Los administradores de los programas RD actúan como gestores de los recursos y envían eventos RD hacia los recursos gestionados de sus clientes con base en las señales recibidas desde el operador del sistema. La interacción se puede realizar transmitiendo señales de eventos RD, señales de control o señales de parametrización hacia los sistemas de gestión de los recursos DER seleccionados.

La interacción se puede realizar utilizando protocolos para sistemas SCADA o protocolos específicamente diseñados para RD como *OpenADR*. Estas señales serán recibidas y convertidas en acciones de control de carga o generación sobre los recursos físicos. La comunicación a este nivel se debe realizar utilizando los protocolos de comunicación soportados por los recursos gestionados, como por ejemplo *Zigbee*, *BacNet*, *Modbus*, entre otros.

1.2. Caracterizar y monitorear

Para la caracterización y monitoreo de los usuarios que participan en los programas RD es necesario conocer y estandarizar su comportamiento en el consumo de energía, dado que este es uno de los insumos más importantes para la línea base de consumo (LBC). Del comportamiento del usuario, es importante identificar si la información se va a obtener de forma horaria, diaria, semanal o por actividad económica, teniendo en cuenta que, si es insumo para la LBC, estos deberán presentarse en forma diaria, en periodos de 24h.

A continuación, se presenta la información de la caracterización de los patrones de consumo de acuerdo a 6 curvas tipo, los criterios para el diseño, requerimientos y el proceso de construcción de la LBC, y finalmente, los requerimientos para hacer el reporte de datos, de parte de las empresas oferentes de los programas RD y de los usuarios participantes.

1.2.1. Comportamiento del consumo (tipos, patrones, etc.)

El comportamiento del consumo de energía eléctrica consiste en separar el consumo según el tipo de usuario, la región y el tipo de actividad que desempeña. La desagregación de la demanda de energía se puede realizar de forma anual, mensual, por regiones, por tipos de usuarios, por el tipo de actividad económica y finalmente, se puede revisar el comportamiento de forma horaria. Algunos de estos comportamientos, para usuarios regulados (UR) y usuarios no regulados (UNR), se muestran en la *Figura 8*, donde las líneas grises representan el comportamiento individual, mientras que la línea amarilla muestra el agregado de cada mercado.

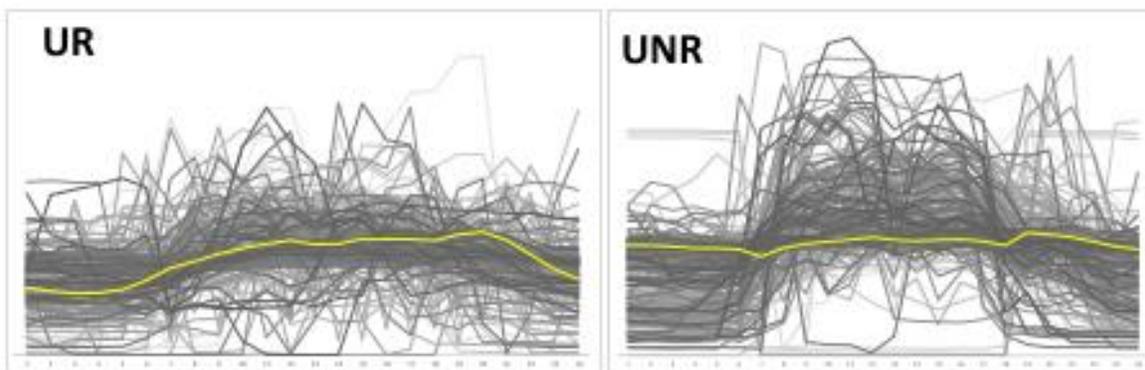


Figura 8. Comportamiento horario tipo de mercado.
Fuente: (Colombia Inteligente, 2018)

Con el fin de estandarizar los consumos ilustrados en la figura anterior, se caracterizan 6 curvas tipo que muestran la clasificación de los usuarios de acuerdo con el comportamiento de la electricidad diaria. Dichas curvas tipo se muestran en la *Figura 9*.

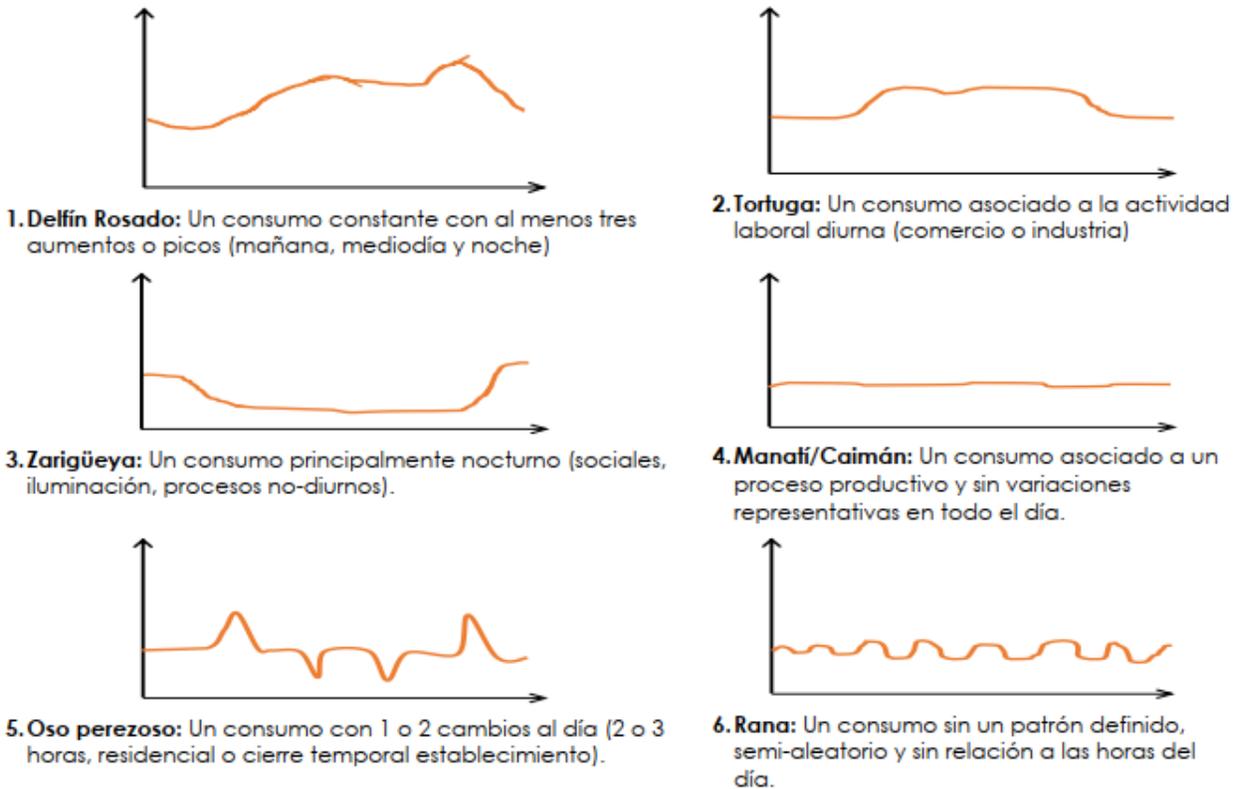


Figura 9. Tipos de usuarios según el comportamiento de la demanda diaria.
 Fuente: (Colombia Inteligente, 2018)

La importancia de realizar este tipo de caracterización radica en que a partir de estos se puede construir la LBC y de esta manera se pueden tipificar los consumos para focalizar los programas RD.

1.2.2. Línea base de consumo (LBC)

La Línea Base de Consumo (LBC), es una estimación de curvas de demanda que caracterizan de forma cuantitativa el consumo de energía eléctrica de los usuarios. Para determinar esta es necesario combinar variedad de metodologías matemáticas y estadísticas, entre las que se cuenta: promedio, regresión, aprendizaje automático, grupo de control, y consumo anterior a un evento RD "real time", las cuales se utilizan buscando que se ajusten al comportamiento de la demanda. La LBC es importante en los programas RD ya que permite representar el consumo de los usuarios ante un evento RD y comparar con el consumo en un día que no tenga eventos RD, además de que permite clasificar los consumos de acuerdo al tipo de días que se tengan, bien sean laborales, sábados o domingos y festivos.

Una de las características de una LBC es que esta debe ser calculada de forma precisa, para evitar sesgos, ya que esta será utilizada para comparar el patrón de consumo si no se hubiese materializado el evento con el patrón de consumo que se da cuando si se realiza el evento.

a. Criterios para el diseño de la línea base de consumo.

Para la selección de datos se recomienda establecer un intervalo lo suficientemente amplio con el fin de reducir la volatilidad en el cálculo de la LBC ya que se pueden diferenciar los días característicos del consumo de energía en el país. El intervalo definido es importante, además, según se trate de un programa despachable o uno no despachable. Para determinarla se usan los métodos enunciados en la Tabla 11. (Para información más detallada ver Anexo I).

Tabla 11. Parámetros para la determinación de la LBC
Fuente: Elaboración propia

Criterios generales para LBC	Criterios para los datos	Métodos estimación	Información para la medición
Calidad	Definir intervalo de captura (pocos días a meses, e incluso años)	Promedio	AMI en tiempo real o posterior al evento RD
Exactitud	Definir Intervalo de medición (horario, diario, semanal)	Regresión	Ventana de rendimiento (periodo de tiempo del evento)
Integridad	Definir tipo de día (festivos, laborales, especiales)	Aprendizaje automático	Tipo de medición (Método para determinar la reducción de la demanda en un evento)
Simplicidad y alineación	N/A	Otros	Información sobre procesos especiales (incluir cargas altamente variables o autogeneración por ej.)

b. Proceso para la construcción de la línea base de consumo

El proceso para la determinación de una LBC incluye tres etapas: i) Selección de datos, ii) estimación y iii) ajuste de estimación. La combinación de estos depende de los consumos que hagan los usuarios, de su ubicación geográfica y del impacto del clima en ellos. El agrupamiento de estos debe representar lo más exacto posible, el esquema de consumo del usuario. En la Figura 10 se puede observar el diagrama de flujo del proceso para la construcción de una LBC.

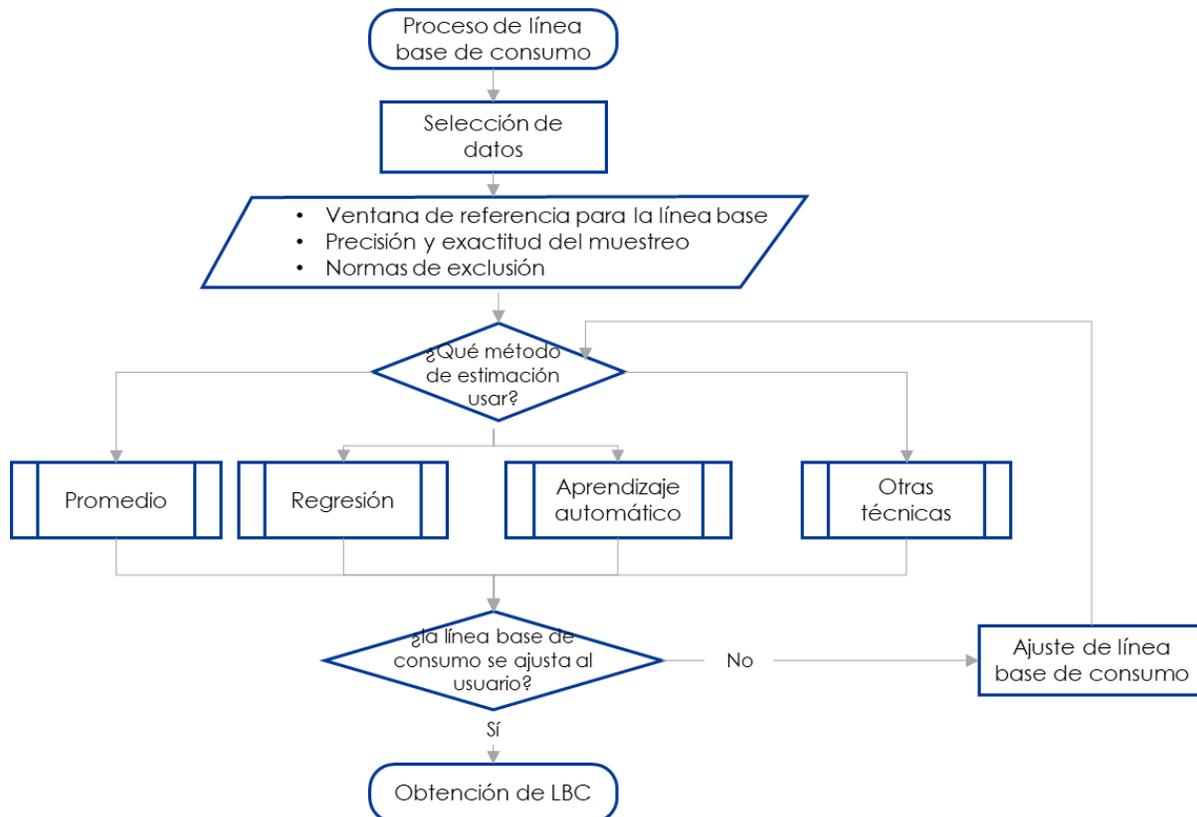


Figura 10. Diagrama de flujo determinación línea base de consumo
Fuente: Elaboración propia

El detalle de la metodología para la determinación de la LBC puede consultarse en el Anexo I. Allí se describen los diferentes pasos para la construcción de la LBC, resaltando que se pueden tener variaciones al proceso descrito dependiendo de las características y criterios definidos en el programa de respuesta de la demanda.

1.2.3. Requisitos y reporte datos del programa

Para que los programas RD puedan operar adecuadamente es necesario que tanto los usuarios que participen como las empresas oferentes del programa RD cumplan con unos requisitos mínimos. En el caso de que estos no se cumplan, el programa puede convertirse en una iniciativa aislada de participación del usuario final, disminuyendo así las expectativas de éxito para el cumplimiento de metas. Dado que en el país se han desarrollado previamente pilotos y proyectos relacionados con medición inteligente, la implementación de programas RD se puede dar en diferentes fases que permitan estructurar el proceso total y garantizar la interacción adecuada entre la empresa y el usuario, así como el cumplimiento de todos los requisitos para iniciar la implementación del programa.

Un componente importante es la comunicación con el usuario. Esta debe incluir una etapa de sensibilización y de reporte de datos de la operación del programa. Tanto los canales de comunicación, como los contenidos y las herramientas utilizadas ayudan a determinar el cambio de patrones de consumo de los usuarios, por esta razón es necesario prepara al usuario antes del inicio del programa, mantenerlo informado durante su ejecución y permitirle la visualización digital de sus consumos.

A continuación, se presenta la matriz de requisitos que puede usarse como guía de seguimiento para la implementación de cada programa RD. En las filas se presentan los requerimientos, los cuales se clasifican de acuerdo con la función que cumplen y en las columnas se presentan los requisitos por cada una de las fases del programa, preparación, ejecución y validación. La Preparación reúne las actividades que deben realizarse antes de dar inicio al programa RD y se apoya en los atributos establecidos previamente en la sección 1.1.2. (Establecer los atributos del programa RD), la Ejecución comprende los requerimientos que constituyen el programa, incluyendo el reporte de datos al usuario, y la Validación incluye las actividades que permiten evaluar el cumplimiento de objetivos. Los resultados obtenidos son de interés para la empresa oferente del programa y también insumo para empoderar al usuario. En la Tabla 12 se presenta la matriz correspondiente para el programa de Tarifa intradiaria.

Tabla 12. Requisitos del programa de tarifas intradiarias.

Fuente: Realización propia

Tipo de Requerimiento	Fases del programa Tarifa Intradiaria		
	Preparación	Ejecución	Validación y Análisis
Informativos	Lo que se requiere para intervención e implementación de equipos de control de las cargas eléctricas a participar.	Beneficios para el usuario, mecanismos y canales de comunicación, las tarifas y su franja de duración.	Disponibilidad de históricos de consumo por períodos de tiempo especificados.
	Explicación beneficios y cambio de tarifas: tradicional vs programa RD. Despliegue de AMI: descripción técnica de los equipos, las etapas y tiempos del proceso.	Inicio y final de hora con cambio de tarifa, valor en \$ de kWh.	Comparación de ahorros obtenidos vs la LBC para cada período de tiempo especificado y cada agrupación de usuarios.
Tecnológicos	Instalación y puesta en servicio del sistema de medición inteligente en el predio del cliente.	Gestión de la información de consumo.	Reporte de fallas del medidor y su incidencia en los registros del programa.
Operativos	Especificación de los atributos (Tabla 5): Arquitectura, Período, Activación, Línea base, Monitoreo y verificación.	Establecer la línea base de consumo correspondiente a cada usuario/ grupo de usuario.	Comparativos frente a usuarios similares. Acumulados de ahorro: kWh, \$, CO ₂

En la Tabla 13 se presenta la matriz correspondiente para el programa de Gestión de Carga

Tabla 13. Requisitos del Programa de Gestión de Carga

Fuente: Realización propia

Tipo de Requerimiento	Fases del programa Gestión de Carga		
	Preparación	Ejecución	Validación y Análisis
Informativos	Explicación beneficios y cambio de tarifas: tradicional vs programa RD.	Beneficios para el usuario, mecanismos y canales de comunicación, las tarifas y condiciones de control o limitación de carga.	Disponibilidad de históricos de consumo por períodos de tiempo especificados. Carga limitada o desconectada para los mismos períodos
	Despliegue de AMI: descripción técnica de los equipos, las etapas y tiempos del proceso.	Inicio y final de hora con cambio de tarifa, valor en \$ de kWh, penalidades. Cantidad de carga limitada o desconectada, período de duración del evento. Restablecimiento de condiciones iniciales de carga	Comparación de ahorros obtenidos vs la LBC para cada período de tiempo especificado y cada agrupación de usuarios.
Tecnológicos	Instalación y puesta en servicio del sistema de medición inteligente en el predio del cliente.	Gestión de la información de consumo.	Reporte de fallas del medidor y su incidencia en los registros del programa.
	Infraestructura y arquitectura para conexión, desconexión, limitación de carga compatible con el sistema de la <i>Utility</i>	Gestión de la carga	Seguimiento del funcionamiento de las cargas intervenidas (HVAC, Iluminación, entre otros)
Operativos	Especificación de los atributos (Tabla 5): Arquitectura, Período, Activación, Línea base, Monitoreo y verificación.	Establecer la línea base de consumo correspondiente a cada usuario/ grupo de usuario.	Comparativos frente a usuarios similares. Acumulados de ahorro: kWh, \$, CO ₂
	Firma de acuerdo: condiciones de desconexión o reducción de carga, incentivos, tiempos y mecanismos para su entrega al cliente, penalizaciones por incumplimiento.	Validación de línea base de consumo vs evento participado.	Liquidación de los eventos realizados.

Y finalmente, en la Tabla 14, se presenta la matriz correspondiente para el programa de Demanda en el Mercado.

Tabla 14. Requisitos del Programa de Demanda en el Mercado

Fuente: Realización propia

Tipo de Requerimiento	Fases del programa Demanda en el Mercado		
	Preparación	Ejecución	Validación y Análisis
Informativos	Lo que se requiere para intervención e implementación de equipos de control de las cargas eléctricas a participar.	Beneficios para el usuario, mecanismos y canales de comunicación, las tarifas y condiciones de agrupación de carga.	Disponibilidad de históricos de consumo por períodos de tiempo especificados. Períodos y precios de agrupación de carga.
	Explicación beneficios y cambio de tarifas: tradicional vs programa RD. Despliegue de AMI: descripción técnica de los equipos, las etapas y tiempos del proceso.	Inicio y final de hora con cambio de tarifa, valor en \$ de kWh periodos y precios de agrupación de carga.	Comparación de ahorros obtenidos vs la LBC para cada período de tiempo especificado y cada agrupación de usuarios.
Tecnológicos	Instalación y puesta en servicio del sistema de medición avanzada al cliente.	Gestión de la información de consumo.	Reporte de fallas del medidor y su incidencia en los registros del programa.

Tipo de Requerimiento	Fases del programa Demanda en el Mercado		
	Preparación	Ejecución	Validación y Análisis
	Infraestructura y arquitectura para agrupación de carga compatible con el sistema de la Utility.	Gestión de la carga	Seguimiento del funcionamiento de las cargas intervenidas (HVAC, Iluminación, entre otros). Se puede contemplar la sub-medición como medio de validación y Análisis
Operativos	Especificación de los atributos (Tabla 5): Arquitectura, Período, Activación, Línea base, Monitoreo y verificación.	Establecer la línea base de consumo correspondiente a cada usuario/ grupo de usuario.	Comparativos frente a usuarios similares. Acumulados de ahorro: kWh, \$, CO ₂
	Firma de acuerdo con el agregador (Usuarios NR): energéticos disponibles, precios y condiciones de mercado, tiempos y mecanismos para su entrega al cliente, penalizaciones por incumplimiento.	Validación de línea base de consumo vs evento participado.	Liquidación de los eventos realizados.

1.3. Evaluación programas RD

En todo programa de RD es necesario evaluar de forma confiable los impactos y resultados obtenidos en la implementación. Para esto debe implementarse una metodología de Medición y Verificación que garantice que los resultados son reales y verificables. Debe realizarse análisis de resultados de manera continua para determinar las acciones de mejora necesarias para alcanzar los objetivos planteados inicialmente. Es importante definir los aspectos que se quieren evaluar durante la ejecución del programa, ya que existen diversos impactos que pueden ser medidos antes y después de la ejecución del programa.

Cuando se habla de consumos energéticos, el parámetro principal a medir suele ser la reducción de consumo (kWh) durante un cierto período de tiempo. Estos datos representan beneficios para la empresa oferente del programa, para el cliente y para otros agentes involucrados en el sistema. Por esta razón es importante que la información correspondiente a la evaluación del programa RD sea conocida por todos los implicados. También es importante considerar, beneficios adicionales debidos a los cambios en los consumos, entre los que podemos mencionar los siguientes:

- **Prolongación del ciclo de vida de los activos del sistema eléctrico:** La reducción de picos de la curva de carga disminuye el nivel de cargabilidad de los transformadores y conductores de líneas y redes de distribución (este beneficio también se traslada a las cargas intervenidas en los usuarios que participan).
- **Optimización de la operación de la red:** Los Programas RD contribuyen mejorar la regulación de tensión en las colas de los circuitos, disminuye la restricción de transmisión de energía y libera capacidad del sistema, entre otros beneficios.
- **Eficiencia en el sistema eléctrico y el mercado de energía:** el consumo eficiente en las diferentes horas del día conlleva al uso eficiente de los recursos del sistema y el desarrollo de señales de precios eficientes al mercado.

Además de los aspectos técnicos y económicos, los cambios en los patrones de consumo de los usuarios también impactan ambiental y socialmente. Ser ciudadano sostenible está íntimamente relacionado con el uso consciente de los recursos disponibles para satisfacer sus necesidades actuales, sin comprometer la disponibilidad de estos a las futuras generaciones. En esos recursos se incluye, la energía eléctrica.

Si bien no se tiene influencia como usuarios en la operación y producción de la misma, los usuarios son los responsables del grado en el que impacta el medio ambiente, en la medida que controlan el consumo de la electricidad.

A continuación, se describen de qué manera, el consumo de electricidad impacta el medio ambiente:

- **Consumo de recursos naturales.** Impacto sobre el ecosistema para explotación de recursos a partir de los cuales se genera la electricidad: construcción de presas, extracción de gas natural y carbón, etc.
- **Emisiones y vertidos.** La emisión de metano generado en las presas de las plantas hidroeléctricas. La emisión de GEI debido a la combustión de combustibles fósiles para la operación de las centrales térmicas de generación, lo que conlleva a: i) Cambio climático, ii) degradación de la capa de ozono, iii) lluvia ácida. Y el daño provocado por uso del agua de refrigeración necesario para su operación, lo que modifica la temperatura de la misma y afecta a la flora y la fauna de los lugares de vertimiento.
- **Generación de residuos.** La generación de cenizas por la operación de las centrales térmicas, por ejemplo. En el caso de las centrales nucleares, los residuos radiactivos.
- **Ruido.** Instalación, construcción y mantenimiento de las centrales mediante el uso de equipos de gran envergadura generan contaminación acústica
- **Impacto visual.** Toda central impacta el paisaje en mayor o menor medida. El caso del tendido de la red eléctrica, por ejemplo.

Dado que la generación y el consumo de energía se enmarca en varios de los objetivos de desarrollo sostenible aprobado por la ONU definidos: "Acceso a una energía asequible y que no contamine", "Innovación de la industria y las infraestructuras para crear ciudades y comunidades sostenibles" y "Producción y consumo de los recursos responsable; los mecanismos de respuesta a la demanda se definen entre otras como estrategias para reducir la emisión de GEI, permitiendo la interacción también con fuentes de renovables de generación y la estructuración de usuarios, organizaciones y ciudades y sostenibles.

El reto para la implementación de estos mecanismos para que el objetivo ambiental se cumpla pasa por modificar la cultura del usuario en cuanto a los patrones de consumo de la electricidad, para lo cual la educación y el empleo de incentivos de diversa índole son fundamentales esto dentro de un contexto social.

1.3.1. Metodología de seguimiento y evaluación

En los programas RD pueden usarse herramientas que permitan la identificación de los resultados previstos y la forma de medir su grado de avance para así gestionar el proyecto; esto implica procesos de medición, seguimiento y evaluación. En esta sección se muestran mecanismos para evaluar los programas de respuesta de la demanda y hacer seguimiento a su efectividad.

Establecer una metodología de seguimiento y evaluación de los programas RD que se van a utilizar en el contexto colombiano es importante para cuantificar los impactos económicos, energéticos y ambientales de la implementación de los programas de RD. Por lo tanto, se deben definir algunos parámetros que permitan medir el desempeño de los programas de respuesta la demanda en cada uno de los contextos señalados. A estos parámetros se les denomina indicadores, y entre otros, permiten determinar el nivel de reducción de energía eléctrica, el grado de desplazamiento de los picos de consumo, el nivel reducción de GEI, etc., por la aplicación de los programas RD.

En general, los procesos de Medición y Verificación (M&V) de ahorros cuantifican la diferencia de la energía consumida antes y después de la ejecución del programa. La situación previa se establece mediante una línea base y la condición posterior de consumo se representa mediante un patrón de consumo modificado. La comparación de las condiciones Ex-ante y Ex-post permite analizar los resultados del programa y establecer las mejoras y correcciones necesarias.

Adicionalmente, en los programas de Tarifa Intradía, Gestión de Carga y Demanda en el Mercado es necesario definir parámetros para los demás impactos que se quieran cuantificar y evaluar. Un esquema general para esta metodología se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Metodología de seguimiento y evaluación de programas RD
Fuente: Elaboración propia

1.3.2. Indicadores de desempeño técnico, económico, ambiental y social

Los indicadores se constituyen herramientas esenciales para dar a conocer a los encargados de las políticas, y al público en general información necesaria del sector eléctrico, que está relacionada con los consumos energéticos, los ahorros económicos y el desarrollo sostenible; los indicadores permiten fomentar el diálogo institucional. Cada conjunto de indicadores expresa aspectos o consecuencias de la producción y el uso de la electricidad; la evolución temporal de los valores de los indicadores refleja los progresos realizados, o la falta de ellos. A continuación, se definen los indicadores que se deben tener en cuenta para evaluar el desempeño de los programas RD, la Tabla 15, al final de esta sección, resume los indicadores planteados.

a. Técnicos

Estos indicadores hacen referencia a la operación misma del programa y en específico a la demanda de energía asociada a la implementación de este. Permiten establecer niveles de reducción energética promedio o por evento, en horas pico o valle, por usuario, por sector económico, por área al interior de la organización si se dispone de los dispositivos técnicos adecuados, etc. Estos indicadores tienen en cuenta la demanda de energía establecida de acuerdo con la LBC, la demanda real de energía en horas previas a la aplicación del evento y la demanda real de energía durante la aplicación del evento.

A continuación, la Figura 12 muestra la representación gráfica de la reducción de demanda de energía por aplicación de un programa RD al compararlo con la demanda de energía en un periodo similar donde no hubo programa RD; esta información puede discriminarse por franjas horarias, días, semana, meses, etc. También pueden definirse indicadores del cambio de consumo para cada cliente o en agrupaciones por estrato, región, tipo de consumo, entre otras.

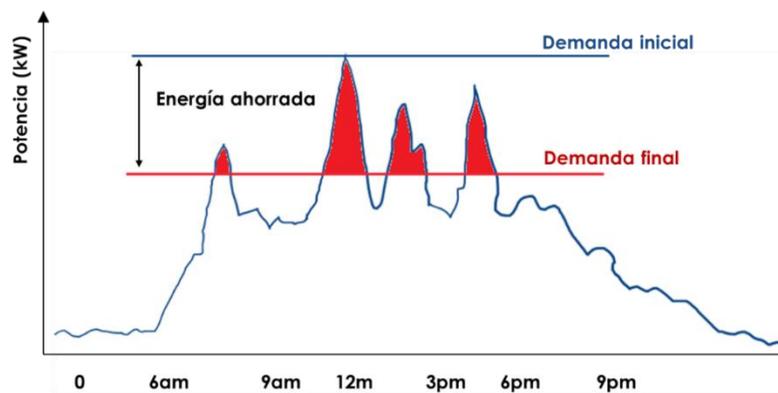


Figura 12. Cambio en la demanda de energía por aplicación de programas RD
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13 se visualiza un desplazamiento de consumo. En este caso se puede cuantificar la energía reducida en hora pico, la energía aumentada en hora valle y los demás aspectos asociados a estos cambios. De manera análoga al caso anterior, estos valores pueden cuantificarse para diferentes periodos de tiempo y para agrupaciones de usuarios.

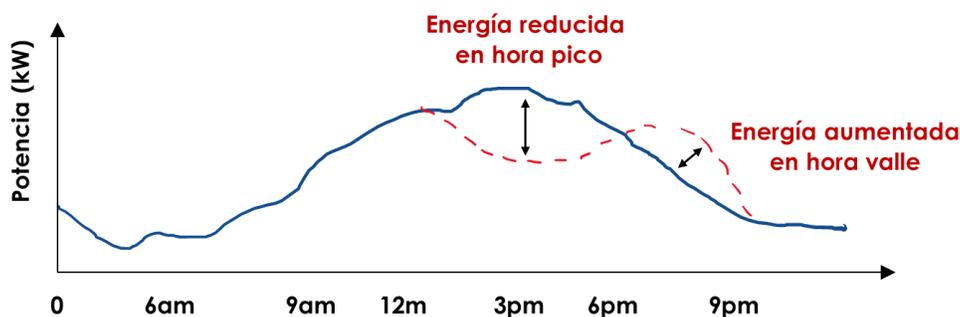


Figura 13. Energía desplazada por aplicación de programas RD
 Fuente: Elaboración propia

A partir de estos valores se pueden calcular los indicadores asociados a ahorros económicos. Los indicadores técnicos definidos a partir de la LBC o la diferencia entre los consumos antes y después del programa RD son:

- Variación del consumo diario de energía
- Variación en el consumo de energía en las horas pico
- Variación en el consumo de energía en las horas valle

Por otro lado, también pueden considerarse otros indicadores indirectos durante la ejecución del programa RD y compararlos contra los valores de estos en un periodo sin ejecución del programa. Algunos ejemplos son:

- Indicadores de calidad y continuidad del servicio (DES, FES, SAIDI, SAIFI).
- Niveles de armónicos de tensión (THD-V) y de corriente (THD-i).

Finalmente, si al interior de la organización que adopte el programa RD se cuenta con sistemas de submedición de energía (por ejemplo, para cada línea de proceso, para cada uso final o para cada zona), entonces pueden plantearse otros indicadores como:

- Distribución del consumo energético al interior de la organización por proceso productivo.
- Distribución del consumo energético al interior de la organización por uso final.
- Estado y funcionamiento de los equipos (mantenimiento y vida útil).

E indicadores generales por usuario, por sector, por grupo segmentado

- Demanda de energía por sector: cantidad de energía por grupo segmentado
- Demanda de Energía per cápita
- Energía por fuente generación de energía (%)

b. Económicos

Estos indicadores hacen referencia, principalmente, a la variación de costos por demanda de electricidad debido a la aplicación de programas RD. El aumento o la reducción de la demanda de energía representa de igual manera un aumento o una reducción en dinero para todos los involucrados en el sistema, como se ejemplifica en la Figura 14:

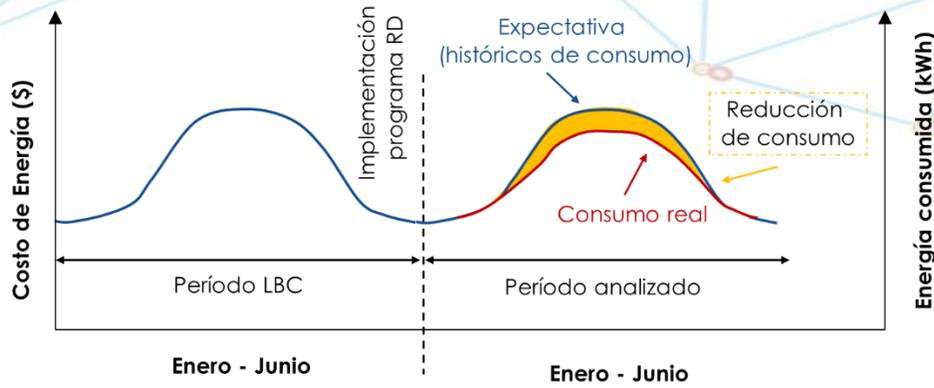


Figura 14. Ahorro económico por reducción de energía.

Fuente: Elaboración propia

Es importante considerar que, para determinar el ahorro económico, se debe tener como referencia un período para el que se conozca la LBC (Horas, días, semanas, meses, etc.) y el análisis debe realizarse para un período igual. Así se puede definir el indicador Valor ahorrado por reducción en la demanda de energía; este puede calcularse para cada cliente o para una agrupación determinada de usuarios, también puede calcularse para cada programa RD.

Otros indicadores económicos asociados a la ejecución de programas pueden estar orientados a calcular la diferencia en los valores de energía consumida ente los siguientes cambios:

- Valor de tarifas intradiarias (diferencia entre ellas).
- Franjas horarias de tarifas intradiarias.

c. Ambientales

Estos indicadores son variables que mediante la síntesis de la información ambiental pretenden reflejar el estado del medio ambiente por aplicación de los programas RD, específicamente pretenden evaluar la emisión de GEI y de otros parámetros como la descarga de efluentes líquidos y sólidos por la operación de las plantas responsables de la generación de electricidad en el país. Como ya se ha descrito antes, la aplicación de programas RD permite reducir o desplazar la demanda de energía de hora pico a hora valle, reduciendo la necesidad de generar electricidad adicional usando plantas térmicas, con la consecuente reducción de emisiones contaminantes como GEI (ver Figura 15) y cenizas, y la reducción de la descarga agua de refrigeración.

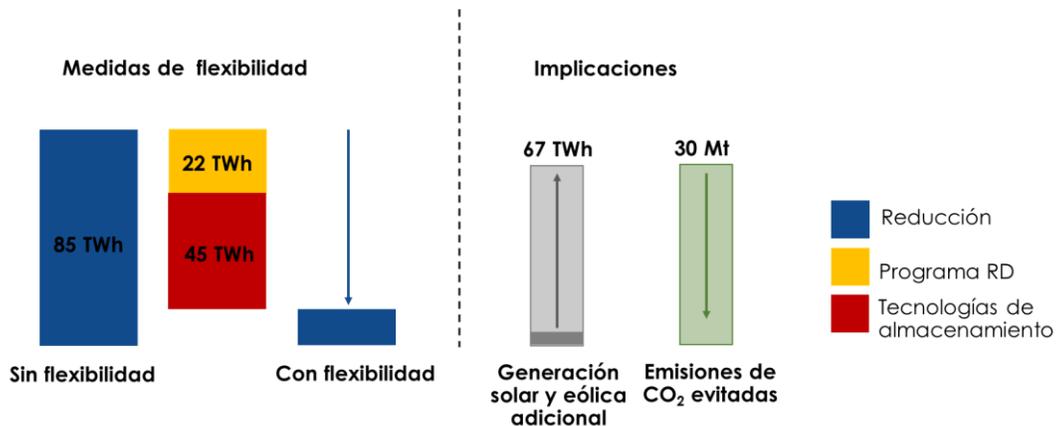


Figura 15: Implicaciones ambientales de la aplicación de programas RD

Fuente: Elaboración propia

Para medir el desempeño del programa RD desde el punto de vista ambiental, se definen los siguientes indicadores:

- Reducción de emisiones por aplicación del programa RD, por cliente, por empresa que oferte el programa, por periodo de tiempo, por sector y/o por región, entre otras.
- Cantidad de agua refrigeración utilizada por planta de generación.
- Generación de residuos sólidos y otros, y características, en centrales térmicas y demás plantas de generación.
- Distribución de la generación energía por tipo de fuente, en caso de tener disponible la información necesaria.

d. Sociales

Estos indicadores hacen referencia a los usuarios, y se definen en términos de aquellos que participan de los programas RD, los que han recibido actualización y /o capacitación en torno a los programas y tienen sistemas de generación renovable y almacenamiento

- Porcentaje de usuarios en el programa, total, por sector, por tipo, etc.
- Distribución de usuarios que han sido objeto de capacitación en torno a mecanismos RD.
- Distribución de usuarios con potencial de implementar o que tienen sistemas de generación renovable.

A continuación, la Tabla 15 muestra los indicadores enunciados, su descripción y fórmula matemática.

Tabla 15. Indicadores de desempeño de los programas RD
 Fuente: Elaboración propia

INDICADOR	RANGO	FÓRMULA
Variación del consumo diario de energía	Según meta país	$\% \Delta CE = \frac{\text{Demanda Energía antes} - \text{Demanda energía despues}}{\text{Demanda Energía antes}} \times 100\%$
Variación en el consumo de energía en las horas pico	Según meta país	$\% \Delta CE_p = \frac{\text{Demanda Energía antes} - \text{Demanda energía despues}}{\text{Demanda Energía antes}} \times 100\%$
Variación en el consumo de energía en las horas valle	Según meta país	$\% \Delta CE_v = \frac{\text{Demanda Energía antes} - \text{Demanda energía despues}}{\text{Demanda Energía antes}} \times 100\%$
Segmentación de demanda energía por sector	-	$\% UE_i = \frac{\text{Demanda Energía Sector } i}{\text{Total energía demanda (kW)}} \times 100\%$ *Puede ser usado para validez diferentes condiciones: UR, UNR, Estrato, etc.
Demanda energía per cápita	-	$\% DE_p = \frac{\text{Total energía demanda (kW)}}{\#\text{usuarios}} \times 100\%$
Demanda de energía por proceso	-	$\% DE_p = \frac{\text{Demanda energía proceso } i(\text{kW})}{\text{Total energía demanda (kW)}} \times 100\%$
Diversidad de fuente generación de energía por fuente	-	$\% GE_i = \frac{\text{Energía Generada fuente } i}{\text{Total energía generada (kW)}} \times 100\%$
Variación Costo por demanda de energía	-	$\% Co = \frac{\text{Costo Demanda Energía antes} - \text{Costo Demanda energía despues}}{\text{Costo Demanda Energía antes}} \times 100\%$
Variación Cantidad de emisiones	-	$\Delta \text{Emisión}_i = FE * (\text{Consumo antes RD} - \text{Consumo despues RD})$
Variación Descargas de agua	-	$\% \Delta DA = \frac{\text{Descarga Agua antes} - \text{Descarga Agua despues}}{\text{Descarga Agua antes}} \times 100\%$
Variación Residuos sólidos	-	$\% \Delta RS = \frac{\text{Residuos sólidos antes} - \text{Residuos sólidos despues}}{\text{Descarga Agua antes}} \times 100\%$

INDICADOR	RANGO	FÓRMULA
Usuarios participan	-	$\%URD_i = \frac{\# \text{ usuarios participantes}}{\text{Total usuarios}} \times 100\%$
Usuarios capacitados	-	$\%UCRD_i = \frac{\# \text{ usuarios capacitados}}{\text{Total usuarios}} \times 100\%$
Usuarios con sistemas renovables	-	$\%UR_{ei} = \frac{\# \text{ usuarios renovables}}{\text{Total usuarios}} \times 100\%$

1.3.3. Riesgos (económico, social, tecnológico, ambiental)

Todo proyecto en su implementación conlleva riesgos de diversa naturaleza y el caso de los programas RD no es la excepción.

A continuación, se enuncian aquellos relevantes a los programas RD:

- **Acceso a la información.** Hace referencia al acceso restringido o la falta de la información para permitir ser partícipe de un programa RD. Esto es particularmente crítico en zonas alejadas con limitaciones en comunicación, pero en general a todos los sectores.
- **Cultura del usuario.** Cambios en los patrones de sociales relacionados con el consumo de energía, arraigados en sectores poblacionales por generaciones.
- **Especulación en los precios de las tecnologías.** Ante la necesidad de requerir tecnologías (por ejemplo, medidores, controles, sensores, entre otros) para aplicar a programas RD y elevar los costos de los dispositivos.
- **Conocimiento específico en tecnología.** Podría ser necesario recibir capacitación específica para la manipulación de los medidores, unidades de generación con renovables, sistemas de almacenamiento, etc.
- **Acceso limitado para consumos especiales.** Por ejemplo, las entidades del sector salud, particularmente aquellas que no tienen plantas centrales de energía y los centros de tecnología de la información, los cuales no podrán reducir o modificar sus patrones de consumo de energía sin poner en riesgo su operación principal.
- **Retrasos en la entrega de los incentivos.** Los requerimientos burocráticos y la disponibilidad de la información para hacer efectivos las transacciones por participación en un programa RD podrían reducir el interés de participación posterior.
- **Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD.** Los usuarios podrían incumplir con los compromisos adquiridos si no se establecen mecanismos efectivos de vigilancia y control.
- **Limitación de los mecanismos regulatorios RD.** No se cuenta con mecanismos RD que habiliten el mercado y el desarrollo de modelos negocios para la participación activa de los usuarios.
- **Bajo desarrollo de tecnología habilitante RD.** No se cuenta con la infraestructura tecnológica y su arquitectura para soportar el funcionamiento de los programas RD (por ejemplo, plataformas para la gestión de los recursos, la medición avanzada, redes de telecomunicaciones, entre otros).



Usuario Activo RD

Empoderar, motivar y fidelizar

En este capítulo se profundiza en los diferentes mecanismos para fomentar la participación activa de los usuarios en los programas de RD. Se presenta inicialmente una descripción de las herramientas útiles para la identificación de los usuarios, donde se incluye la descripción de estrategias de comunicación, notificaciones al usuario y los canales de comunicación que pueden ser usados para transferir la información. Una segunda subsección, que describe los elementos que deben ser informados al usuario, entre los que están, socializar los habilitadores y los beneficios de los programas RD. Como tercera subsección, se presenta la descripción y resultados de aplicación de una herramienta que permite identificar las preferencias de los usuarios en temas relacionados con cultura energética y programas RD y la cuarta y última subsección, donde se presenta la descripción general de las tres estrategias de fomento definidas y las características detalladas de cada una de ellas.

En cada programa RD el reporte de datos al usuario es fundamental para el empoderamiento de este; la información detallada de consumos es una de las bases para fomentar la cultura energética y obtener respuestas del usuario de tal manera que:

- Entienda y cuantifique el beneficio asociado al uso de tarifas diferenciadas de energía.
- Incorpore la visualización y consulta de sus consumos dentro de sus hábitos diarios relacionados con consumo de energía.
- Conozca los impactos energéticos y ambientales asociados a sus consumos y a sus potenciales ahorros.
- Conozca y adopte el uso de buenas prácticas asociadas al uso final de la energía (Téllez, Duarte & Rosero, 2020).

A continuación, se presenta la manera de identificar e informar a los usuarios, se presentan los resultados de preferencias y las estrategias de fomento que deben implementarse para empoderar al usuario en torno a la cultura energética y programas RD.

2.1. Identificar usuarios

Para que se dé el empoderamiento del usuario es importante identificar las diferentes estrategias de comunicación necesarias para que estos conozcan los diferentes programas RD y sus principios de funcionamiento, una vez estén inscritos, también se deben tener claras las notificaciones que se deben enviar, con el fin de guiar al usuario en este proceso, finalmente se muestran los diferentes canales de comunicación que se pueden utilizar entre los usuarios y las empresas prestadoras de los servicios RD.

Es sumamente importante que, al ser elegido un usuario para participar en el programa de RD, se debe realizar una socialización al interior de la residencia, empresa o industria, con el fin de llevar el mensaje a todos los interesados directos e indirectos.

2.1.1. Las estrategias de comunicación

Una estrategia de comunicación es una herramienta que permite llegar al público objetivo para transmitir una información de manera certera con el objetivo de convertir al receptor en un cliente. En el caso de las estrategias de comunicación para los programas de RD, estas se requieren para llegar a los usuarios del sector eléctrico de tal manera que se adhieran a los programas y se cumplan las metas de los mismos. Estas estrategias pretenden que el público no sólo conozca de los programas RD, de las señales que permiten iniciar un evento, sino también de la importancia de los mismos, al entender el efecto desde el punto de vista técnico y ambiental de la reducción y/o desplazamiento de la demanda de energía y las ventajas que representa su implementación. Para conseguir esto, es necesario que se tengan en cuenta una serie de elementos al momento de diseñar una estrategia de comunicación de éxito:

- Analizar la situación actual del comportamiento de la demanda de energía por sector o cliente potencial.
- Definir claramente los objetivos de la estrategia a implementar. Así, por ejemplo, informar sobre los programas RD y sus ventajas, o definir los requisitos para implementarlos, aumentar el número de usuarios conectados a los programas, etc.
- Definir el alcance o público objetivo de la estrategia. Usuarios del sector residencial zona urbana, usuarios del sector industrial textil, etc.
- Establecer un presupuesto viable para la definición y la implementación de la estrategia.
- Seleccionar los canales de comunicación adecuados según las características del público objetivo y los mensajes a transmitir.
- Establecer los plazos de ejecución de las estrategias de comunicación.
- Medir y evaluar los resultados de la estrategia (DOFA/FLOR).

A continuación, se mencionan algunas estrategias de comunicación que se pueden tener en cuenta para llegar a los usuarios y conseguir su empoderamiento en torno a los programas de RD:

a. Campañas de expectativa.

Esta estrategia busca generar interés a través de mensajes no invasivos con información básica y concreta sobre los programas (ver Figura 16). También podrían ser llamadas campañas de lanzamiento. Se pueden crear imágenes promocionales concretas en las facturas de servicios públicos, por ejemplo, sobre apropiación del medidor avanzado, sobre cada programa en específico.



Figura 16. Campaña de impacto colectivo. Ciudad Perth Solar.
Fuente: Tomado de (Lewis, 2012)

b. Marketing digital.

Puede ser una de las estrategias más atractivas actualmente, debido a la disponibilidad creciente de la comunicación vía internet. Permite definir un conjunto de actividades que permitan establecer un vínculo de forma directa y personalizada entre la empresa que ofrece el programa RD y el usuario del mismo, proporcionando información con contenido digital en página web (ver Figura 17).

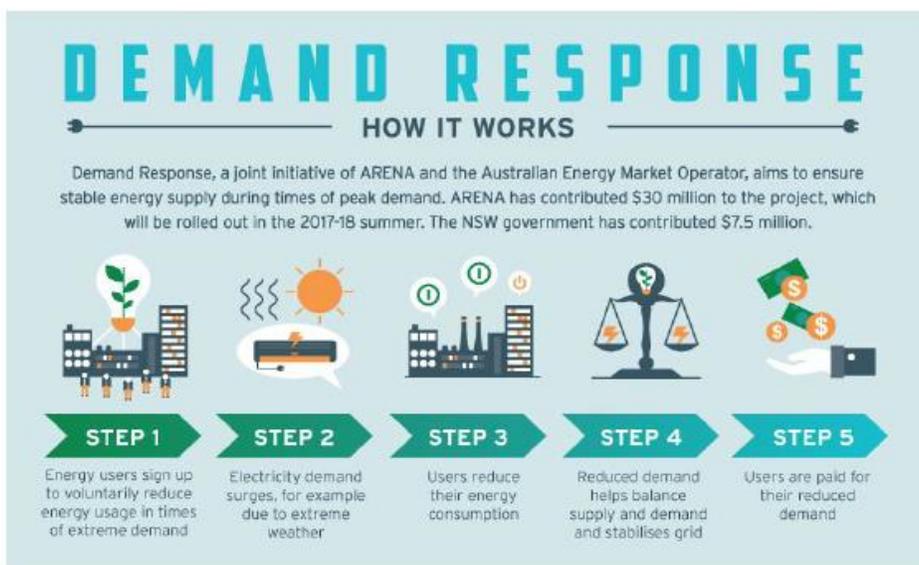


Figura 17. Contenido digital información RD ARENA Operador de mercado en Australia.
Fuente: tomado de (Energy Agency Australia, 2018)

Esta estrategia es demasiado amplia y algunas de las acciones que pueden tomarse en cuenta son:

- **Marketing de contenidos.** Consiste en generar un espacio con contenidos de calidad sobre programas de RD que se comparten con los potenciales usuarios para que ellos hagan parte del programa.
- **Email marketing.** Consiste en transmitir información sobre los programas RD a través de correo electrónico con el fin de mantener en contacto a las empresas oferentes con los usuarios. Esta es una de las estrategias más usadas, debido al bajo costo en comparación con el marketing digital.
- **Inbound Marketing.** Se trata de una estrategia que busca llegar a los posibles clientes a través de mensajes no invasivos con información relevante de interés específico sobre los programas. Esta estrategia puede manejarse mediante las llamadas campañas de expectativa o estrategias de lanzamiento de productos, en este caso de los programas de RD.
- **Marketing en redes sociales.** El apogeo actual de gran cantidad de redes sociales se presenta como una gran alternativa para transmitir información relevante de los programas RD ya que muchos clientes potenciales se encuentran cada vez más conectados a al menos una de las redes sociales que en la actualidad existen.

c. Campañas a través de líder u organizaciones sectoriales.

Se puede segmentar el mercado objetivo y distribuir la información a través de personas en particular u organizaciones con influencia en determinado sector.

d. Experiencias vivenciales.

Esta podría ser una estrategia que permitiría que más usuarios se vincularan a programas RD a partir de la experiencia de otros usuarios participantes de modelos piloto. El voz a voz constituye uno de los mecanismos de comunicación aún vigentes y de gran efectividad para captar clientes. Consiste en aplicar un piloto para un pequeño grupo de usuarios en diferentes sectores de interés (grupo semilla), luego a partir de este, se evalúa su influencia en otros usuarios (Cortés Guzmán et al., 2017). Crear mercado de exhibición por ejemplo de simuladores con los programas e involucrando las instituciones de educación. La *Figura 18* muestra un esquema de cómo construir un piloto vivencial y en la *Figura 19*, un ejemplo de cómo contar la historia de la experiencia en programas RD.



Figura 18. Esquema de creación plan piloto vivencial
 Fuente: tomado de (Colombia Inteligente, 2018)

Understanding the experience of demand response participants

At the start of the summer, energy retailers signed up some of their customers to a new program to reduce their energy use during peak use on hot days.

We meet our three families as they go about their lives, and are called upon to reduce their energy on a warm summer evening.

What are personas?

The following personas are fictional characters created to broadly represent the different user types or roles within our research population. The quotes throughout are drawn directly from a range of research participants.

The Low-energy Langs

We don't use a lot of energy, when it's hot we are comfortable being a bit hot, we rarely use an air-conditioner. We don't really understand how other households use so much more energy than us.

We signed up as we were curious about this program and while we can't contribute much, we think it's a good way to encourage others to reduce their energy.

If we have enough warning we might switch off everything, including the fridge and leave the house, that seems to be the clearest way for us to do something.



The Langs could be representative of households that:

- Have limited ability to significantly reduce energy consumption
- Rarely or sparingly use air-conditioners, don't have pools or other significant high-energy, passive appliances
- Can be frugal, environmentally aware, or just living in small or well-insulated houses

Figura 19. Cómo contar la experiencia de los usuarios en RD
Fuente: Tomado de (Energy Agency Australia, 2018)

e. Campañas usando avatar o personajes ficticios.

Crear pequeñas historias (Tipo brochure o video cortos) con personajes avatar informando temáticas relacionadas con los programas RD, las ventajas y beneficios de adherirse a un programa a partir de la vivencia de un personaje ficticio creado para representar un usuario particular (Catapult, 2020). Estas historias pueden ser diseñadas a partir de la experiencia de los usuarios participantes de las pruebas piloto (ver Figura 20).

Sarah

Agad 60, Sarah has invested a lot of money in tech to make her home run more efficiently. Reducing her impact on the environment is important to her. Sarah lives with her husband on the outskirts of Leeds.



It's not costing me any more, so I'm not unhappy about it. I'm on a flat rate electricity tariff at the moment...if I'd been on Economy? Where it would cost me more at peak times then I think I'd be more negative towards it because it would obviously be costing me twice as much to charge the car.

Sarah has:

- A Tesla Model S (her main car). They also have an ICE car but try to avoid using it.
- Solar
- zappi
- Ground-source heat pump
- Household battery

EV journeys
Sarah's journeys are mostly in and around the local area and can range from just one to several a day. They also use their Tesla for long trips around the country every few weeks.

Charging

Each day, Sarah will check the weather forecast for the following day to see how much power her solar panels might generate. If it's going to be sunny she'll turn the overnight timed charge off to leave room for solar power. She'll set an overnight charge if she knows she has a journey the next day that she needs extra charge for. For long journeys, she tries to make sure she reaches a full charge just before setting off.

Her experiences of DSR
Sarah thinks she's probably received DSR several times a week, but how confident she is varies. Sometimes it's really clear: "If I hadn't scheduled the car to charge then it was completely obvious that there was DSR because I got a notification saying it was charging". Other times she hasn't known if a DSR command has taken place, because she finds it "impossible" to distinguish charging via DSR during the day from charging with solar.

Reactions to DSR

Neither positive nor negative as DSR commands haven't made any difference to how Sarah uses the car or the cost of charging. But she says if DSR were to stop her charging, she might lose some confidence in being able to use her car as she wants – that could be a problem.

Attitudes and personality

General

Sarah likes to be in control and her trust in technology helps her feel in control. For example, she's comfortable going down to a low range in her car because she trusts the range indicator, and she would trust (and like) a system that could automate DSR around cheap electricity windows if she had a variable rate tariff.

DSR
DSR hasn't interfered with what she wants from her charging so she's confident about being able to use her car as she wants. However, she did set up notifications so her car's app would alert her when it was charging - knowing what's going on helped her feel a little bit more in control.

What might help?
Not a lot at this point!

Need for control



Need for convenience



Joe

Aged 25, believes convenient control is king. Works in IT and loves technology, especially green tech. Lives with his parents and brothers near Glasgow.



Need for control



Need for convenience



Joe has:

- A Nissan Leaf
- Solar
- zappi and edf!
- Household battery



EV journeys

Joe has a regular commute, which he could probably manage two or three days in a row on one charge (but he charges daily).

Charging

Joe charges at work when he can – it's convenient since he'll be there for 8 hours anyway. Then he tops the car back up to full again overnight. He used to charge in the evening but since switching to a variable tariff he uses a timed boost to charge at the cheap off-peak rates.

His experiences of DSR

Joe thinks he's been quite good at picking up on DSR: he gets notifications when the car stops charging – if that's outside the times that he's expecting the car to charge, he's confident it's due to DSR.

Reactions to DSR

Joe has no big issues with DSR so far, but would like it if DSR didn't cause his car to charge outside his tariff's off-peak hours. He suggests that DSR could be targeted primarily at those on flat-rate tariffs: power used in response to a DSR command 'won't cost them any different' than if they were charging at another time. If extra grid balancing is still needed, he suggests those currently within their tariff's off-peak window could be the next target, before those who are currently outside their off-peak window, where it would cost them more to charge than at off-peak times.

Attitudes and personality

General

Joe likes control but convenience is very important too. He also likes information - even if he doesn't need it. He just likes to know.

DSR

Joe trusts his zappi completely, but slightly less when it's operating with DSR – he knows a command to stop charging could leave him with less charge than he wants.

What might help?

His slight loss of trust could be mitigated by 'making up' for charge he missed out on, i.e. if his charge started late, he'd like the charge to continue beyond the normal end time to compensate. As long as he has the charge he wants each morning, he doesn't mind when and how that's delivered (and can see benefits to it being automated, especially if it optimises use of his cheap off-peak hours).

I don't mind it being stopped and started over the course of the night but it has to be at either a level I set, or 100%, when I'm getting up in the morning.

Figura 20. Campaña Avatar para entender lo que quieren los usuarios.
Fuente: tomado de (Catapult, 2020)

2.1.2. Notificaciones al usuario

Antes de que se presente un evento RD, el usuario inscrito debe conocer de manera previa las condiciones en las cuales se va a dar este evento. Para este fin, se deben utilizar notificaciones. Estas pueden hacerse por vía telefónica, correo electrónico, mensaje de texto, o mediante una aplicación, (o según se haya acordado entre las partes), alertando a los usuarios sobre los detalles del evento RD a llevarse a cabo.

Es importante tener en cuenta que de acuerdo con el tipo de programa RD, el usuario debe ser notificado con cierto periodo de anticipación, según se haya establecido en el contrato. Para el programa de tarifas intradiarias la notificación que se debe enviar por parte de la empresa son las **correspondientes a las tarifas horarias**, y con estas, el usuario puede empezar a gestionar sus consumos. En el caso del programa demanda en el mercado y gestión de cargas, se tienen un mayor número de notificaciones, que se hacen con el fin de preparar a los usuarios para la participación en el evento RD, y cuando este se activa.

En el primer caso, el proceso inicia cuando el usuario recibe (de acuerdo con el mecanismo de comunicación establecido entre las partes), una **notificación de inscripción**, en el cual se le informa la cantidad de energía que está comprometido a desplazar o reducir durante el evento RD. El usuario debe confirmar la cantidad de energía negociada, o en caso de duda, enviar un mensaje a la empresa prestadora de los servicios RD. Hay ocasiones en que dependiendo del programa RD se puede requerir información adicional, como facturas recientes, y cartas de autorización que permita el acceso a los datos del servicio de energía (números de cuenta, información del generador, etc.)

Una vez realizado el proceso de inscripción, el usuario recibiría una **notificación de confirmación del programa RD**, en el cual la empresa oferente del programa RD solicita confirmación del plan, mediante el diligenciamiento de un formulario, y el ingreso al sitio web o app en el cual se registra el evento RD. En la fase de preparación, la empresa que oferta el programa debe hacer una **notificación de prueba**, esta actividad se realiza de forma aleatoria; bien sea por mensaje de texto, correo electrónico o vía telefónica, en el que el usuario debe confirmar la correcta recepción de estas notificaciones. A su vez, se debe contemplar una notificación por parte del usuario al responsable del programa, en caso de no poder participar con una o varias cargas dependiendo los diferentes motivos (daños, mantenimientos programados, eventos especiales, entre otros). En resumen, las notificaciones son las siguientes:

i). Notificación de inscripción: En el cual se le informa la cantidad de energía que está comprometido a desplazar o reducir durante el evento RD. El usuario debe confirmar la cantidad de energía negociada, o en caso de duda, enviar un mensaje al medio de notificación.

ii). Notificación de confirmación del programa RD: Una vez realizado el proceso de inscripción, la empresa oferente del programa RD solicita confirmación del plan, mediante el diligenciamiento de un formulario, y el ingreso al sitio web o app en el cual se registra el evento RD

iii). Notificación de prueba: En la fase de preparación, luego de la inscripción, la empresa que oferta el programa hace una notificación de prueba de forma aleatoria en el que el usuario debe confirmar la correcta recepción de estas notificaciones.

iv). Notificación de aviso de una posible participación en el evento RD: en esta notificación la comercializadora avisa que hay una alta probabilidad de que el usuario va a participar en el programa RD, en este caso el usuario se prepara para una posible participación en el evento RD. Luego de este aviso también se genera una **notificación de confirmación de participación** en el programa RD, en caso de que el usuario no responda se emplea otro canal de comunicación.

v). Notificación del evento: esta notificación avisa al usuario que el evento RD ha empezado o que ha sido rechazado por parte del usuario; todas las comunicaciones anteriores se hacen con el fin de que el usuario esté preparado cuando se de esta notificación. El usuario debe confirmar de manera inmediata la recepción de esta notificación y ejecutar el plan de reducción o desplazamiento acordado (si es control de cargas, el evento se iniciaría de forma automática).

vi). Notificación de desempeño en el evento RD: Posteriormente al inicio del evento, el usuario recibe una notificación en la cual se le muestra el aporte de demanda durante el evento RD (en caso de que el usuario tenga medición en tiempo real). Esta notificación ayuda a confirmar que la demanda acordada entre el usuario y la empresa de servicios RD se está desplazando o reduciendo, y permite que la empresa considere si hay factores externos que pueden llegar a afectar el cumplimiento de esta meta.

vii). Notificación de liquidación: Finalmente se hace una notificación, en la cual se le informa al usuario los beneficios económicos que se obtuvieron por participar en el programa. Una vez terminado el evento RD, la empresa encargada revisará el desempeño del programa y los demás datos necesarios. Con el fin de enviar al usuario un resumen del aporte de su participación en el programa RD implementado, también se requiere registrar el número de eventos rechazados por el usuario.

En la Figura 21 se muestra el diagrama de flujo con las notificaciones anteriores para la gestión de carga y demanda en el mercado:

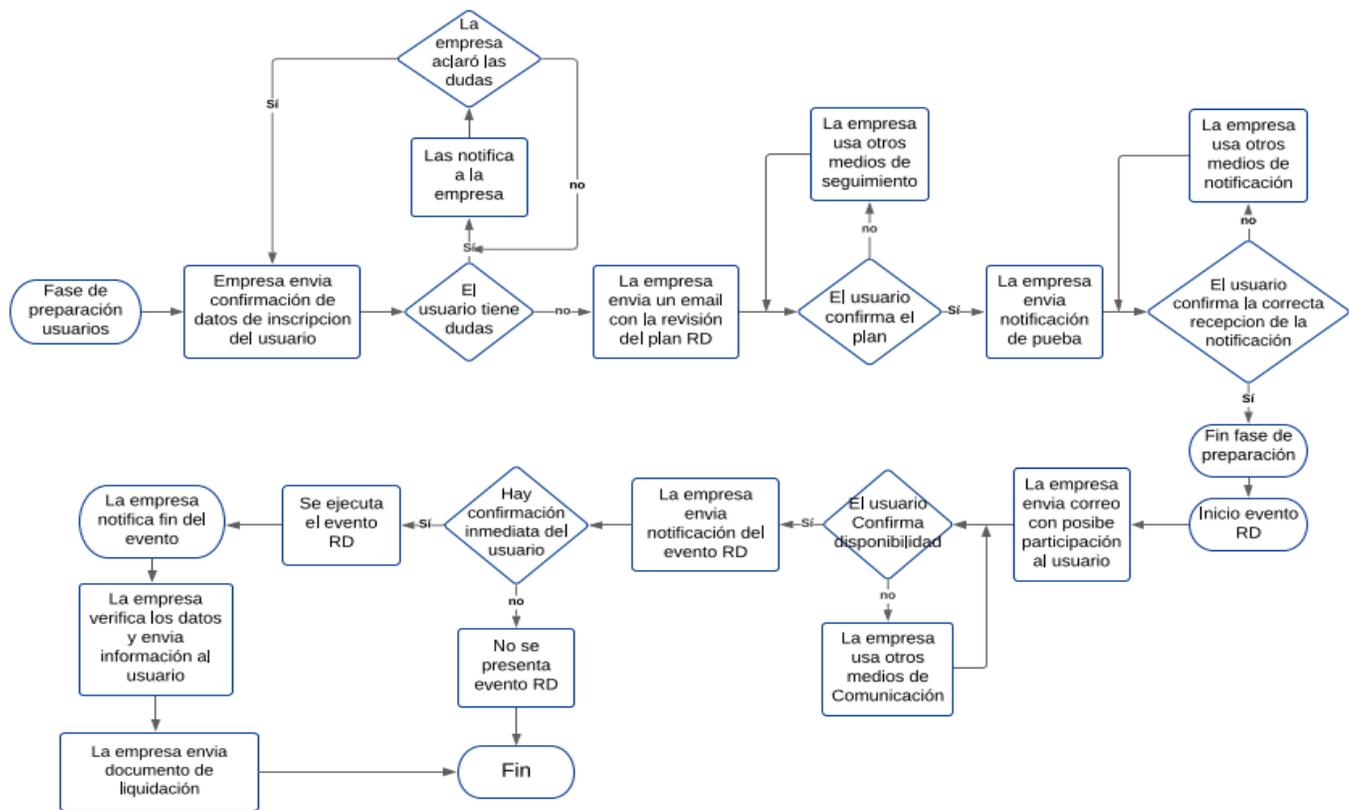


Figura 21. Proceso notificaciones programas Gestión de cargas y Demanda en el mercado
Fuente: Elaboración propia

Además de las notificaciones específicas por los eventos RD, es importante informar a los usuarios los beneficios adicionales de los programas RD: i) Las diferentes opciones para gestionar y administrar sus consumos de energía. ii) Reducción de emisiones contaminantes, iii) Reducción de monopolio por parte de los generadores de energía. iv) Flexibilidad en los recursos más flexibles para hacer frente a las contingencias.

2.1.3. Canales de comunicación

Cuando se presentan los eventos RD las empresas que ofertan estos programas deben comunicarse con sus clientes con el fin de mantenerlos informados y en caso de que los usuarios tengan dudas sepan a donde dirigirse, los canales de comunicación más utilizados son el internet a través del correo electrónico, mensajes de texto o llamadas telefónicas, redes sociales.

Internet: La comunicación vía internet, páginas web o a través de redes sociales juegan uno de los papeles más importantes en la comunicación de eventos relacionados con programas RD. El número de personas conectadas a servicios de internet son cada vez mayores, esto ha permitido que se incremente la tecnología digital, y de esta manera llegar a más usuarios. En caso de que la empresa necesite comunicarse con los usuarios lo puede hacer a través de correos electrónicos transmitiendo mensajes claros a los usuarios. En el caso de las redes sociales, estas se pueden utilizar para dar a conocer los diferentes programas RD con sus condiciones y beneficios.

Teléfonos celulares: Más de la mitad de la población tienen un celular o smartphone. Lo que ha aumentado las opciones para que la empresa prestadora de servicios RD, pueda comunicarse con los usuarios, permitiendo que estos conozcan más a fondo los programas y tengan los mecanismos para participar de estos. Además, el hecho de poseer un Smartphone abre las posibilidades de enviar diversos mensajes de atención, mails, instalar aplicaciones digitales -APP- particulares para cada programa.

Estos elementos pueden ser direccionados en campañas de marketing relacionadas con RD, que pueden ser publicadas en redes sociales, también la recepción de mensajes de texto informando en tiempo real el inicio de algún evento RD. Además de brindar la posibilidad de manipular cargas directamente (siempre y cuando se tengan las cargas adecuadas para tal fin).

Comunicaciones escritas: El uso de publicaciones escritas se puede hacer por medio de periódicos en los que se anuncien los programas RD con sus condiciones y beneficios, además las que ofrecen programas RD pueden generar documentos de comunicación, tales como brochures en los cuales se den pautas educativas sobre los programas RD.

Antes de enviar cualquier tipo de comunicación a los usuarios es importante caracterizarlos según el programa RD en el que están inscritos, la edad, el estrato socioeconómico, si son grandes industrias o pequeños consumidores, etc. Esto se hace con el fin de conocer el público objetivo con el cual la empresa prestadora de servicios RD va a interactuar; y así concentrar esfuerzos estableciendo un conjunto de medios, que se dividen en canales que se van a usar con comunicaciones educativas para los usuarios, y canales de comunicaciones relacionados con informar al usuario los eventos de respuesta de la demanda. Para el primer caso en el que se pretende educar y concientizar a los usuarios sobre los diferentes programas de respuesta de la demanda se pueden usar canales como las redes sociales, periódicos, medios televisivos, o *brochures* adheridos a las facturas del servicio de energía. Lo importante es llevar a los usuarios información clara y corta sobre los programas RD incluyendo la respuesta a preguntas como las siguientes (vaasaETT, 2012):

- ¿Qué es un programa RD?
- ¿Qué está ofreciendo el programa RD?
- ¿Cómo funcionan los programas RD?
- ¿Quién lo está ofreciendo?
- ¿Dónde se puede encontrar más información al respecto?
- ¿Hay un costo inicial por parte del usuario para participar en los programas RD?

En la Figura 22 se muestra un ejemplo de *brochure* educacional dirigido a los usuarios.

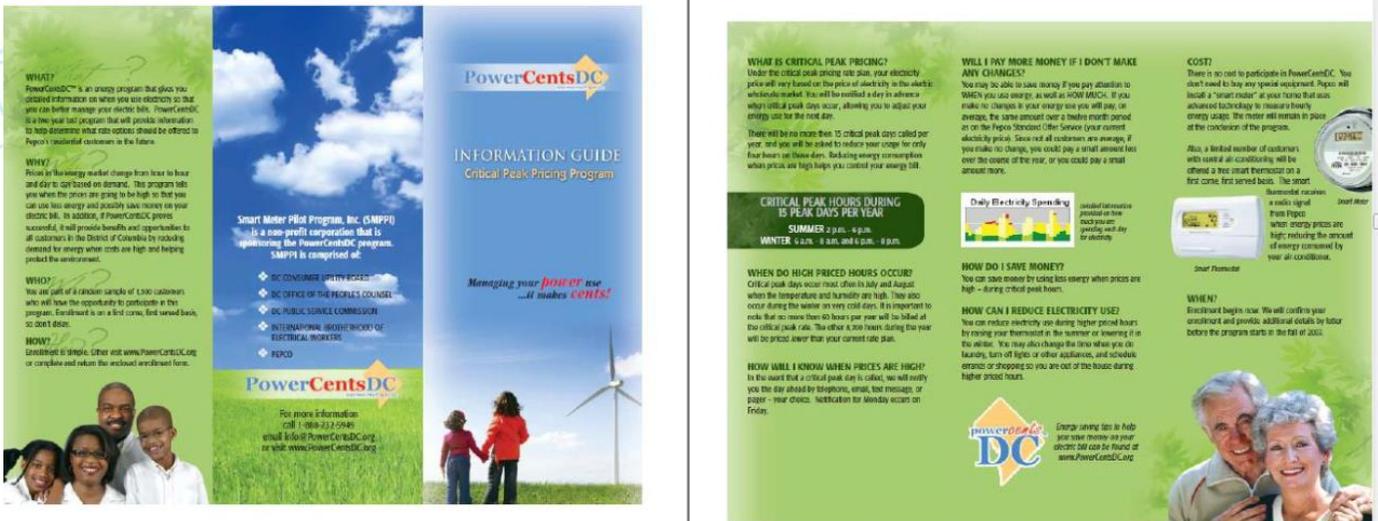


Figura 22. Brochure educacional programa RD
Fuente: Tomado de (LEWIS, P. ,2012).

Para enviar las notificaciones de los eventos RD, mencionadas previamente, se pueden utilizar canales como mensajes de texto, correos electrónicos, llamadas telefónicas o a través de aplicaciones propias de las empresas prestadoras de servicios RD. En todo caso estos anuncios deben hacerse de forma llamativa para los usuarios, brindando un espacio simple, ordenado y estético. En la Figura 23 se muestra un resumen de los canales utilizados de acuerdo con la información a enviar a los usuarios.

Información Educativa	Notificaciones evento RD
<ul style="list-style-type: none"> • Redes sociales • Periódicos • Televisión • Facturas del servicio de energía 	<ul style="list-style-type: none"> • Llamadas telefónicas • Mensajes de texto • Correo Electrónico • Via app

Figura 23. Canales de comunicación para los programas RD
Fuente: Elaboración propia

2.2. Informar al usuario

Para que los programas RD se implementen con éxito es necesario sensibilizar previamente al usuario dándole a conocer los principales aspectos del respectivo programa. También es fundamental disponer de diferentes medios que permitan mantener comunicación de doble vía entre el usuario final y la empresa que oferta el programa (European Comission: Joint research center, 2013).

A continuación, se describe la información mínima a divulgar al usuario, procurando utilizar conceptos simples y apoyo gráfico para facilitar la comprensión de estos en todo tipo de clientes con el fin de suministrar conocimiento acerca de los habilitadores que hacen posible el uso de un programa de respuesta de la demanda, que beneficios trae el utilizarlo y brindarle información acerca de posibles interrogantes que se le puedan generar a un participante del programa RD.

2.2.1. Socializar los habilitadores de un programa RD

Actualmente, la mayoría de los usuarios finales de energía en el país disponen de medidores tradicionales de energía que soportan un esquema de facturación a través del cual conocen la cantidad de energía consumida durante un mes y el valor del kWh correspondiente al mismo período. Estos suelen ser las únicas cantidades que asocian a sus consumos de energía eléctrica. Los conceptos asociados a curva de demanda diaria o tarifa intradiaria no son del uso común de los usuarios, especialmente de los Regulados.

Por otro lado, los usuarios podrían no estar familiarizados con la necesidad de reemplazar el medidor tradicional por uno asociado a un sistema de medición avanzada, debido al desconocimiento de diversos factores tecnológicos, beneficios y costos, entre otros. Para lograr el entendimiento y la apropiación de los cambios tecnológicos, se requieren campañas de divulgación de información que deben ejecutarse previo al cambio del medidor y al inicio del programa RD. El tipo de información entregada al usuario y los mecanismos de comunicación que se usen también son importantes durante la ejecución del programa. A continuación, se presenta la información que deben incluirse en las campañas de socialización de los habilitadores RD.

a. Importancia de la medición avanzada

Un medidor tradicional de energía registra el consumo total de energía del usuario (kWh) durante un mes, luego de este periodo un empleado de la compañía distribuidora toma esa lectura para enviarla al sistema y generar la factura correspondiente.

Un sistema de medición avanzada utiliza un medidor con nueva tecnología, que añade un sistema de comunicación de doble vía y un sistema de análisis centralizado, lo que permite al usuario monitorear sus consumos diariamente, en el momento que así lo decida. De esta forma el cliente puede conocer información detallada de la cantidad de energía que se consume durante todas las horas de día y tomar decisiones al respecto para optimizar su consumo. La medición avanzada también trae otras ventajas como la disponibilidad de canales de interacción permanente con el comercializador.

b. Patrones de consumo

La energía eléctrica que un cliente consume a lo largo del día es variable y depende de los equipos y elementos que se encuentren conectados a su instalación. El consumo de electricidad depende del tipo, algunos electrodomésticos requieren más energía para su funcionamiento que otros, del tiempo en el que cada equipo está en funcionamiento, y de si están conectados varios equipos de manera simultánea. Los patrones de consumo de cada usuario dependen de sus necesidades y costumbres, la región del país, el clima, la actividad económica, el nivel socioeconómico, entre otros factores. La Figura 24 muestra de manera gráfica el consumo de energía eléctrica de un usuario residencial a lo largo del día.

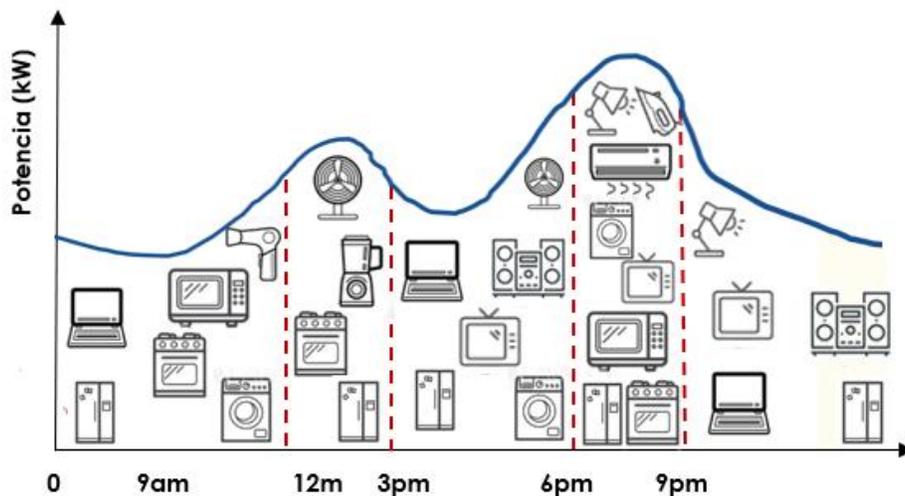


Figura 24: Curva de consumo diaria
 Fuente: Elaboración propia

Esa curva de consumo también llamada curva de carga diaria, puede variar dependiendo del tipo de usuario, como se muestra en la Figura 25.

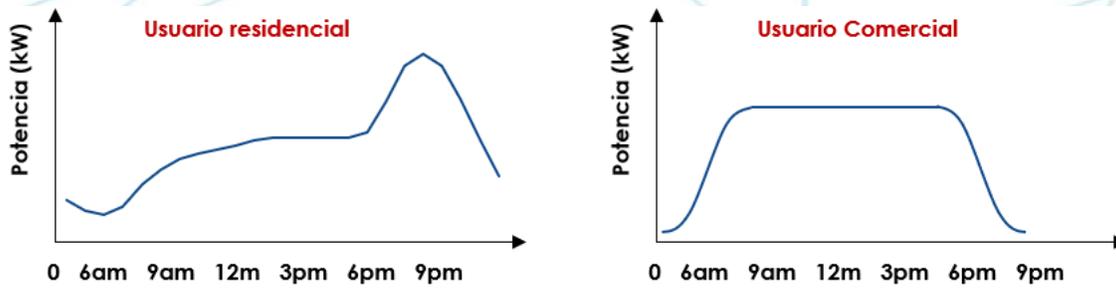


Figura 25. Curva de carga diaria por tipo de usuario
Fuente: Elaboración propia

c. Tarifas intradiarias

Para calcular el valor de la factura mensual, además de la cantidad de energía consumida (que es determinada por el medidor) se necesita el precio de cada kWh. Actualmente la tarifa tiene un valor constante independiente de la hora del día, para los Usuarios Regulados, y es establecida por cada empresa prestadora del servicio en tanto que a los usuarios No Regulados se les ofertan tarifas diferenciadas.

Con el uso de sistemas de medición avanzada y un nuevo esquema regulatorio, se tendrían tarifas diferenciadas de energía por hora del día. Durante las horas de mayor consumo, la tarifa de la energía será más alta, mientras que en las de menor consumo, la tarifa será menor (ver Figura 26).

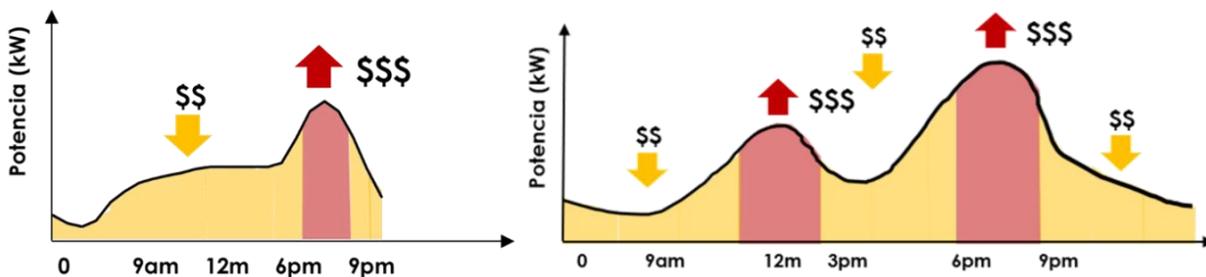


Figura 26: Ejemplo de tarifas intradiarias
Fuente: Elaboración propia

d. Programa de Respuesta de la Demanda

Es un programa diseñado para que el usuario de energía eléctrica reciba beneficios por reducir o desplazar sus consumos de energía eléctrica, es decir, por modificar sus patrones de consumo. Los beneficios son económicos representados en la reducción del valor de la factura, ambientales al reducir las emisiones asociadas a la generación de energía, entre otros. También se logra una comunicación constante y por diversos canales entre la empresa que oferta el servicio de energía y el cliente.

Como se ha mencionado en la sección 1.1, en esta guía se describen 3 programas referenciales: **Tarifas intradiarias** en el que el usuario recibe un incentivo vía tarifa para trasladar el consumo de periodos pico a periodos no pico, **Gestión de carga** en el que el usuario acepta desconectar o reducir cierta cantidad de carga cuando el sistema así lo requiera y a cambio recibe un incentivo, y **Demanda en el mercado**, en el que la demanda de energía eléctrica es integrada como un elemento activo en los diferentes mecanismos de mercado, como el despacho económico del sistema, mediante ofertas de desconexión presentadas por el usuario.

Para que la energía eléctrica llegue a cada usuario se requiere una infraestructura (líneas de transmisión, redes de distribución, subestaciones, centros de gestión de información) que opere adecuadamente en todo momento. Las horas del día en que suelen presentarse los consumos más altos de energía, el sistema eléctrico tiende a sobrecargarse, de manera similar a como se congestionan las calles cuando aumenta el tráfico vehicular. Los programas RD buscan reducir el pico de la demanda de electricidad, motivando a los usuarios a desplazar o reducir sus consumos en las horas críticas. Además de conseguir una participación activa de la demanda en el sector eléctrico y el diseño eficiente de las tarifas de energía.

2.2.2. Socializar los beneficios de un programa RD

Para el usuario que participa de un programa RD, estos mecanismos traen beneficios de índole financiero, como: ahorro en la factura y pago de incentivos a aquellos usuarios que ajustaron su demanda de electricidad en función de las tarifas intradiarias o en función de los clientes contratados (programa de gestión de cargas y demanda en el mercado). Adicionalmente puede obtener otros beneficios que establezca la empresa que oferta el programa RD.

Cuando el usuario gestiona sus consumos también genera impactos positivos en el medio ambiente al reducir las emisiones de CO₂ por generación de energía, y dando participación a fuentes de energía renovables. También ayuda en la conservación de los recursos que mejoran la eficiencia del servicio de energía eléctrica.

Para el programa demanda en el mercado, el beneficio resultante se presenta en el mercado mayorista con precios óptimos del sistema (despacho económico considerando la oferta de la demanda), estos se deben a que el uso de este programa RD evita la necesidad de utilizar las plantas de generación más costosas en los periodos de alta demanda, lo cual reduce los costos de producción de la energía. A un plazo más largo va a permitir que las empresas desplacen inversiones en infraestructura.

Para el sistema interconectado nacional, los programas RD reduce la congestión del sistema eléctrico en las horas de mayor consumo trayendo múltiples beneficios, tales como aumento en la confiabilidad del sistema dado que estos reducen la probabilidad de que se presenten interrupciones en el servicio, que traen consigo costos financieros e inconvenientes a los usuarios. La eficiencia de todo el sistema eléctrico también aumenta cuando se logra un aplanamiento de la curva de demanda dado que un menor flujo de potencia por los sistemas de transmisión y distribución implica una reducción en las pérdidas de potencia activa en la red, extensión de la vida útil de los elementos del sistema eléctrico, aumenta la flexibilidad de los mercados de energía y promueven el uso de generación distribuida.

2.3. Identificar Preferencias

Para conocer las diferentes percepciones que tienen las personas sobre los programas RD en el país, el estado en el que se encuentra su implementación, o las principales barreras, se desarrolló una herramienta de investigación, que consistió en una encuesta de 20 preguntas de cuya aplicación, se obtuvieron 222 registros. A continuación, se describe y se presenta la estructura de investigación usada.

2.3.1. Descripción herramienta de investigación

Inicialmente se realizó un proceso de revisión con los miembros del Grupo de Trabajo Colaborativo (GTC), de los temas de interés en demanda activa, a partir del cual se creó un cuestionario básico, que fue revisado y finalmente consolidado como la herramienta de investigación. El cuestionario aplicado (ver Anexo III. Herramienta de investigación.) consideró la inclusión de preguntas formuladas de forma clara, concisas y cuya respuesta fuera simple y rápida de obtener.

El objetivo de la herramienta era el levantamiento de información sobre la percepción del usuario sobre diferentes acciones que influyen sobre el fomento y uso de programas RD. Se incluyeron aquellas relacionadas con el impacto que ha tenido el aislamiento obligatorio debido a la pandemia por el Covid-19 en el consumo de energía y las diferentes estrategias que consideran, pueden ayudar a la implementación de los programas RD. La herramienta fue aplicada de forma virtual e incluyó 20 preguntas agrupadas en cinco categorías:

- i. **Preguntas de caracterización del usuario.** Estas preguntas buscan establecer ubicación, el tipo de usuario y el estrato socioeconómico.
- ii. **Preguntas sobre el impacto del Covid-19.** Pretenden establecer la percepción que sobre los hábitos de consumo de energía trajo consigo el aislamiento obligatorio.

- iii. **Preguntas sobre etiquetado y Programas RD.** Estas preguntas pretenden establecer el conocimiento que tienen los usuarios sobre la etiqueta de eficiencia de los equipos eléctricos, la definición de los programas RD, y las expectativas que tienen los usuarios al participar en un programa RD.
- iv. **Preguntas estrategias cultura energética e implementación programas RD.** Estas preguntas buscan establecer estrategias que pueden ayudar al consumo eficiente de la energía, a la aceleración de la implementación de los programas RD y al fomento de la participación de los usuarios en este tipo de programas y también identificar la principal barrera para modificar el consumo de energía.
- v. **Preguntas sobre tecnología RD.** Preguntas que buscan identificar el conocimiento acerca de los dispositivos necesarios para la participación de los programas RD y la voluntad de los usuarios para adquirirlos.

Una vez recolectada la información producto de la aplicación de la herramienta de investigación, el procesamiento y análisis estadístico de la misma incluyó la realización de gráficas y obtención de correlaciones.

2.3.2. Análisis resultados y conclusiones

De la implementación de la herramienta de investigación, se obtuvieron 222 registros. A continuación, el análisis de los resultados y las conclusiones al respecto.

a. Análisis de resultados

Respecto a la ubicación de los usuarios, en la Figura 27 se muestra que los participantes pertenecían a varias regiones del país, siendo la primera con el 31,53% el departamento de Cundinamarca, seguido por el departamento de Antioquia con un 30,63%.

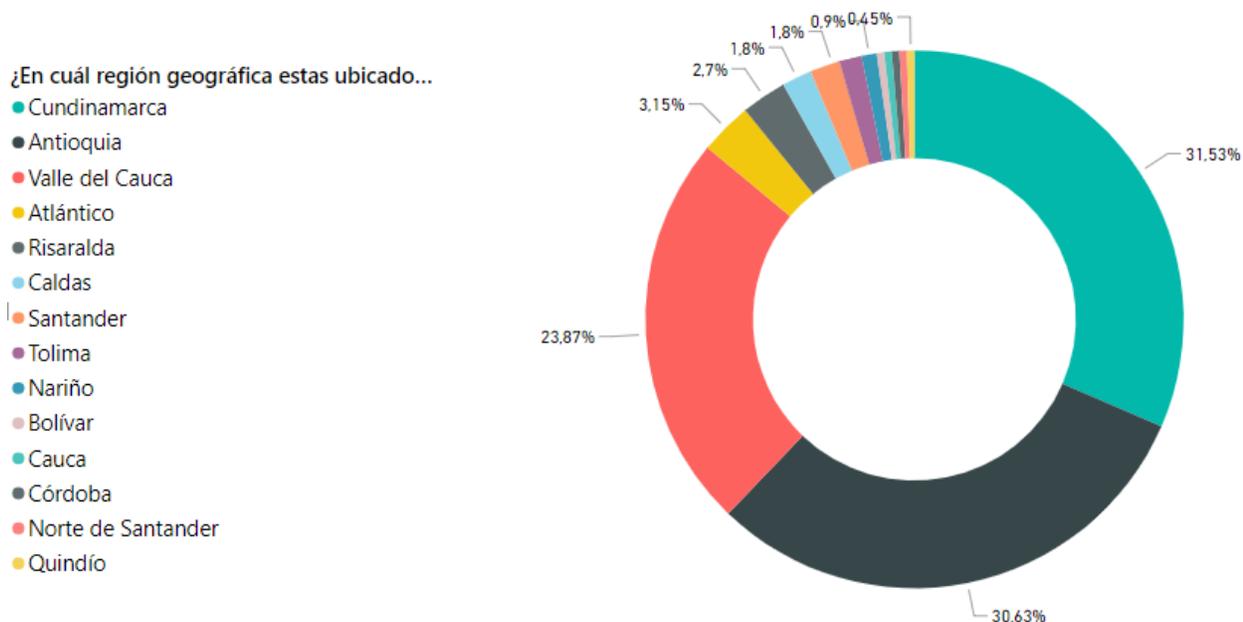


Figura 27. Ubicación geográfica de los encuestados.
 Fuente: elaboración propia

Con respecto al tipo de usuario el 92,8% dijo ser un usuario regulado; mientras que el 7,2% dijeron ser usuarios no regulados, también se les pidió que respondieran sobre su estratificación, mostrando que la mayoría de los participantes indicaron el estrato 4 con un 29,28%, tal como se muestra en la Figura 28.

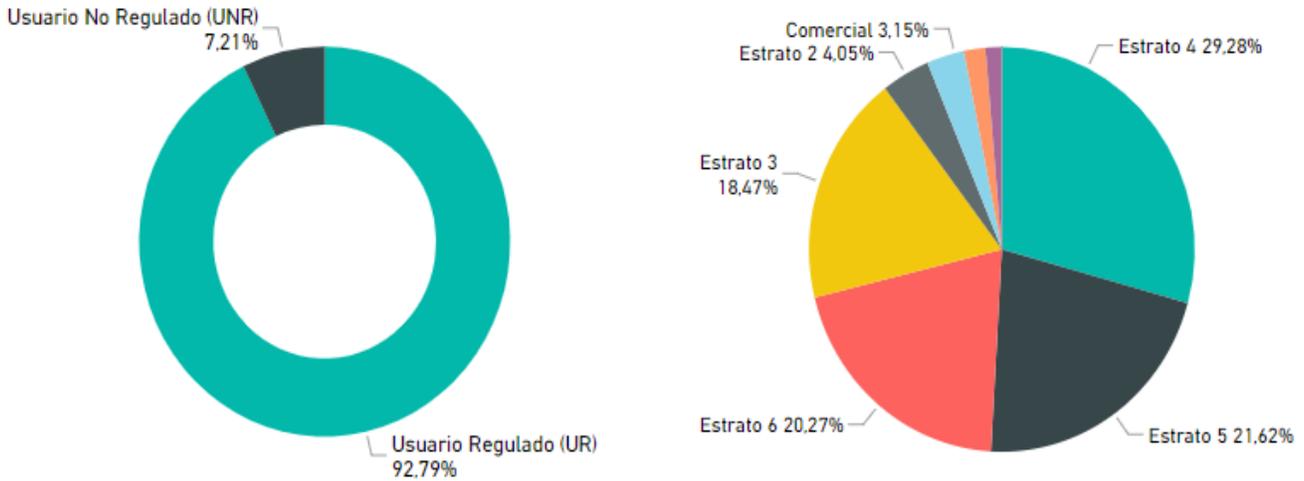


Figura 28. Tipo de usuario y estrato socioeconómico.
Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta la situación debida al Covid-19, y que el aislamiento obligatorio modificó los hábitos de consumo de energía de los usuarios, se preguntó si el consumo de energía por esta contingencia subió, bajó, o permaneció igual, a lo cual el 81,53% de los usuarios respondió que subió. A la pregunta de cuál fue el hábito que cambió producto del aislamiento obligatorio, ellos respondieron que aumentaron las labores de teletrabajo y por lo tanto se están usando más los equipos de cómputo. En la Figura 29 se muestran los resultados al respecto.



Figura 29. Cambios de consumo por el aislamiento obligatorio.
Fuente: elaboración propia

En cuanto a la implementación de los programas RD, se requiere establecer la percepción que tienen los usuarios sobre las etiquetas de eficiencia energética en los electrodomésticos. Los resultados muestran que la mayoría los relacionan con el valor de eficiencia en el consumo de energía del equipo como se muestra en la Figura 30.

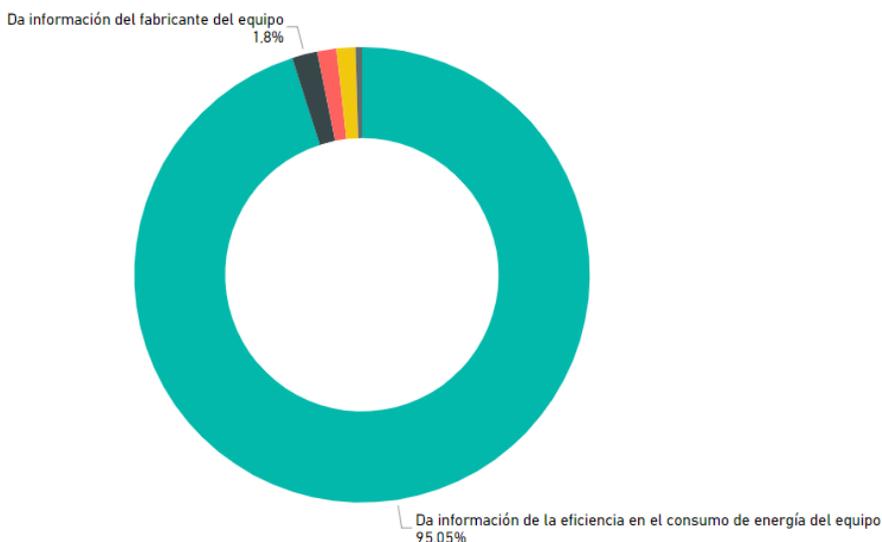


Figura 30. Importancia de la etiqueta de eficiencia de los equipos.
Fuente: elaboración propia

Respecto al concepto sobre los programas RD, en la Tabla 16, se muestra la definición que tienen los usuarios y el 41,89% de los participantes indica que los programas RD son mecanismos para recibir beneficios por reducir o desplazar el consumo de la energía eléctrica.

Tabla 16. Qué es un programa de respuesta de la demanda.
Fuente: elaboración propia

Encuestado	Que es un programa de respuesta de la demanda
68,47%	Es un programa para recibir beneficios por reducir o desplazar el consumo de la energía eléctrica
14,41%	Es un programa para controlar la forma en que consumo energía eléctrica
7,66%	Es un programa para mitigar los problemas de escasez de energía en el país
3,15%	Es un programa para ahorrar energía
3,15%	Es un programa para incentivar el desarrollo de las fuentes no convencionales de energía renovables
3,15%	No sé

También se les preguntó sobre las expectativas que tienen al participar de un programa RD, y de acuerdo con la Tabla 17, el beneficio que más les gustaría obtener es un ahorro significativo sobre el valor de la factura.

Tabla 17. Expectativas de participar en un programa RD
Fuente: elaboración propia

Encuestado	Expectativas de participar en RD
41,89%	Obtener un ahorro significativo sobre el valor de la factura
39,64%	Aportar a la sostenibilidad medioambiental
10,81%	Lograr cualquier ahorro
4,05%	Modernizar la instalación eléctrica
2,25%	Otro, ¿cuál?
1,35%	No tengo expectativas

Los encuestados que respondieron la opción otro, dieron las siguientes sugerencias:

- Que la demanda gane relevancia e incida en el comportamiento de precios del mercado.
- Poder que la demanda sea un actor activo en el mercado energético y pueda brindar beneficios a la cadena energética del país.
- Saber cómo afecta las malas prácticas y buenas en el consumo del país.
- Lograr ahorros en cómo uso la energía y contribuir a la sostenibilidad del sistema eléctrico y el medio ambiente.

Si se analiza la misma pregunta desde el punto de vista de los usuarios no regulados (16 respuestas), como se muestra en la en la Tabla 18, la principal expectativa es la de aportar a la sostenibilidad medioambiental, lo que coincide con la respuesta de los participantes de la investigación que permanecen la mayor parte del tiempo en sus casas (89 respuestas).

Tabla 18. Expectativas de participar en un programa RD por tipo de usuario.
Fuente: elaboración propia

UNR	UR que permanecen en casas	Expectativas de participar en un programa RD
2,25%	14,41%	Obtener un ahorro significativo sobre el valor de la factura
3,35%	18,47%	Aportar a la sostenibilidad medioambiental
0,9%	3,6%	Lograr cualquier ahorro
0,45%	1,8%	Modernizar la instalación eléctrica
0,45%	0,9%	Otro, ¿cuál?
0%	0,9%	No tengo expectativas

Si se analiza la misma pregunta por regiones los resultados son los mostrados en Tabla 19, en la cual se puede observar para las regiones de Cundinamarca, Valle, Atlántico, Nariño, Bolívar, Cauca y Córdoba, que la principal expectativa es la de obtener un ahorro significativo sobre el valor de la factura. Mientras que, para las regiones de Antioquia, Risaralda, Caldas, Santander, la principal expectativa es la de aportar a la sostenibilidad medioambiental.

Tabla 19. Expectativas de participar en un programa RD por regiones.
Fuente: elaboración propia

Cundinamarca	Antioquia	Valle	Atlántico	Risaralda	Caldas	Expectativas de participar en un programa RD
13,06%	11,26%	11,71%	1,8%	0,9%	0%	Obtener un ahorro significativo sobre el valor de la factura
10,36%	13,51%	9,01%	0,9%	1,8%	1,35%	Aportar a la sostenibilidad medioambiental
4,95%	4,05%	1,35%	0%	0%	0,45%	Lograr cualquier ahorro
1,9%	1,8%	0,45%	0%	0%	0%	Modernizar la instalación eléctrica
0,45%	0%	0,9%	0,45%	0%	0%	Otro, ¿cuál?
0,9%	0%	0,45%	0%	0%	0%	No tengo expectativas

Con respecto a las estrategias que se han implementado para hacer un consumo de energía más eficiente, la mayoría de los encuestados han priorizado la compra de electrodomésticos que tengan la etiqueta de eficiencia energética, como se observa en la Tabla 20.

Otra de las preguntas de la encuesta fue acerca de las estrategias que los participantes consideran puede ayudar a acelerar la implementación de los programas RD. En la Tabla 21 se puede observar que el 29,73% eligió la estrategia de habilitar tarifas intradiarias, seguida por la estrategia en la que cada comercializador ofrezca dentro de su portafolio servicios de programas RD con 17,12%.

Tabla 20. Estrategias para consumir energía de forma más eficiente.
 Fuente: elaboración propia

Encuestado	Estrategias para consumir energía de forma eficiente
40,54%	He priorizado la compra de electrodomésticos que tengan la etiqueta de eficiencia energética
36,94%	He instalado dispositivos que permitan un mejor uso o control del consumo (electrodomésticos, iluminación, actividades de limpieza o arreglo, entre otras)
14,41%	No he considerado ninguna estrategia
3,5%	He utilizado los incentivos para la gestión eficiente de la energía (Ley 1715-2014 u otro de tipo tributario)
1,8%	No dispongo de recursos económicos para implementar alguna estrategia
1,8%	He definido las estrategias para mejorar el consumo de energía, pero no las pongo en práctica
1,0%	Otro, ¿cuál?

 Tabla 21. Estrategias para acelerar la implementación de programas RD.
 Fuente: elaboración propia

Encuestado	Estrategias para acelerar implementación de programas RD
29,73%	Habilitar tarifas horarias
17,12%	Que cada comercializador ofrezca dentro de su portafolio de servicio un programa de respuesta de la demanda
15,32%	Definir una política pública que establezca un porcentaje obligatorio de participación en dichos programas (meta nacional)
11,71%	Realizar campañas que fomenten el consumo consciente y eficiente de la energía eléctrica como herramienta para la recuperación económica del país
10,81%	Habilitar la oferta de la demanda de energía en el mercado de energía (bolsa de energía o en el mercado de contratos de energía)
10,81%	Incluir los programas dentro la programación de los recursos que se utilizan para garantizar la operación confiable y económica bajo cualquier condición del sistema eléctrico
4,5%	Otro, ¿cuál?

Los encuestados que respondieron otro, mencionaron estas estrategias:

- Habilitar tarifas horarias con participación de la demanda en la formación del precio spot de mercado.
- Liberar las barreras de contratos (todo lo que implica cambiar de comercializador) para poder comprar energía con mayor liquidez.
- Permitir la venta de energía entre particulares con tarifas de energía horario.
- Es un conjunto de medidas tanto desde la política pública como desde la regulación.
- Otra campaña (ya de eficiencia energética) podría ser la subvención para el cambio de electrodomésticos de altos consumos por otros de bajo consumo, para familias con bajo poder adquisitivo.
- Generar incentivos económicos para los usuarios que se acojan a los programas que promueven el uso eficiente y oportuno de la energía eléctrica mediante descuentos en su factura.

Si se analiza la misma pregunta por el lado de los usuarios no regulados, como se observa en la Tabla 22, estos eligieron en su mayoría definir una política pública que establezca un porcentaje obligatorio de participación en dichos programas (meta nacional).

Tabla 22. Estrategias para acelerar la implementación de programas RD en UNR.
 Fuente: elaboración propia

Encuestado	Estrategias para acelerar implementación de programas RD en UNR
1,35%	Habilitar tarifas horarias
0,9%	Que cada comercializador ofrezca dentro de su portafolio de servicio un programa de respuesta de la demanda
2,25%	Definir una política pública que establezca un porcentaje obligatorio de participación en dichos programas (meta nacional)
0,45%	Realizar campañas que fomenten el consumo consiente y eficiente de la energía eléctrica como herramienta para la recuperación económica del país
0%	Habilitar la oferta de la demanda de energía en el mercado de energía (bolsa de energía o en el mercado de contratos de energía)
1,8%	Incluir los programas dentro la programación de los recursos que se utilizan para garantizar la operación confiable y económica bajo cualquier condición del sistema eléctrico
0,45%	Otro, ¿cuál?

A la pregunta sobre las estrategias que ellos consideran que fomentaría la participación de los consumidores en un programa que tiene como objetivo modificar la forma en que se consumen la energía, los participantes eligieron en su mayoría otorgar un incentivo a los usuarios por participar en estos programas (descuentos en factura, bonos de compra, puntos para redimir u otro), como se muestra en la Tabla 23.

 Tabla 23. Estrategias para fomentar la participación de los consumidores en los programas RD.
 Fuente: elaboración propia

Encuestado	Estrategias para fomentar la participación de los consumidores
43,24%	Otorgar un incentivo a los usuarios por participar en estos programas (descuentos en factura, bonos de compra, puntos para redimir u otro)
18,47%	Suministrar el medidor avanzado junto con sus aplicaciones que permitan conocer el consumo de la energía eléctrica y su costo a nivel horario
16,67%	Ofrecer planes de tarifas diferenciadas (tarifas diferentes por periodo de tiempo)
13,51%	Facilitar el acceso a tecnologías (paneles solares o baterías para suplir las necesidades de consumo de energía eléctrica -parcial o total-, equipos de alta eficiencia energética, dispositivos inteligentes -domótica-)
6,76%	Habilitar la oferta de la demanda de energía en el mercado de energía (bolsa de energía o en el mercado de contratos de energía)
1,35%	Realizar campañas a nivel nacional/regional acerca de la importancia de participar en estos programas

También se les pregunto sobre la principal barrera para modificar el consumo de energía eléctrica y se identificó que el no disponer de un medidor avanzado que registre e informe al usuario el consumo horario fue la respuesta de la mayoría con un 23,4%, aunque en la gráfica se puede observar que las demás respuestas tuvieron un porcentaje similar. Los resultados se pueden observar en la Tabla 24.

 Tabla 24. Principal barrera para modificar los consumos horarios de energía eléctrica.
 Fuente: elaboración propia

Encuestado	Barreras para modificar los consumos horarios
23,42%	No disponer de un medidor avanzado que registre e informe al usuario el consumo horario
17,57%	La falta de información o herramientas para gestionar el consumo de energía
14,141%	La falta de cultura energética para promover o mejorar hábitos de consumo de energía
12,61%	La inflexibilidad en el cambio del horario de las actividades del hogar o por fuera de el
12,16%	No se conoce el costo horario de la energía eléctrica
8,11%	No se saben los beneficios por cambiar la hora en que más se consume
7,21%	La información del consumo solo se conoce cuando llega la factura (1 mes o 2 meses después)
4,5%	Otra, ¿Cuál?

Además, el 4,5% indicó que existen otras barreras, las cuales se enuncian a continuación:

- No existen incentivos para motivar los cambios de hábitos, se requiere más allá de sólo la idea de eficiencia energética, señales claras de políticas y regulación al respecto, ejemplo tarifas horarias.
- Que las diferencias de precio en hora pico y valle no son lo suficientes para desplazar carga.
- No existen tarifas horarias que incentiven la modificación del consumo.
- No hay incentivos para modificar el consumo.
- Los demás retos se pueden superar con un bajo costo y con campañas de concientización y promoción del nuevo modelo de consumo energético, sin embargo, esperar que sea la gran mayoría de personas darían prioridad al cambio de consumo horario asociado a un incentivo económico, al modificar el valor de la energía horaria se estaría favoreciendo a algunas empresas cuya estructura ya está ajustada a ciertos horarios que tendrían incentivos, así habría desventaja competitiva.
- Esta opción debería ser demasiado coordinada porque se estarían cambiando las curvas horarias y aun así podrían seguir estando centralizadas, sólo que, en horarios diferentes, en los cuales es posible que se tenga menos disponibilidad de energía.
- Las tarifas del sector residencial no tienen diferenciación horaria en generación. No basta con conocer la tarifa con anticipación, que tampoco se conoce.

Por último, se les pregunta a los encuestados sobre los dispositivos relacionados con los programas RD, tales como generadores distribuidos, equipos de almacenamiento de energía eléctrica y térmica, medidores avanzados de energía, vehículos eléctricos, y teléfonos inteligentes mostrando que la mayoría no poseen estos dispositivos, pero están interesados en adquirirlos. Tal como se muestra en la Figura 31.

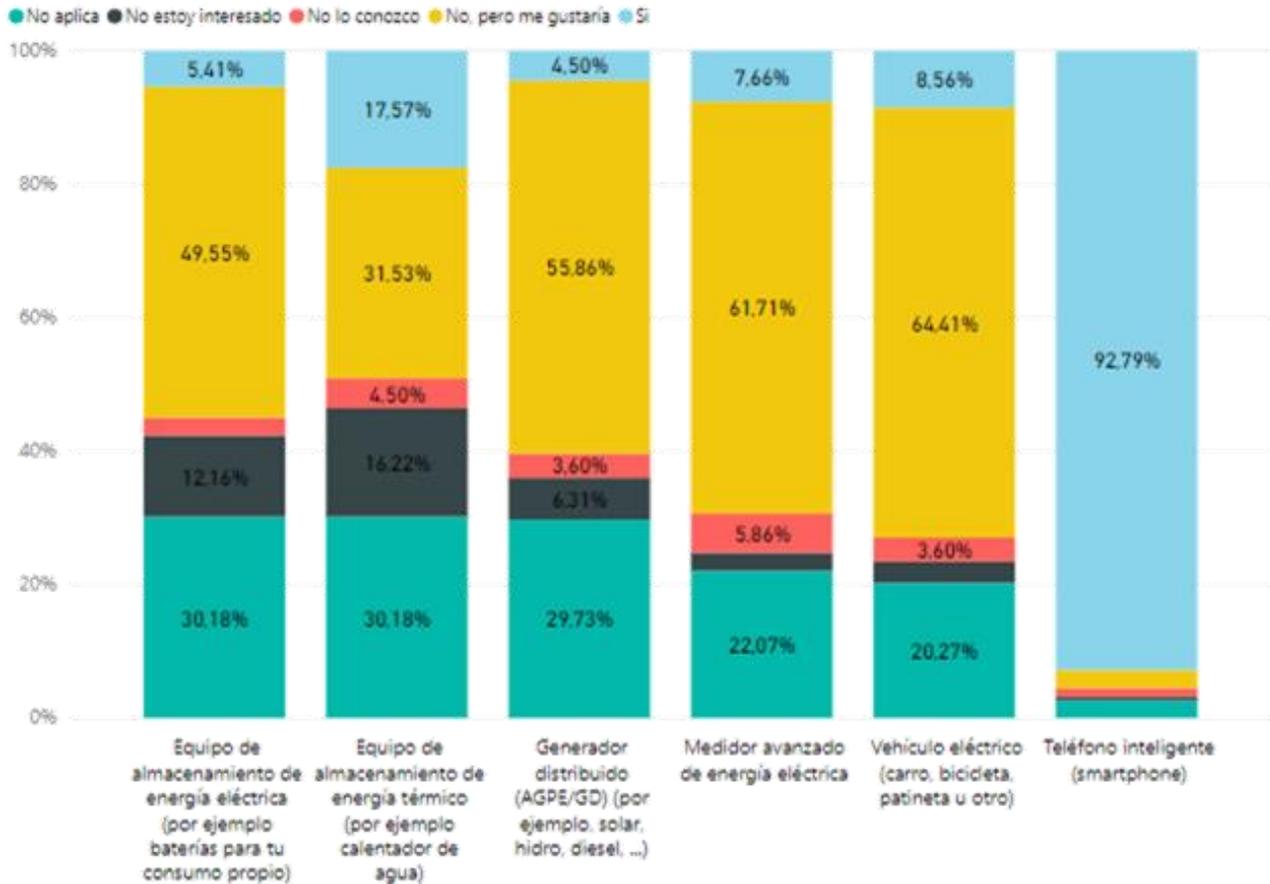


Figura 31. Dispositivos potenciales para participar en los programas RD.
Fuente: elaboración propia

b. Conclusiones

Durante el aislamiento obligatorio por la contingencia del Covid-19 los consumos de energía cambiaron ya que se está implementando la figura del teletrabajo o trabajo en casa, siendo necesario proporcionar al consumidor, estrategias para optimizar el uso de sus dispositivos con el fin de mejorar sus hábitos de consumo de energía.

Para los participantes de la herramienta de investigación es clara la función que cumple la etiqueta de eficiencia energética en los electrodomésticos, lo cual es una gran ayuda para hacer un consumo eficiente, con respecto a la definición de los programas RD la mayoría de los participantes conoce de que se trata; pero el 31,52% de los participantes si bien dijeron algunas de las características de los programas RD es importante culturizar a los usuarios sobre los programas RD.

Sobre las expectativas que esperan los usuarios al participar de los programas el reto está en alinearlas y enseñar a los usuarios que no solo se reciben beneficios económicos, si no otro tipo de estímulos que se brindan de acuerdo a los ahorros o desplazamientos de energía.

Ahora bien, con respecto a las estrategias implementadas por los usuarios se puede decir que la mayoría de ellos son conscientes de la adquisición de electrodomésticos que cuenten con la etiqueta de eficiencia energética, por otro lado también la mayoría de usuarios no regulados y los habitantes del departamento de Cundinamarca han instalado un equipo que les ayude a hacer un mejor uso de la energía, lo cual muestra que hay una disposición por parte de los usuarios regulados y no regulados para participar de los programas RD.

Sin embargo, la estrategia que puede ayudar a acelerar la implementación de estos mecanismos en el país es la instauración de las tarifas horarias, mientras que para los usuarios no regulados que participaron en la encuesta (16 personas) es la definición de una política pública que establezca un porcentaje obligatorio de participación en los programas RD. También en la herramienta de investigación se encontró que la mayoría encuentran como estrategia para fomentar la participación de los usuarios si se les otorga un beneficio de vuelta (descuento en la factura, bonos de compra, entre otros), o si se les proporciona un medidor inteligente, que les permita conocer sus consumos de energía.

No obstante, la principal barrera para que los usuarios modifiquen sus consumos de energía se encuentra ligada con la disposición del medidor inteligente, mientras que para los usuarios no regulados la principal barrera es la falta de información o de herramientas para la gestión del consumo de energía. De acuerdo a lo anterior se hace importante el despliegue de medidores avanzados para que usuarios tanto regulados como no regulados puedan conocer en detalle sus consumos y con base en estos saber cuál es el programa RD que mejor se aplica a sus hábitos.

La mayoría de los participantes dice tener un teléfono inteligente, lo que es importante pues este sería el medio ideal para ejecutar los programas RD y de igual manera comunicarse con las empresas que los proveen.

Por último, para los usuarios sería bueno poseer equipos como por ejemplo generadores a pequeña escala, vehículos eléctricos, medidores inteligentes o equipos de almacenamiento tanto eléctrico como térmico, los cual los haría buenos candidatos para participar en los programas RD.

2.4. Estrategias de fomento

Una estrategia puede considerarse como un conjunto de actividades que constituyen un plan ordenado para alcanzar un objetivo determinado. En este caso, se pretende fomentar los programas RD focalizándose en el usuario final de energía; para esto se debe considerar la comunicación como un componente fundamental. La creación de una estrategia de comunicación requiere de diferentes actividades:

- Definir objetivos.
- Establecer el público objetivo (actores).
- Diseñar contenido, mensajes y medios de comunicación.
- Definir las actividades y cronograma (plan de acción).
- Diseñar los indicadores de seguimiento y evaluación.
- Definir roles y asignar responsabilidades de las actividades.
- Identificar riesgos para la ejecución de las actividades.
- Mapa de la estrategia (actores, roles, mensajes, medios, indicadores, tiempos).

Teniendo en cuenta los elementos anteriores, los aspectos relacionados con los programas RD definidos previamente (Guía Fomento programas RD) y los resultados de la herramienta de investigación, en este documento, se presentan las estrategias propuestas para empoderar al usuario en los temas relacionados con la implementación de los programas RD.

2.4.1. Generalidades

Se definieron tres estrategias para el fomento del uso de los programas RD, así: i) Difusión sectorial, ii) Aprendizaje vivencial y iii) Potencializar oportunidades. A continuación, se describen para ellas los elementos comunes que son, los actores, los mensajes que deberían difundirse y los medios para hacerlo. Y de forma específica, se define el cronograma, los roles y los indicadores para medir el impacto de cada estrategia en el público objetivo.

a. Actores

Para todas las estrategias se requiere una asignación de responsabilidades para que los actores implicados conozcan el rol que deben cumplir. Los actores que se pueden involucrar en las estrategias de fomento de programas RD se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25. Actores para las estrategias de fomento de RD
 Fuente: Elaboración propia

Actores	Cod.	Definición
Usuarios	CG	Son los usuarios de energía que no están vinculados a un programa RD: <ul style="list-style-type: none"> • Usuario Residencial. • Usuario Industrial. • Usuario de servicios (Comercial, financiero, etc.).
Usuarios programas RD	URD	Son quienes, a través de cambios en sus consumos, reducen o desplazan la energía pactada en los programas RD.
Empresas oferentes de los programas RD	ERD	Son las empresas que ofrecen al público los programas RD. Informan a los usuarios de los beneficios e incentivos de los programas. Aplican los beneficios a los usuarios de los programas: <ul style="list-style-type: none"> • Empresa comercializadora de energía. • Empresa que agregue recursos de energía.
Organismos reguladores y/o de control, planeación	ORC	Son los encargados de la regulación, vigilancia y control de la implementación de los programas RD: <ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de Minas y Energía- MME. • CREG. • UPME. • Superservicios públicos.
Organismos encargados de la operación	OO	Son los encargados de la gestión y operación de los programas RD: <ul style="list-style-type: none"> • Centro nacional de despacho- CND-XM. • Operadores de sistemas o mercados locales.

Los roles que los actores de la Tabla 25 deben cumplir se describen a continuación:

- **Responsable-R:** Es el responsable de ejecutar la actividad, obtener el resultado y vigilar el cumplimiento de los diferentes indicadores de seguimiento. Sólo hay uno.

- **Aprobador-A:** Se encarga de velar por que la actividad se cumpla, aún sin que tenga que ejecutarla. Es el responsable del proceso en conjunto.
- **Soporte- S:** Apoya el proceso, Puede proveer recursos y datos para el cumplimiento de la actividad.
- **Consultado-C:** Debe ser consultado para la ejecución de la actividad, puede ser un experto que participe en la toma de decisiones.
- **Informado-I:** Es quien debe saber acerca de la ejecución y avances de la actividad.

Dado que para garantizar el adecuado cumplimiento de las actividades que componen las diferentes estrategias se deben involucrar varios actores, es importante que todos articulen como equipo. Para esto, cada actor debe desempeñar una función particular dentro del grupo. Estas funciones son:

- **Diseñador:** Se encarga de especificar la actividad y generar ideas y soluciones.
- **Promotor:** Fomenta y apoya el desarrollo de la actividad (Divulga resultados).
- **Implementador:** Construye y ejecuta, transforma las ideas en acciones.
- **Receptor:** Recibe los beneficios de la ejecución de las acciones.
- **Evaluador:** Se encarga de valorar y aprobar los resultados obtenidos.

b. Mensajes de Fomento

Los mensajes de fomento son relevantes para que se cumpla el objetivo de empoderar al usuario en cada una de las tres estrategias definidas: i) Difusión sectorial, los mensajes de esta estrategia en particular buscan proporcionar información general respecto de los programas RD a la par de la necesidad de la instalación de AML y acciones de consumo eficiente de la energía, ii) Estrategia vivencial, los mensajes que se deben transmitir buscan aprovechar las experiencias de los usuarios en los programas piloto y que el usuario se habitúe a consultar información referente a sus consumos con frecuencia intradiaria y iii) Potencializar oportunidades, estos mensajes están relacionados con convocar nuevos usuarios a participar en los programas RD o incentivar a aquellos usuarios que cuenten con tecnologías que modifiquen la forma en que se consume la energía, como los sistemas fotovoltaicos o los sistemas de almacenamiento de energía.

La difusión de material informativo a través de diversos medios constituye la base para el éxito de la implementación de los programas RD. A continuación, en la Tabla 26, se sugieren algunos mensajes para motivar y empoderar al usuario en las estrategias de fomento de programas RD. Estos mensajes se pueden clasificar en tres categorías, i) mensajes que justifican e intentan atraer a los usuarios para acceder a los programas y los servicios que rodean al programa en su conjunto (cautivar); ii) mensajes que promuevan las razones para involucrarse (vincular); y iii) mensajes que permiten fidelizar o apropiarse los usuarios en los programas (fidelizar).

Tabla 26. Mensajes de fomento para las estrategias
 Fuente: Elaboración propia

Sigla	MENSAJE	Cautivar	Vincular	Fidelizar
M1	Mide tu energía, toma control de lo que gastas en casa	X		
M2	Dime que energía reduces o desplazas y te diré que usuario RD puedes ser	X		
M3	¿Sabías que el costo de la energía eléctrica cambia a lo largo del día? Usa esa información para desplazar tus consumos y reducir la factura de servicios públicos. Consume en otro momento, lo veras compensado en tus costos de energía. ¿Sabía que planchar su ropa puede resultar más barato a las 10 am que a las 8 pm?		X	
M4	Genera renovable y factura responsable			X
M5	Sí quieres un entorno amigable, participa de un programa RD, por un consumo energético responsable. ¿Quieres ayudar al medio ambiente? Inscribiéndote en los programas RD puedes hacerlo.	X		

Sigla	MENSAJE	Cautivar	Vincular	Fidelizar
M6	¿Sabes que es un programa RD? Comunícate con tu empresa de servicios públicos, puedes recibir beneficios por implementarlo en tu casa o empresa		X	
M7	¿Sabías que consumir energía conscientemente puede traerte beneficios en la factura? Pregunta a tu prestador de servicios públicos como puedes acceder. ¡Cuando un uso eficiente de la energía quieres lograr, un programa RD debes implementar!		X	
M8	Los programas RD te permiten recibir beneficios e incentivos. ¡Inscríbete y conócelos!		X	
M9	¿Sabías que desde tu celular puedes participar en los programas RD? Inscríbete y conoce sus beneficios		X	
M10	¿Sabes qué son los programas de respuesta de la demanda? Ingres a nuestra página web y te contamos	X		
M11	¿Haces un consumo eficiente de la energía? Con los programas RD puedes aprender a hacerlo. ¡Ven y conócelos!	X		
M12	AMI no es un gasto más, es un costo menos en tu factura de servicios públicos		X	
M13	¡Te presentamos los medidores inteligentes! Aprende a utilizarlos para que hagas un mejor uso de la energía		X	
M14	Si tienes un medidor inteligente, puedes participar de los programas RD. ¡Inscribirse es muy fácil!		X	
M15	¿Sabe que gracias a su medidor avanzado ahora puede consultar sus consumos diarios de energía? Lo invitamos a conocer toda la información que su medidor tiene para Usted.		X	
M16	¿Tienes sistemas de almacenamiento de energía eléctrica? Participa en un programa RD para que le saques el máximo provecho			X
M17	¿Tienes un sistema de autogeneración renovable a pequeña escala? Los programas RD son para ti, ¡inscríbete!			X
M18	¿Le gustaría saber cuánto vale la energía que consumió la semana anterior? ahora puede hacerlo a través de su App			X
M19	¿Conoce las emisiones de GEI asociadas a su consumo energético de ayer?, consúltelo ahora en su celular.			X
M20	Ya no tiene que esperar un mes para conocer el precio de su energía eléctrica, consúltelo ahora mismo en su celular.		X	
M21	¿Aburrido de que nadie en la familia ayude a ahorrar energía? ¡Ahora puede conocer sus consumos para cada hora del día y encontrar a los responsables!	X		
M22	La energía que consume ahora tiene precios diferentes por franjas horarias, averigua cuál es la del mejor precio para Usted.		X	
M23	Yo participé en el Programa RD y el mes pasado ahorré x dinero en mi factura			X
M24	Nuestros clientes residenciales de Bogotá ahorraron x kWh en las franjas de mayor consumo			X
M25	Gracias a la participación de los vecinos de la Torre x se dejaron de emitir x GEI. Gracias al compromiso de nuestros clientes, dejamos de emitir x GEI para beneficiar al planeta. Con la información de mi APP, ayudé a reducir las emisiones de GEI en x durante una semana.			X
M26	Esta semana ha ahorrado x suma de dinero en sus consumos. Comparado con el lunes anterior, desplazó x kWh, lo que equivale a x\$\$			x

c. Medios de Comunicación

Esta sección hace referencia a las herramientas a través de las cuales se transmiten los mensajes a los actores involucrados. De esta manera, en una primera etapa, donde se pretende que los usuarios conozcan de los programas RD, se deben usar medios de comunicación masivos con mensajes que generen curiosidad, los medios de difusión que se pueden usar para este fin pueden ser todos aquellos a los que más tengan acceso los usuarios, como la televisión, radio, internet y las redes sociales. También, se pueden usar comunicaciones escritas, como periódicos, publicidad en las facturas de energía, o campañas publicitarias de las empresas que ofrecen los programas RD. De igual manera, se puede usar campañas voz a voz con la ayuda de los usuarios que han hecho parte de los programas RD.

Por otro lado, si se desea fidelizar a los usuarios existentes se pueden usar mensajes un poco más personalizados a través de correos electrónicos o mensajes de texto recordándoles los beneficios y ahorros que han logrado hasta el momento, y con proyecciones a futuro si continúan con un manejo apropiado de los programas RD. En resumen, se pueden usar los medios mostrados en la Tabla 27.

Tabla 27. Medios de comunicación
Fuente: Elaboración propia

Sigla	Medio de comunicación	Descripción
MC1	Página web	Permite conocer la empresa oferente, los servicios que ofrece, los programas RD y sus características. Contendrá todo lo relacionado con programas RD, estrategias de reducción y aprovechamiento de energía, etc. Es un medio para entregar información generalizada.
MC2	Video YouTube	Se puede usar para lanzar y visualizar campañas promocionales. Videos cortos y concisos de temáticas específicas como lanzamiento de programas RD, tips de ahorro energía, instrucciones para acceder a los programas.
MC3	Redes sociales	Medio para dar a conocer la empresa. Promocionar campaña lanzamiento RD. Mensajes cortos invitando a reducir consumo de energía, a consultar sobre los programas RD y sus ventajas y requisitos.
MC4	App	Medio específico para usuarios de RD. Se puede usar para informar sobre eventos RD, tips de consumo, el desempeño del usuario en el programa RD. Recordar compromisos RD.
MC5	Televisión	Medio masivo de comunicación. Se puede usar para realizar campañas de lanzamiento programa RD, dar tips de cultura del consumo, invitación a consultar sobre RD. Promocionar empresas involucradas.
MC6	Radio	Medio masivo de comunicación. Se puede usar para realizar campañas de lanzamiento programa RD, dar tips de cultura del consumo, invitación a consultar sobre RD.
MC7	Cartillas al usuario	Tips de consumo eficiente, descripción programas RD, ventajas y requisitos, potencialidades.
MC8	Periódicos, Medios escritos	Medio masivo de comunicación. Se puede usar para realizar campañas de lanzamiento programa RD, dar tips de cultura del consumo, invitación a consultar sobre RD.
MC9	Facturas de servicios públicos	Medio masivo de comunicación. Se puede usar para realizar campañas de lanzamiento programa RD, dar tips de cultura del consumo, invitación a consultar sobre RD.
MC10	Mensajes de texto en celular	Medio de información que puede emplearse para dar tips de cultura del consumo, invitación a consultar sobre RD, Eventos del programa a usuarios RD

A continuación, se describen de forma particular cada una de las tres estrategias establecidas para fomentar los programas RD desde el empoderamiento del usuario: 1) Difusión sectorial, 2) Aprendizaje vivencial, y 3) Potencializar Oportunidades. Se especifican las actividades, actores, el cronograma, los indicadores que permiten medir el impacto de cada estrategia en el público objetivo y la asignación de responsabilidades utilizando como base una matriz RASCI y designando roles para el cumplimiento de las actividades y la identificación de riesgos para la ejecución de cada estrategia.

2.4.2. Difusión sectorial

Esta estrategia tiene como foco la transformación de la cultura del consumidor de energía eléctrica, en torno a acciones que permitan la reducción y/o desplazamiento de la energía. Esta transformación, deberá realizarse de manera sectorizada, de tal manera que se haga una segmentación por tipo de usuario y debe incluir también otros actores involucrados en la oferta e implementación de los programas.

La estrategia de difusión sectorial deberá establecer diferencias en la forma de presentar la información, para lo cual es importante segmentar la información por sectores (residencial, comercial, industrial, servicios), por grupo social (edad, estrato socioeconómico, sexo), por región (Norte, centro, sur, etc.). Esto permitirá que la información llegue al mayor número de usuarios potenciales y que sea pertinente a cada uno de ellos. Teniendo en cuenta el foco de esta estrategia, la información a difundir se clasifica de forma general en cuatro grupos, así:

- **Consumo consciente y eficiente de energía.** Debe incluir definiciones, clasificación energía, beneficios, roles de los usuarios, y acciones que favorecen. Usar mensajes con equivalentes de consumo de energía a compensación ambiental y masificación de la energía a quienes no tienen acceso a ella.
- **Servicios para acceder a RD.** Descripción, funciones, requisitos, mecanismo para acceder a ellos (empresas oferentes, planes de financiación, operación).
- **Programas RD.** Definición, clasificación, roles, beneficios, requisitos y condiciones, cobertura.
- **DER como potencializadores de los programas RD.** Definición DER, clasificación, beneficios, requisitos para acceder a ellos.

a. Actividades

Para implementar la estrategia es necesario desarrollar las actividades que se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28. Actividades para la estrategia Difusión sectorial
 Fuente: Elaboración propia

Sigla	Actividades
A1	Realizar la segmentación de los usuarios para definir los medios y los mensajes específicos a transmitir en cada grupo.
A2	Identificar los aliados estratégicos (empresas oferentes de servicios necesarios para RD).
A3	Proporcionar a los usuarios información de acciones para reducir el consumo de energía, <i>tips</i> para desplazar los consumos y las ventajas y beneficios de la gestión consciente y eficiente de la energía.
A4	Divulgar información básica acerca de los servicios necesarios para implementar los programas RD y los mecanismos para acceder a ellos. Dar capacitación al usuario en el manejo y obtención de la información proporcionada por estos servicios.
A5	Proporcionar información sobre los programas RD: Definición, clasificación, operación (requerimientos y restricciones), las ventajas y beneficios económicos, técnicos y ambientales de la participación en los programas RD.
A6	Informar acerca de los beneficios de disponer de recursos DER para potenciar los programas RD y como puede acceder a estos recursos.
A7	Seguimiento y evaluación de la estrategia.

b. Cronograma de actividades

A continuación, se presenta el cronograma referencial de actividades correspondiente para la estrategia Difusión sectorial.

Tabla 29. Diagrama de Gantt para la estrategia Difusión sectorial.
 Fuente: Elaboración propia

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
A1												
A2												
A3												
A4												
A5												
A6												
A7												

Con base en la matriz de riesgo de esta estrategia (Tabla 32), se puede observar que dentro de estas actividades se podrían presentar cuellos de botella en las siguientes: A2 (Identificar los aliados estratégicos -dificultad para lograr empresas oferentes de servicios necesarios para RD-) y en la A5 (Proporcionar información sobre los programas RD: Definición, clasificación, operación -tiempos asociados para levantar la información de requerimientos y restricciones del programa RD-, las ventajas y beneficios económicos, técnicos y ambientales de la participación en los programas RD).

c. Indicadores de seguimiento.

Las actividades descritas en la **sección a**, cuenta con indicadores de desempeño, los cuales se muestran a continuación, en la Tabla 30.

Tabla 30. Indicadores de desempeño para la estrategia Difusión sectorial.
 Fuente: Elaboración propia

Indicadores	
I1	Número y/o Proporción de usuarios por segmento
I2	Número de empresas seleccionadas
I3	Número de pautas publicadas
I4	Números de usuarios informados
I5	Número de folletos entregados
I6	Reporte con la caracterización segmentada de los usuarios potenciales RD
I7	Reporte con la caracterización de los aliados estratégicos
I8	Cartilla información sobre consumo consciente y eficiente de energía
I9	Cartilla información sobre servicios para implementar RD
I10	Cartilla información básica sobre programas RD
I11	Cartilla información básica sobre recursos DER
I12	Informe de seguimiento y control

d. Matriz de asignación de responsabilidades - RASCI

La matriz RASCI, también conocida como matriz de responsabilidades debido a que sirve para establecer las responsabilidades de cada actor que participa en una tarea. La matriz se construye con una tabla donde por filas tenemos tareas y por columnas actores. A continuación, en la Tabla 23, se muestra la matriz correspondiente para la estrategia de difusión sectorial.

Tabla 31. Matriz de responsabilidades de la estrategia Difusión sectorial.
 Fuente: Elaboración propia

Actividad	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador
A1	A	S	R	I	C
A2	A	C	R	I	S
A3	A	R	S	I	C
A4	A	R	S	I	C
A5	A	R	S	I	C
A6	A	S	R	I	C
A7	A	S	R	I	C

e. Matriz de Riesgos

La matriz de riesgos, también conocida como matriz de probabilidad e impacto, se utiliza durante el análisis de riesgo. Es una herramienta visual que permite ver rápidamente qué riesgos deben recibir la mayor atención, lo que hace que sea mucho más fácil para los equipos comprender y participar en el proceso. A continuación, en la Tabla 32 se presenta la matriz correspondiente para la estrategia de difusión sectorial. La nomenclatura usada para el nivel de riesgo es: Ninguno (1), bajo (2), medio (3), alto (4), muy alto (5).

Tabla 32. Matriz de riesgos para la estrategia Difusión sectorial

Fuente: Elaboración propia

Riesgo/Actividad	Acciones de mitigación	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Promedio
Bajo acceso a la información	Establecer mecanismos que permitan el acceso continuo a los datos, por ejemplo: facilitar las conexiones a internet, en caso de las ZNI tener acceso a red de datos vía celular, e informar a los usuarios de manera periódica los medios de acceso (carteles, mensajes de texto, facturas, etc.)	5	5	5	5	5	5	5	5,00
Baja apropiación de cultura energética del usuario	Segmentar a los usuarios, con el fin de establecer las herramientas apropiadas de información, y realizar seguimiento a la aplicación de las estrategias de fomento	1	1	4	3	5	3	3	2,86
Especulación de precios en las tecnologías	Realizar procesos de licitación abierta, hacer estudios de mercado (monitoreo de precios), establecer mecanismos de denuncias y reclamos ante irregularidades	1	1	1	1	1	1	1	1,00
Bajo conocimiento específico de la tecnología	Realizar capacitaciones en cada una de las fases del proyecto, y hacer actividades de retroalimentación	1	5	1	1	1	3	3	2,14
Desconocimiento de los procesos productivos que pueden participar en los programas RD, generando baja participación de empresas y entidades (consumidores)	Realizar capacitaciones sobre los procesos que pueden participar en los programas RD, mostrar beneficios focalizados por tipo de entidad al participar en un programa RD	1	1	1	1	1	1	1	1,00
Retrasos en la entrega y problemas en el canje de los incentivos	Hacer seguimiento y auditorias (actividades de control) a los procesos de asignación y canje de los incentivos	1	1	1	1	1	1	1	1,00
Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD	Socializar las causas del incumplimiento a través de las capacitaciones, hacer acompañamiento continuo, y realizar jornadas de retroalimentación entre usuarios y empresas de programas RD	1	1	1	1	1	1	1	1,00
Bajo poder de convocatoria de nuevos usuarios (inexistencia de nuevos usuarios)	Convocar aquellos nuevos usuarios del sistema, y enseñar los beneficios de participar de un programa RD	1	1	1	1	1	1	1	1,00
Pocas empresas oferentes de programas RD	Establecer mecanismos regulatorios que sean lo suficientemente amplios para que haya más empresas oferentes de programas RD	4	4	4	4	4	4	4	4,00

Riesgo/Actividad	Acciones de mitigación	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Promedio
Inexistencia de mecanismos regulatorios para aplicar programas RD	Emular por medio de incentivos tangibles o monetizables para los usuarios (programas de puntos, bonos, o dinero)	1	2	1	1	3	1	1	1,43
Limitación o ausencia de recursos tecnológicos (medidores inteligentes, acceso a TICs) para la implementación de los programas RD	Proporcionar mecanismos de financiación para estos elementos, socializar fondos o entidades que financien este tipo de proyectos	1	2	1	3	1	1	1	1,43

De la tabla anterior se puede observar que para esta estrategia en particular se debe prestar especial atención a los riesgos de que existan pocas empresas oferentes de programas RD y que no se tenga acceso a la información necesaria para difundir la información.

f. Mapa de la estrategia

Finalmente, en la Tabla 33 se presenta una matriz consolidada para la estrategia de difusión sectorial, donde se presenta para cada actividad, los roles de los actores involucrados, el indicador o indicadores para validar la misma, los mensajes y los medios de difusión a usar para transmitir la información.

Tabla 33. Mapa consolidado de la estrategia Difusión sectorial.
 Fuente: elaboración propia

Act.	Duración	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador	Mensajes	Medios	Riesgo	Indicador
A1	3-4 meses	ERD o tercero contratado	ERD	ERD o tercero contratado para esta actividad	ERD - Otros interesados: ORC	ERD y/o ORC	No aplica	MC1, MC3	1,8	11 e 16
A2	1-2 meses	ERD	ERD	ERD	ERD - Otros interesados: ORC	ERD y/o ORC	No aplica	MC1	2,2	12 e 17
A3	Permanente	ERD, aliado estratégico o tercero contratado	ERD, aliado estratégico o tercero contratado	ERD, tercero contratado o aliado estratégico	ERD - Otros interesados: ORC	ORC	M1 a M5	MC1, MC2, MC3, MC5, MC6, MC8, MC9	2,1	13 a 15 e 18
A4	Permanente	ERD, aliado estratégico o tercero contratado	ERD, aliado estratégico o tercero contratado	ERD, aliado estratégico o tercero contratado	UG -ORC	ERD y/o ORC	M12 a M15	MC1, MC2, MC3, MC5, MC6, MC8, MC9	2,0	13 a 15 e 19
A5	5-6 meses	ERD	ERD	ERD, aliado estratégico o tercero contratado	UG -ORC	No aplica	M6 a M11	MC1, MC2, MC3, MC5, MC6, MC8, MC9	2,2	13 a 15 e 110
A6	5-6 meses	ERD	ERD	ERD-Aliado estratégico o tercero contratado	UG -ORC	ERD y/o ORC	M16 y M17	MC1, MC2 y MC9	2,2	13 a 15 e 111
A7	Permanente	ERD	ERD	ERD, aliado estratégico o tercero contratado	ERD-ORC	ERD y/o ORC	No aplica	No aplica	2,2	112

2.4.3. Aprendizaje vivencial

Esta estrategia está orientada a fomentar la participación del usuario en los programas RD mediante la potencialización de las experiencias que el mismo cliente puede tener en contacto con los sistemas de medición avanzada y las aplicaciones desarrolladas para la gestión de la información de consumos energéticos. Para esto, se establecieron cuatro líneas de acción o focos: la primera enfocada en la transición hacia la digitalización del cliente, la segunda orientada a generar confianza en el cliente que participe en los programas para garantizar su permanencia, la tercera línea de acción se fundamenta en campañas tipo líder-seguidor que pretenden aumentar la cantidad de usuarios vinculados a programas RD. A continuación, se describe cada una:

- **Gestión de hábitos de consumo a través de información digital.**

Tradicionalmente, el usuario ha tenido una comunicación limitada con su empresa prestadora de servicio de energía, fundamentada en la recepción de una factura mensual. La información que conoce acerca del consumo de energía eléctrica es de periodicidad mensual y por lo tanto el patrón de consumo que reconoce tiene una ventana de observación muy amplia. Esto dificulta la modificación de hábitos del uso de la energía.

A través de la medición avanzada y de diferentes medios de comunicación, el usuario podría disponer de la información horaria de sus consumos y de las tarifas correspondientes, sin embargo, esto requiere de un acompañamiento continuo al cliente, que hoy no existe. Así, el usuario tendrá el conocimiento de sus patrones de consumo y podrá modificar sus hábitos y gestionar sus consumos en el programas RD.

Usando medios masivos de comunicación como radio, tv, internet, publicidad en paraderos de buses, etc., se pueden implementar campañas para difundir mensajes que proporcionen al cliente la información o las herramientas para acceder a la información de la medición avanzada y como puede usarla, además de información relacionada con las tarifas intradiarias. A través de comunicaciones directas con el usuario, por ejemplo, notificaciones de la APP o mensajes de texto, se puede fomentar la consulta de históricos de consumo de energía junto con sus costos e impactos ambientales asociados, también se pueden crear alertas asociadas a comparaciones de consumo entre días, horas o semanas.

- **Maximizar la participación del usuario del programa RD.**

Es importante tener en cuenta que el usuario va a tomar decisiones inmediatas orientadas a modificar su consumo, por ejemplo, apagar un bombillo o reducir la temperatura del aire acondicionado, sin embargo, sólo verá los efectos de estas acciones en la factura. Entonces se hace necesario mantener la motivación al cambio en los consumos durante todo el período de facturación.

De acuerdo a los resultados de herramienta de investigación (Sección 2.3) la mayor expectativa del cliente es reducir el valor mensual de su factura. Especialmente en el caso de usuarios residenciales, la expectativa de reducción económica de la factura puede ser más alta del valor real alcanzado. Por esto, la estrategia debe incluir reducir las expectativas económicas e incluir otros factores motivacionales, como los criterios ambientales y las ganancias colectivas.

Brindar al usuario espacios y herramientas para que pueda consultar información y adquirir conocimientos relacionados con temas como consumos energéticos y sus impactos ambientales, los beneficios de los programas RD, la importancia de su aporte en cuanto a que fomenta la participación activa mediante el cambio de sus patrones de consumo de energía.

Con el propósito de maximizar la participación del usuario en el programa RD se proponen algunas actividades principales. La primera actividad por realizar a cargo de la empresa que oferta el programa es una encuesta que le permita cuantificar las expectativas del cliente frente a su participación en el programa: porcentaje de ahorro en el valor la factura, reducción de emisiones GEI.

Con base en esta información, es necesario realizar una retroalimentación al usuario sobre los valores esperados reales y también mostrarle otros beneficios asociados a su participación, por ejemplo, participar en programas de fidelización, generar beneficios sociales y ambientales, etc.

Una actividad que se debe desarrollar permanentemente durante la ejecución del programa RD es la difusión frecuente de mensajes de fomento, vía mensajes de texto a APP, que contengan información asociada ahorros logrados por el cliente. Otras actividades deben fundamentarse en la socialización de información, ya que la divulgación periódica de consumos y ahorros comparativos para localidad, zona geográfica o agrupación de clientes fomenta la participación del cliente (B. Davito, 2010). Esta actividad promueve el crecimiento colectivo y la competitividad. Los mensajes con esta información deben divulgarse masivamente, por radio, tv, prensa.

- **Campañas líder-seguidor.**

Este foco está orientado a mejorar la ejecución de planes piloto de programas RD y también a promover la inclusión de más usuarios en programas similares. Para esto, es necesario que las empresas que ofertan los programas RD socialicen periódicamente información relacionada con los logros obtenidos durante la ejecución del programa, También es útil que se visualicen mediante testimonios los beneficios que han obtenido los participantes en los programas, de esta firma los clientes que aún no se han vinculado a los programas se motivarán a hacerlo.

Es importante considerar que, de acuerdo a lo expuesto previamente, los usuarios deben segmentarse para establecer los mecanismos de divulgación de información más apropiados para cada uno. Para hacer seguimiento a la estrategia es necesario que las empresas que ofertan el programa RD tengan registro permanente del número de usuarios vinculados activamente a los programas. También se pueden realizar encuestas cortas a través de App o mensajes de texto en donde se le pregunte al usuario si ha modificado sus hábitos de consumo con base en información digital. Se debe tener contabilidad del número de mensajes difundidos para cada medio de comunicación y un alcance estimado de la cobertura de este, así se podrá estimar la cantidad de usuarios informados.

a. Actividades

Para implementar la estrategia es necesario desarrollar las actividades que se muestran en la Tabla 34

Tabla 34. Actividades para la estrategia Aprendizaje vivencial
 Fuente: Elaboración propia

Ítem	Actividad
A1	Definir el contenido de las campañas de acuerdo a la segmentación de usuarios
A2	Especificar las funcionalidades de las APP de gestión de consumo
A3	Ejecutar la campaña de fomento de uso de información digital
A4	Lanzamiento de los pilotos RD
A5	Cuantificación de las expectativas del Usuario de programas RD
A6	Comunicación y fomento permanente con el usuario
A7	Ejecutar la campaña de crecimiento colectivo
A8	Socializar como empresa los resultados obtenidos
A9	Campaña de divulgación de testimonios de usuarios RD
A10	Seguimiento y evaluación de la estrategia

b. Cronograma

Para la ejecución se propone el siguiente cronograma, tomando como inicio el momento en que el cliente se vincula a la medición avanzada o al programa RD (ver Tabla 35).

Tabla 35. Diagrama de Gantt para la estrategia Aprendizaje vivencial.

Fuente: Elaboración propia

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
A1									
A2									
A3									
A4									
A5									
A6									
A7									
A8									
A9									
A10									

Con base en la matriz de riesgo de esta estrategia (Tabla 38), se puede observar que dentro de estas actividades se podrían presentar cuellos de botella en las siguientes: A6 (Comunicación y fomento permanente con el usuario -no lograr una comunicación fluida con el usuario-), la A8 (Socializar como empresa los resultados obtenidos -no se socialicen los resultados-) y A9 (Campaña de divulgación de testimonios de usuarios RD -dificultades en los tiempo de divulgación-).

c. Indicadores de desempeño

Las actividades descritas anteriormente tienen los indicadores de desempeño que se muestran a continuación (ver Tabla 36).

Tabla 36. Indicadores de desempeño para la estrategia Aprendizaje vivencial

Fuente: Elaboración propia

Ítem	Indicadores
I1	Informe final con el contenido de la campaña
I2	Informe final con las especificaciones de la APP
I3	Número de usuarios censados.
I4	Número de mensajes emitidos
I5	Número de usuarios informados
I6	Informe de seguimiento y control

d. Asignación de responsabilidades

Para las actividades mencionadas anteriormente, se propone la siguiente matriz de responsabilidades, la cual se muestra en la Tabla 37.

Tabla 37. Matriz de responsabilidades RASCI - Estrategia aprendizaje vivencial

Fuente: Elaboración propia

Actividad	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador
A1	R	C	S	I	A
A2	R	C	S	I	A
A3	A	S	R	I	C
A4	A	R	S	I	C
A5	A	S	R	I	C
A6	A	R	S	I	C
A7	R	S	A	I	C
A8	A	S	R	I	C
A9	R	S	C	I	A
A10	A	S	R	I	C

e. Matriz de Riesgos

Los riesgos identificados para las diferentes actividades de esta estrategia se muestran en la Tabla 38 en los cuales se catalogan como riesgo Ninguno (1), bajo (2), medio (3), alto (4), muy alto (5).

Tabla 38. Matriz de riesgos para la estrategia de aprendizaje vivencial
 Fuente: Elaboración propia

Riesgo/Actividad	Acciones de mitigación	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	promedio
Bajo acceso a la información	Establecer mecanismos que permitan el acceso continuo a los datos, por ejemplo: facilitar las conexiones a internet, en caso de las ZNI tener acceso a red de datos vía celular, e informar a los usuarios de manera periódica los medios de acceso (carteles, mensajes de texto, facturas, etc.)	1	1	5	5	4	5	4	4	5	5	3,9
Baja apropiación de cultura energética del usuario	Segmentar a los usuarios, con el fin de establecer las herramientas apropiadas de información, y realizar seguimiento a la aplicación de las estrategias de fomento	1	1	2	1	5	5	2	1	1	5	2,4
Especulación de precios en las tecnologías	Realizar procesos de licitación abierta, hacer estudios de mercado (monitoreo de precios), establecer mecanismos de denuncias y reclamos ante irregularidades	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bajo conocimiento específico de la tecnología	Realizar capacitaciones en cada una de las fases del proyecto, y hacer actividades de retroalimentación	1	1	5	1	1	5	1	2	5	5	2,7
Desconocimiento de los procesos productivos que pueden participar en los programas RD, generando baja participación de empresas y entidades (consumidores)	Realizar capacitaciones sobre los procesos que pueden participar en los programas RD, mostrar beneficios focalizados por tipo de entidad al participar en un programa RD	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1,6
Retrasos en la entrega y problemas en el canje de los incentivos	Hacer seguimiento y auditorias (actividades de control) a los procesos de asignación y canje de los incentivos	1	1	1	1	5	4	2	5	5	1	2,6
Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD	Socializar las causas del incumplimiento a través de las capacitaciones, hacer acompañamiento continuo, y realizar jornadas de retroalimentación entre usuarios y empresas de programas RD	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	2,6
Bajo poder de convocatoria de nuevos usuarios (inexistencia de nuevos usuarios)	Convocar aquellos nuevos usuarios del sistema, y enseñar los beneficios de participar de un programa RD	1	1	1	5	1	1	1	5	5	1	2,2

Riesgo/Actividad	Acciones de mitigación	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	promedio
Pocas empresas oferentes de programas RD	Establecer mecanismos regulatorios que sean lo suficientemente amplios para que haya más empresas oferentes de programas RD	1	1	1	5	1	1	5	1	1	1	1,8
Inexistencia de mecanismos regulatorios para aplicar programas RD	Emular por medio de incentivos tangibles o monetizables para los usuarios (programas de puntos, bonos, o dinero)	1	1	1	1	1	4	1	2	2	1	1,5
Limitación o ausencia de recursos tecnológicos (medidores inteligentes, acceso a TICs) para la implementación de los programas RD	Proporcionar mecanismos de financiación para estos elementos, socializar fondos o entidades que financien este tipo de proyectos	1	3	1	1	1	4	1	2	2	1	1,7

f. Mapa de la estrategia

En la Tabla 39 se presenta para cada actividad, los roles de los actores involucrados, el indicador o indicadores para validar la misma, los mensajes, los medios de difusión a usar para transmitir la información y el riesgo para cada una de las actividades.

Tabla 39. Mapa consolidado de la estrategia aprendizaje vivencial
 Fuente: Elaboración propia

Act.	Duración	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador	Mensajes	Medios	Riesgo	Indicador
A1	2-3 meses	ERD o tercero contratado para esta actividad	ORC: MME	CREG	CG URD	ORC	No aplica	No aplica	1,0	I1
A2	2-3 meses	ERD	ORC: MME	ERD o tercero contratado para esta actividad	CG URD	ORC CG URD	No aplica	No aplica	1,0	I2
A3	Permanente	ERD	ORC: MME	ORC: CREG	CG URD	ORC	M1, M3, M7 M13, M15, M18, M19, M20, M21	MC2, MC9	2,0	I4, I5
A4	2-3 meses	ERD	ORC: MME	ORC: MME	CG URD	ORC	M1, M2, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M14, M16, M17	MC1, MC2, MC4, MC9, MC10	2,3	I4
A5	2-3 meses	ERD o tercero contratado para esta actividad	ORC: MME	ERD	CG URD	ORC	No aplica	No aplica	2,2	I3
A6	Permanente	ERD	ORC: MME	ERD o tercero contratado para esta actividad	CG URD	ORC, OO	M4, M12, M13, M19, M20, M21, M22, M26	MC1, MC4, MC9, MC10	2,7	I4, I5
A7	Permanente	ERD	ORC: MME	ORC: MME	CG URD	ORC OO	M25	MC1, MC2, MC4, MC9, MC10,	2,8	I4
A8	Al final de cada mes	MME	ORC	ERD	CG URD	MME	M24	MC1, MC2, MC4, MC9, MC10,	3,1	I4, I5
A9	Al final de cada mes	ERD	MME	ERD o tercero contratado para esta actividad	CG URD	ORC CG URD	M23	MC1, MC2, MC4, MC9, MC10	3,2	I4
A10	Permanente	ERD	ERD	ERD, aliado estratégico o tercero contratado	ERD-ORC	ERD y/o ORC	No aplica	No aplica	2,8	I6

2.4.4. Potenciar oportunidades

Esta estrategia se basa en la oportunidad de fidelización de los usuarios participantes en los programas RD y la de convocatoria para vincular a nuevos usuarios, haciendo una caracterización de estos últimos y determinando que equipos usan, para llevarles información de los beneficios que están dejando de recibir por no hacer un uso consciente y eficiente de la energía y por no usar los diferentes mecanismos de financiación o incentivos de los programas RD puede proporcionar, otro de los aspectos para tener en cuenta en esta estrategia es la vinculación “automática” de los nuevos usuarios del servicio de energía.

a. Actividades

Para implementar la estrategia es necesario desarrollar las siguientes actividades (ver Tabla 40).

Tabla 40. Actividades para la estrategia Potenciar oportunidades
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Actividad
A1	Realizar una caracterización de usuarios y equipos a través de una LBC y así conocer los clientes potenciales para los programas RD.
A2	Realizar la vinculación de nuevos usuarios a los programas RD siempre y cuando cumplan con los requisitos establecidos.
A3	Vincular a los usuarios que tengan DER (almacenamiento, AGPE, etc.) en los programas RD.
A4	Dar a conocer los beneficios de los programas RD.
A5	Enseñar a los usuarios de los programas RD a utilizar los medios de información usados.
A6	Dar a conocer el uso de las herramientas existentes para hacer un mejor uso de la energía.
A7	Realizar caracterización de los usuarios que tienen recursos DER y de aquellos con potencialidad de tenerlos.
A8	Hacer seguimiento y evaluación de la estrategia.

b. Cronograma

Para la implementación de la estrategia de potenciar oportunidades, se deben llevar a cabo las actividades en el plazo que se muestran en el siguiente cronograma referencial (ver Tabla 41).

Tabla 41. Diagrama de Gantt para la estrategia Potenciar oportunidades
Fuente: Elaboración propia

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
A1												
A2												
A3												
A4												
A5												
A6												
A7												
A8												

Con base en la matriz de riesgo de esta estrategia (Tabla 44), se puede observar que dentro de estas actividades se podrían presentar cuellos de botella en las siguientes: A5 (Enseñar a los usuarios de los programas RD a utilizar los medios de información usados -poca recepción de los usuario-) y la A6 (Dar a conocer el uso de las herramientas existentes para hacer un mejor uso de la energía -bajo acceso a las herramientas necesarias para hacer un mejor uso de la energía).

c. Indicadores de desempeño

Las actividades descritas en la sección a tienen a su vez unos indicadores de desempeño, los cuales se muestran a continuación (ver Tabla 42).

Tabla 42. Indicadores de desempeño para la estrategia Potencializar oportunidades
 Fuente: Elaboración propia

Ítem	Indicadores
I1	Número de líneas base de consumo estimadas
I2	Número de clientes potenciales encontrados
I3	Número de usuarios vinculados a los programas RD
I4	Numero de requisitos identificados
I5	Número de usuarios informados
I6	Número de beneficios informados
I7	Número de pautas publicadas
I8	Informe de seguimiento y control

d. Asignación de responsabilidades

Para las actividades mencionadas en el numeral a. se propone la siguiente matriz de responsabilidades, la cual se muestra en la Tabla 43.

Tabla 43. Matriz de responsabilidades RASCI - Estrategia Potencializar oportunidades
 Fuente: Elaboración propia

Actividad	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador
A1	A	S	R	I	C
A2	A	S	R	C	I
A3	A	S	R	C	I
A4	C	A	R	I	S
A5	A	S	R	I	C
A6	A	R	S	I	C
A7	A	S	R	I	C
A8	A	S	R	I	C

e. Matriz de Riesgos

Los riesgos identificados para las diferentes actividades de esta estrategia se muestran en la Tabla 44 en los cuales se catalogan como riesgo Ninguno (1), bajo (2), medio (3), alto (4) y muy alto (5).

Tabla 44. Matriz de riesgos para la estrategia de Potencializar oportunidades
 Fuente: Elaboración propia

Riesgo/Actividad	Acciones de mitigación	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Prom.
Bajo acceso a la información	Establecer mecanismos que permitan el acceso continuo a los datos, por ejemplo: facilitar las conexiones a internet, en caso de las ZNI tener acceso a red de datos vía celular, e informar a los usuarios de manera periódica los medios de acceso (carteles, mensajes de texto, facturas, etc.)	4	4	4	4	4	4	4	4	4,0
Baja apropiación de cultura energética del usuario	Segmentar a los usuarios, con el fin de establecer las herramientas apropiadas de información, y realizar seguimiento a la aplicación de las estrategias de fomento	1	1	1	3	4	4	1	3	2,3
Especulación de precios en las tecnologías	Realizar procesos de licitación abierta, hacer estudios de mercado (monitoreo de precios), establecer mecanismos de denuncias y reclamos ante irregularidades	1	1	1	1	1	1	1	1	1,0

Riesgo/Actividad	Acciones de mitigación	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Prom.
Bajo conocimiento específico de la tecnología	Realizar capacitaciones en cada una de las fases del proyecto, y hacer actividades de retroalimentación	3	1	1	1	4	4	3	3	2,5
Desconocimiento de los procesos productivos que pueden participar en los programas RD, generando baja participación de empresas y entidades (consumidores)	Realizar capacitaciones sobre los procesos que pueden participar en los programas RD, mostrar beneficios focalizados por tipo de entidad al participar en un programa RD	4	3	3	3	4	4	4	4	3,6
Retrasos en la entrega y problemas en el canje de los incentivos	Hacer seguimiento y auditorias (actividades de control) a los procesos de asignación y canje de los incentivos	1	1	1	4	3	1	1	1	1,6
Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD	Socializar las causas del incumplimiento a través de las capacitaciones, hacer acompañamiento continuo, y realizar jornadas de retroalimentación entre usuarios y empresas de programas RD	1	4	4	1	4	4	1	4	2,9
Bajo poder de convocatoria de nuevos usuarios (inexistencia de nuevos usuarios)	Convocar aquellos nuevos usuarios del sistema, y enseñar los beneficios de participar de un programa RD	1	4	4	3	4	4	1	3	3,0
Pocas empresas oferentes de programas RD	Establecer mecanismos regulatorios que sean lo suficientemente amplios para que haya más empresas oferentes de programas RD	4	4	4	4	4	4	4	4	4,0
Inexistencia de mecanismos regulatorios para aplicar programas RD	Emular por medio de incentivos tangibles o monetizables para los usuarios (programas de puntos, bonos, o dinero)	2	4	4	5	3	3	2	3	3,3
Limitación o ausencia de recursos tecnológicos (medidores inteligentes, acceso a TICs) para la implementación de los programas RD	Proporcionar mecanismos de financiación para estos elementos, socializar fondos o entidades que financien este tipo de proyectos	4	4	4	3	5	4	2	3	3,6

Para esta estrategia se deben considerar que existen varios riesgos que pueden afectar su desarrollo, los cuales son: inexistencia de nuevos usuarios, el hecho de que no todas las organizaciones puedan acceder a los programas RD y a la información que estos brindan, también es un riesgo importante que haya pocas empresas que ofrezcan los programas RD.

f. Mapa de la estrategia

En la Tabla 45 se muestra se presenta para cada actividad, los roles de los actores involucrados, el indicador o indicadores para validar la misma, los mensajes y los medios de difusión a usar para transmitir la información.

Tabla 45. Mapa consolidado de la estrategia Potencializar oportunidades
 Fuente: Elaboración propia

Act.	Duración	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador	Mensajes	Medios	Riesgo	Indicador
A1	5-6 meses	ERD ¹⁰ o un tercero contratado para esta actividad	ERD	ERD o tercero contratado para esta actividad	ERD ¹¹	ERD - ORC	No aplica	No aplica	2,2	I.1., I.2.
A2	Permanente	ERD	ERD	ERD	URD - ORC	ORC	M.1. M.2.	MC1, MC2, MC4	2,6	I.3., I.4.
A3	Permanente	ERD	ERD	ERD	URD - ORC	ORC	M.3. M.6.	MC9	2,6	I.5., I.6.
A4	Permanente	ERD	ERD	ERD o tercero contratado para esta actividad	ERD ²	ORC	M.7. M.4.	MC1, MC2, MC4, MC9	2,7	I.7., I.9.,
A5	2-3 meses	ERD	ERD ¹²	Empresas o entidades contratadas para realizar la difusión	ERD ²	ORC	M.9. M.2.	MC1, MC2, MC4	3,6	I.7.,
A6	4-5 meses	ERD	ERD ³	Empresas o entidades contratadas para realizar la difusión	ERD ²	ORC	M.10. M.8.	MC1, MC2,	3,3	I.7.
A7	5-6 meses	ERD ¹³ o un tercero contratado para esta actividad	ERD	ERD o tercero contratado para esta actividad	ERD ¹⁴	ERD - ORC	M.16, M.17	MC1, MC2, MC4, MC9, MC11	2,0	I.1., I.2.
A8	2-3 meses	ERD	ERD o tercero contratado para esta actividad	ERD	ERD ²	ORC	No aplica	No aplica	3,0	I.8

¹⁰ Información provista por la misma empresa o un tercero que provea el acceso a estos datos (puede ser los OO).

¹¹ Esta información se podrá entregar a tercero interesados ej. MME u otro.

¹² Puede incluir el uso de (Medios de comunicación (Radio, TV, internet o gestores sociales).

¹³ Información provista por la misma empresa o un tercero que provea datos/información.

¹⁴ Esta información se podrá entregar a un tercero interesado, por ejemplo, entidades sectoriales u otro.



Pilotos Programas RD

Diseñar e implementar

En este capítulo se presentan los pilotos de programas de RD. Inicialmente se presentan las generalidades al respecto del diseño e implementación del piloto, según se trate de una zona SIN o ZNI, y la definición de fases para llevarlo a cabo: planeación, preinstalación, instalación, ejecución y evaluación del piloto. Se destaca en la etapa de planeación, los elementos para la selección de la ubicación de un piloto, la asignación de roles y responsabilidades de los involucrados en el mismo, la selección del programa RD y la estrategia de fomento. Luego se presenta la aplicación de la metodología de diseño y el contenido de la sección I y II a dos casos específicos de piloto, en la zona SIN y ZNI. Y finalmente, se presenta una sección de mejores prácticas y lecciones aprendidas a partir de la información encontrada en pilotos referentes a nivel internacional, los cuales aportan algunos tips y acciones que permitirían obtener el mejor resultado y desempeño para los pilotos puestos en marcha en el país.

El objetivo de una prueba piloto es poner en práctica una serie de suposiciones teóricas con el fin de determinar la efectividad de las mismas a partir del uso de métodos de investigación empírica, considerando las posibilidades de su desarrollo posterior. Particularmente, la implementación de estos pilotos de programas RD, permitirá probar la validez de los supuestos considerados en el diseño de los programas, identificar los componentes de aciertos y desaciertos para intervenirlos, ensayar la eficacia y pertinencia de los instrumentos, metodología y protocolos diseñados para los programas e identificar las variables de interés y como medirlas convenientemente.

Esta sección contiene la información básica necesaria para la implementación y puesta en marcha de los programas RD en los pilotos seleccionados. Los objetivos del piloto son: i) adquirir conocimiento real sobre el potencial de la RD, ii) establecer la metodología apropiada para implementar los programas, y iii) tener las herramientas necesarias para escalarlo a un nivel superior, en el SIN y SIN. El mayor reto es sin duda la disponibilidad de la tecnología necesaria para la implementación, debido a que, si bien existen tecnologías maduras, su instalación y uso aún no han sido masificadas en Colombia y las reglas y prácticas actuales del mercado de RD aún no están claras, y tampoco se cuenta con las condiciones o el conocimiento para que los pequeños consumidores de electricidad puedan adaptarse. A continuación, se presentan los elementos que se deben tener presentes para el diseño y la ejecución del piloto RD.

3.1. Diseño e implementación de pilotos

A continuación, se presentan las etapas y acciones que componen el diseño de un piloto de programa RD. De igual manera se presenta una guía para el diseño de pilotos, que puede ser usada por las empresas oferentes de los programas RD, independiente del tipo de conexión de la red eléctrica, ya que se tuvieron en cuenta tanto al sistema interconectado nacional (SIN) como las zonas no interconectadas (ZNI). Para el diseño del piloto, se definen cinco etapas: i) Planeación, ii) Preinstalación, iii) Instalación, iv) Ejecución y v) Evaluación. En cada una de las fases se llevan a cabo diferentes actividades que permiten ejecutar el piloto programa RD, como se muestra en la Figura 32.



Figura 32. Etapas diseño de un piloto
Fuente. Elaboración propia.

Para cada una de las fases planteadas en la Figura 32, se presenta a continuación, el cronograma, la matriz de responsabilidades y la matriz de riesgos.

Fomento de programas RD

a. Cronograma

Con el fin de hacer un seguimiento a las diferentes actividades que se realizan durante el piloto RD se plantea el cronograma mostrado en la Tabla 46.

Tabla 46. Cronograma de implementación del piloto RD
Fuente: Elaboración propia

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
Planeación									
Preinstalación									
Instalación									
Ejecución									
Evaluación									

b. Matriz de responsabilidades

Para las actividades de la Tabla 46, en la Tabla 47 se muestra la matriz de responsabilidades considerando los roles de acuerdo con la matriz RASCI:

Tabla 47. Matriz de responsabilidades para la implementación del piloto RD
Fuente: Elaboración propia

Actividad	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador
Planeación	R	ERD o un tercero contratado	S	C	I
Preinstalación	S		C	R	I
Instalación	C		S	R	I
Ejecución	C		S	R	I
Evaluación	R	ERD /ORC	A	S	C

c. Matriz de riesgos

En las diferentes actividades del piloto RD se presentan una serie de riesgos que deben ser considerados para su implementación, en la Tabla 48 se muestran un análisis de estos, teniendo en cuenta que se clasifican de 1 a 5 siendo 1 un riesgo muy bajo, 2 un riesgo bajo, 3 un riesgo medio, 4 un riesgo alto y 5 un riesgo muy alto, además se muestran las diferentes acciones de mitigación para que el impacto de los riesgos sea menor en cada una de las fases de los pilotos RD (Plan: Planeación, Preins: Preinstalación, Inst: Instalación, Ejec: Ejecución, Eval: Evaluación, y Prom: Promedio).

Tabla 48. Matriz de riesgos para el piloto RD
Fuente: Elaboración propia

Riesgo/Actividad	Acciones de mitigación	Plan.	Preins.	Inst.	Ejec.	Eval.	Prom.
Bajo acceso a la información	Establecer mecanismos que permita el acceso continuo a los datos, por ejemplo: facilitar las conexiones a internet, en caso de las ZNI tener acceso a red de datos vía celular, e informar a los usuarios de manera periódica los medios de acceso (carteles, mensajes de texto, facturas, etc.)	5	3	2	2	5	3,4
Baja apropiación de cultura energética del usuario	Segmentar a los usuarios, con el fin de establecer las herramientas apropiadas de información, y realizar seguimiento a la aplicación de las estrategias de fomento.	2	3	4	5	3	3,4
Especulación de precios en las tecnologías	Realizar procesos de licitación abierta, hacer estudios de mercado (monitoreo de precios), establecer mecanismos de denuncias y reclamos ante irregularidades.	5	2	1	1	2	2,2

Riesgo/Actividad	Acciones de mitigación	Plan.	Preins.	Inst.	Ejec.	Eval.	Prom.
Bajo conocimiento específico de la tecnología	Realizar capacitaciones en cada una de las fases del proyecto, y hacer actividades de retroalimentación.	5	4	1	1	2	2,6
Desconocimiento de los procesos productivos que pueden participar en los programas RD, generando baja participación de empresas y entidades (consumidores)	Realizar capacitaciones sobre los procesos que pueden participar en los programas RD, mostrar beneficios focalizados por tipo de entidad al participar en un programa RD.	1	2	4	4	3	2,8
Retrasos en la entrega y problemas en el canje de los incentivos	Hacer seguimiento y auditorias (actividades de control) a los procesos de asignación y canje de los incentivos,	1	1	1	5	5	2,6
Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD	Socializar las causas del incumplimiento a través de las capacitaciones, hacer acompañamiento continuo, y realizar jornadas de retroalimentación entre usuarios y empresas de programas RD.	1	1	1	5	5	2,6
Inexistencia de mecanismos regulatorios para aplicar programas RD	Emular por medio de incentivos tangibles o monetizables para los usuarios (programas de puntos, bonos, o dinero)	4	2	2	5	3	3,2
Limitación o ausencia de recursos tecnológicos (medidores inteligentes, acceso a TICs para la implementación de los programas RD	Proporcionar mecanismos de financiación para estos elementos, socializar fondos o entidades que financien este tipo de proyectos.	4	3	5	5	5	4,4
Dificultad para la financiación piloto (capacitaciones, evaluación)	Proporcionar mecanismos de financiación para estos elementos, socializar fondos o entidades que financien este tipo de proyectos.	5	5	5	5	5	5
Difusión de publicidad negativa	Generar un mayor acercamiento entre usuarios y empresas para mejorar la experiencia de participación en el programa RD. Hacer jornadas para desmitificar la información errónea o negativa con respecto de los programas RD	3	3	3	4	5	3,6
Bajo grado de aceptación de los líderes sociales	Hacer jornadas de capacitación y jornadas en las que se identifiquen los beneficios de participar en los programas RD	4	4	5	5	5	4,6
Baja respuesta de los usuarios	Hacer jornadas de capacitación y jornadas en las que se identifiquen los beneficios de participar en los programas RD, hacer jornadas de retroalimentación para conocer las causas de la baja respuesta de los usuarios.	1	4	5	5	5	4
Sobre expectativa del usuario con respecto a los beneficios del programa	Hacer jornadas de capacitación en las que se informen de forma explícita los beneficios de participar en los programas RD	3	3	4	5	5	4

De la Tabla 48 se puede observar que los riesgos más importantes que pueden llegar a afectar el correcto desarrollo del piloto son, la dificultad para la financiación de los pilotos (capacitaciones, evaluación), el bajo grado de aceptación de los líderes sociales, la baja respuesta de los usuarios y la sobre expectativa del usuario con respecto a los beneficios del programa RD.

3.1.1. Planeación

Esta etapa comprende la preparación y diseño del piloto, cuyas actividades principales son: i) Análisis de ubicación del piloto, ii) Definición de roles y responsabilidades de los diferentes involucrados en la ejecución (usuarios, empresa roles), iii) Selección del programa, iv) Definición estrategia de fomento y v) Valoración del piloto. Esta etapa se sugiere que tenga una duración de 3 semanas de acuerdo con el cronograma mostrado en la Tabla 46.

a. Selección de ubicación

En esta sección se presenta la metodología, se enumera el tipo de información y la manera como se debe analizar para determinar ubicación de la zona donde se podrían implementar los pilotos de los programas RD, teniendo en cuenta si se trata del ZNI o del SIN.

Teniendo en cuenta todas las características demográficas, económicas y sociales de las localidades que se encuentran en las ZNI y adicionalmente la estratificación de los usuarios de las redes pertenecientes al SIN, es necesario seguir un proceso secuencial de análisis y valoración de cierta información, cuyos resultados permiten establecer y seleccionar las potenciales ubicaciones para implementar un piloto de programas de RD.

A continuación, se presentan flujogramas para cada zona. La Figura 33, muestra el flujograma correspondiente de la metodología para determinar la ubicación de pilotos de programas RD en ZNI.

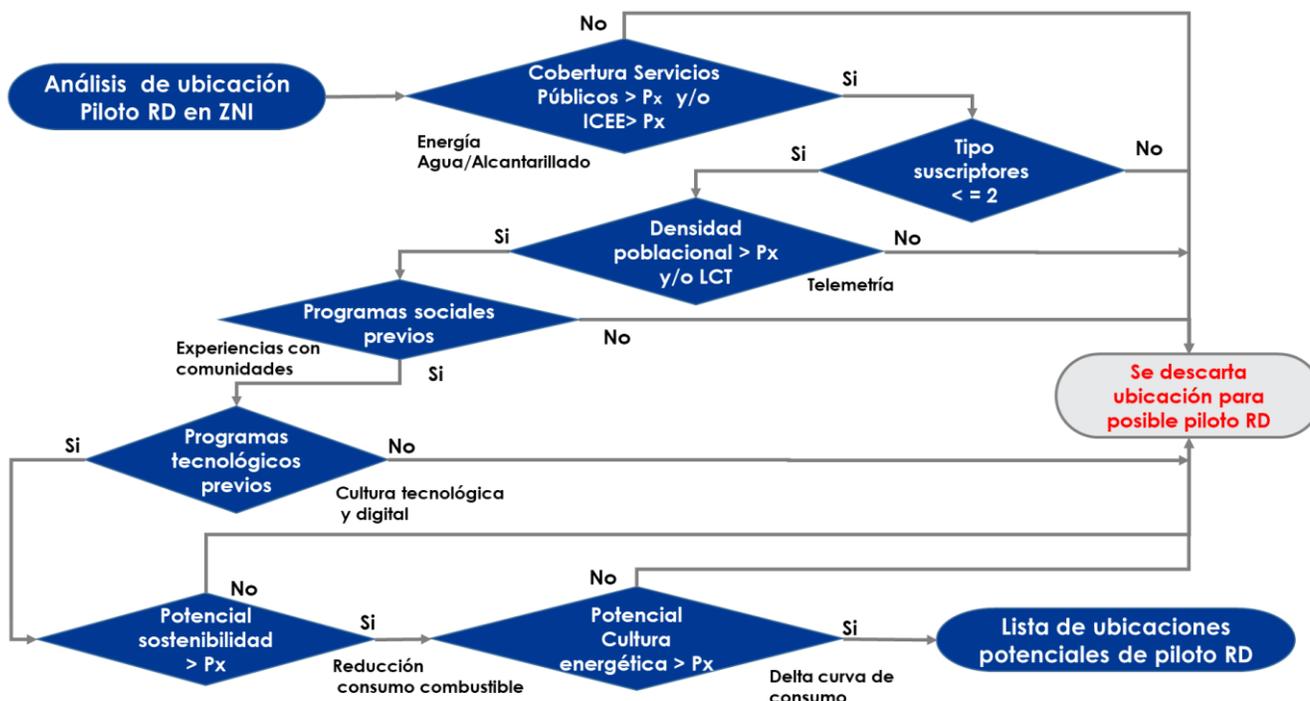


Figura 33. Flujograma análisis de ubicación piloto programa RD en ZNI. Fuente: Adaptado de (Colombia Inteligente, 2020)

Para el caso de la metodología de ubicación de un piloto en el SIN, el flujograma se muestra en la Figura 34.

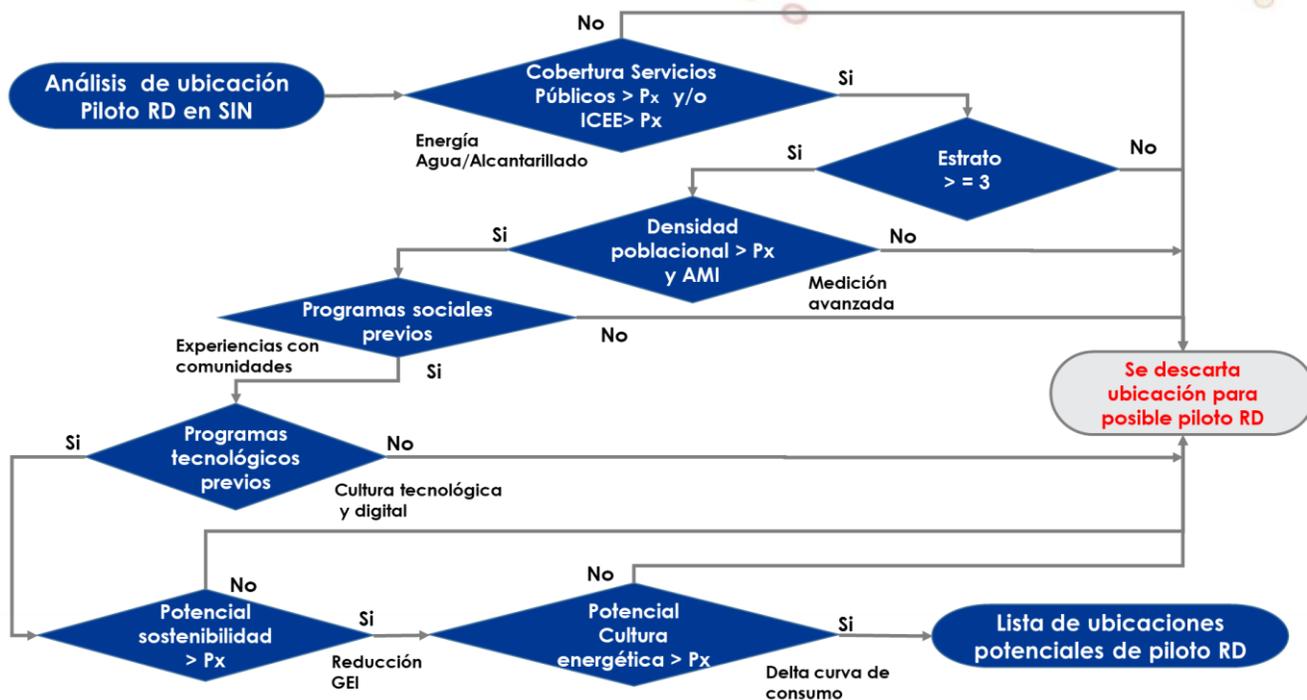


Figura 34. Flujograma análisis de ubicación piloto programa RD en SIN
Fuente: Elaboración propia

Cada uno de estos elementos son analizados, de manera que se determina su disponibilidad y pertinencia en la ubicación del piloto a evaluar. Esta información, se analiza de manera que permita realizar una interpretación de los datos y cuantificar los mismos usando los percentiles obtenidos del análisis estadístico de histogramas, a partir de los cuales se evalúa la forma y la dispersión de los datos, y se selecciona el percentil (Px) que mejor describa el criterio evaluado, reduciendo cualquier tipo de sesgo dentro del análisis. De esta manera, cada valoración positiva permite incluir dicha ubicación en la lista de posibles, contrario a si la valoración es negativa, la ubicación se descarta.

A continuación, se describe la información necesaria, de acuerdo a los flujogramas y los criterios para la selección de cada ubicación de acuerdo con el cumplimiento de los parámetros definidos para cada uno

• Cobertura de servicios públicos

Para ambos casos, ZNI y SIN, es importante conocer la infraestructura de servicios públicos, información que puede consultarse en el Censo nacional de población y viviendas CNPV- 2018 (DANE, 2019). También puede usarse el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica (ICEE), que es publicado por la UPME como un valor de referencia global del estado de cobertura de energía. En la Tabla 49 se muestra la información de cobertura de servicios públicos.

Tabla 49. Información cobertura de servicios públicos
Fuente: Elaboración propia

Variable	Tipo de red	Descripción	Fuente de información
Cobertura de servicios públicos y/o ICEE	ZNI SIN	Sectores que cuentan con los servicios públicos de energía acueducto y alcantarillado	DANE, UPME, SIEL

Según el censo DANE 2018, en Colombia hay 18 departamentos con municipios dentro de las ZNI. Debido a que estas localidades no todas las viviendas cuentan con todos los servicios públicos, se filtra para aquellas viviendas que cuentan con los tres servicios públicos básicos, energía eléctrica, agua y alcantarillado. Mediante análisis estadístico de esa información, utilizando histogramas, se debe determinar un percentil que sirva como criterio de exclusión, por debajo del cual se descartan aquellos municipios que no cumplan con ese criterio. Para el caso de análisis de zonas pertenecientes al SIN se realiza el mismo análisis y se espera que los percentiles sean mayores ya que un porcentaje mayor de las viviendas cuentan con los 3 servicios públicos.

Cuando se usa el valor del ICEE, el comportamiento es similar en ambos casos, ZNI y SIN, al de cobertura de servicios públicos; es decir, los porcentajes de cobertura de energía eléctrica son mucho mayores en los municipios vinculados al SIN. El análisis estadístico para determinar percentiles de exclusión también es necesario con este criterio. Teniendo en cuenta los percentiles de exclusión de cobertura de servicios y de ICEE, la lista inicial es filtrada y reducida y ahora debe someterse al siguiente filtro.

• Características de los usuarios

Para las zonas en que se pretendan desarrollar programas RD se debe conocer el número de suscriptores al servicio de energía eléctrica. Particularmente para las ZNI, se selecciona aquellas localidades o sectores con mayor número de usuarios. Y para el caso de SIN, es relevante considerar la estratificación de los usuarios, ya que los de estratos más altos presentan mayores consumos y mejor respuesta al uso de nuevas tecnologías. En la Tabla 50 se presenta información relacionada con la clasificación de los usuarios según el tipo de suscriptores y la fuente de dicha información.

Tabla 50. Clasificación por tipo de suscriptores
Fuente: Elaboración propia

Variable	Tipo de red	Descripción	Fuente de información
Tipo de suscriptores	ZNI	Clasificación del IPSE de acuerdo al número de suscriptores: <ul style="list-style-type: none"> • Tipo 1: superior a 300 • Tipo 2: entre 151 y 300 • Tipo 3: entre 51 y 150 • Tipo 4: entre 1 y 50 	Informe mensual telemetría y monitoreo de operación en ZNI realizado por el IPSE
Tipo de suscriptores	SIN	Estratificación socioeconómica y sector: <ul style="list-style-type: none"> • Estrato 1, 2, 3, 4, 5 y 6 • Residencial, comercial, industrial, institucional. 	DANE

Para que el programa piloto RD tenga un impacto en reducción y desplazamiento sobre el total de energía que se consume, se consideran las zonas con mayor número de suscriptores. En el caso de ZNI se eligen las localidades que estén clasificadas como Tipo 1 y 2 por el IPSE y que cuenten con sistema de telemetría. En el caso de pilotos en zonas SIN la estratificación es un factor determinante en el nivel de inserción de un programa de RD entre los usuarios; se considera que Estrato 3 y superiores presentan mayores consumos energéticos por hogar y disponen de electrodomésticos que pueden vincularse mediante IoT a programas RD y equipos más eficientes. Por esas razones las localidades de estratos 1 y 2 deberían excluirse de la lista.

• Densidad poblacional

Esta variable hace referencia al número promedio de habitantes en el área de interés, se incluye para considerar regiones que aún no cuenten con el servicio o para considerar futuras expansiones. Adicionalmente, para las ZNI se tiene en cuenta que de acuerdo al criterio del IPSE, los sistemas de telemetría se ubican en las localidades que presentan una alta densidad poblacional, es decir, que, a pesar de tener una gran extensión de territorio, su población se encuentra ubicada principalmente en las cabeceras municipales o en asentamientos que pueden considerarse urbanos.

Para las zonas en que se pretendan desarrollar programas RD asociadas al SIN, además de una alta densidad poblacional, es necesario la disponibilidad de sistemas de medición avanzada. La Tabla 51 muestra la fuente de información de la densidad poblacional.

Tabla 51. Información Densidad poblacional
Fuente: Elaboración propia

Variable	Tipo de red	Descripción	Fuente de información
Densidad Poblacional y localidad con telemetría (LCT)	ZNI	Clasificación del IPSE de acuerdo al número de suscriptores: <ul style="list-style-type: none"> • Tipo 1: superior a 300 • Tipo 2: entre 151 y 300 • Tipo 3: entre 51 y 150 • Tipo 4: entre 1 y 50 	Censo DANE, Sociedad Geográfica de Colombia, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IPSE
Densidad poblacional y sistemas de medición avanzada	SIN	Estratificación socioeconómica y sector: <ul style="list-style-type: none"> • Estrato 1, 2, 3, 4, 5 y 6 • Residencial, comercial, industrial, institucional. 	Censo DANE, Sociedad Geográfica de Colombia, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Empresas comercializadoras.

Con el propósito de que el piloto RD tenga mayor cobertura, en las ZNI se considera como criterio el número de viviendas en cada municipio de interés y el área de los municipios para calcular su densidad poblacional. Los municipios cuya densidad poblacional estén por debajo del percentil establecido deben excluirse de la lista. Dado que en el análisis de la información puede darse que para algunas zonas no se cuente con información suficiente para determinar la densidad y dispersión poblacional, debe considerarse un factor adicional, La existencia de telemetría en la zona.

La ubicación de los pilotos RD en el SIN considera la densidad poblacional como criterio de selección y se espera que el análisis estadístico muestre percentiles de exclusión más altos. Esta información debe cruzarse con la disponible en las comercializadoras de energía respecto a los circuitos que dispongan de sistemas de medición avanzada. Las ubicaciones de pilotos deben cumplir ambas condiciones.

• Experiencias programas sociales

Experiencias previas de realización de programas con la comunidad son relevantes frente al éxito de futuros programas RD, debido a que el contacto previo con la comunidad proporciona experiencia previa en la sensibilización y aceptación de iniciativas de esta índole por parte de la comunidad de influencia. Para ambos casos, ZNI y SIN, pueden considerarse proyectos de inversión socioeconómica, medio ambientales y las Áreas de Servicios Exclusivos (ASE). La Tabla 52 muestra la fuente de información de las experiencias en programas sociales.

Tabla 52. Información Experiencias programas sociales
Fuente: Elaboración propia

Variable	Tipo de red	Descripción	Fuente de información
Programas sociales previos	ZNI SIN	Evaluación de la acogida de proyectos de bienestar social, ambiental y/o productivo en las localidades.	Datos Abiertos Colombia, Repositorios Gubernamentales, etc.

Para cada potencial localidad se establece una clasificación cualitativa (nula, bajo, medio, alto) de acuerdo con la información disponible. Luego de la búsqueda de información en sitios como Datos Abiertos Colombia y repositorios gubernamentales se sugiere darle el nivel más alto a las zonas o regiones con mayor número de iniciativas previas y/o de más alto impacto, proporcionalmente se ubican hacia abajo las demás regiones.

- **Experiencias programas tecnológicos**

De forma similar al numeral anterior, la existencia de programas previos relacionados con aplicaciones de índole tecnológico, en las localidades de interés, que hayan fomentado aspectos de cultura energética y/o digital, también muestran la capacidad de la comunidad para responder positivamente a proyectos de desarrollo sostenible. Para ambos casos, ZNI y SIN, pueden considerarse proyectos de incursión de nuevas tecnologías, por ejemplo, generación distribuida y de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) o de cobertura de internet, Infraestructura para recarga de Vehículos eléctricos, de Gestión Eficiente de la Energía (GEE) o de implementación de medición avanzada. La Tabla 53 muestra la fuente de información para las experiencias en programas tecnológicos.

Tabla 53. Información Experiencias programas tecnológicos
Fuente: Elaboración propia

Variable	Tipo de red	Descripción	Fuente de información
Programas tecnológicos previos	ZNI SIN	Evaluación de la acogida de proyectos tecnológicos en las localidades.	Datos Abiertos Colombia, MME, MINTIC, UPME, Bases de datos FENOGE, Empresas comercializadoras, etc.

De forma similar al numeral anterior, los programas previos con énfasis tecnológico ubican a las comunidades en una posición más alta para ser escogida para la realización de pilotos RD, esto aplica para ZNI y SIN. A partir de la información disponible se establece una clasificación cualitativa similar a la anterior para valorar la región o comunidad. La lista de posibles ubicaciones debe reducirse excluyendo las zonas de puntajes o clasificaciones bajas.

- **Potencial sostenibilidad**

El desarrollo de programas RD está asociado a diferentes beneficios como la disminución de generación eléctrica, especialmente aquella proveniente de fuentes primarias a partir de combustibles fósiles, y reducción de emisiones de GEI. Tener esta información como variable de decisión para el diseño del programa RD, se reduce la afectación sobre el cambio climático. La información necesaria para conocer este potencial se muestra en la Tabla 54 y proviene de datos históricos de aportes de generación horaria en cada región para el caso del SIN y del análisis del consumo de combustibles para las ZNI.

Tabla 54. Información potencial sostenibilidad
Fuente: Elaboración propia

Variable	Tipo de red	Descripción	Fuente de información
Reducción de generación y GEI	ZNI	Consumo de combustible	SUI, IPSE, MME
Reducción de generación y GEI	SIN	Aporte de generación horario en SIN	SUI, SIEL, MME, XM

Este criterio pretende valorar cualitativamente la reducción de generación y consecuentemente de GEI asociados al piloto RD. En las ZNI donde se cuenta con generación basada en combustible fósiles, se deben excluir las localidades con bajo consumo de combustibles. Para esto, se realiza un análisis estadístico de la información de la cantidad de combustible consumido para generación eléctrica en cada región que permita establecer el percentil de exclusión.

Para las zonas del SIN se requiere analizar la información histórica de generación en los que se discrimine la fuente de energía primaria para así establecer el aporte de GEI en cada franja horaria. El análisis se realiza mediante histogramas, con lo que se establece el percentil de exclusión. Las regiones que estén por debajo de ese valor de reducción de GEI serán excluidas del listado.

• Potencial cultura energética

Está asociado a los cambios que pueden lograrse con el programa RD, en los perfiles de consumo de cada localidad. Los patrones de consumo y los cambios (deltas) de las curvas de carga difieren para cada grupo de consumidores, debido a que dependen de factores como el clima de la región, las costumbres culturales y aspectos socioeconómicos. El análisis de esta variable está asociado a beneficios como retraso en el tiempo de inversiones en activos de transmisión y distribución, reducción de congestiones en horas pico, reducción de pérdidas, entre otros. El análisis de esta información permitirá el piloto tiene potencial para lograr cambios o deltas en los patrones de consumo. En la Tabla 55 se puede observar la fuente de información para esta variable.

Tabla 55. Información potencial cultura energética
Fuente: Elaboración propia

Variable	Tipo de red	Descripción	Fuente de información
Cambio de la curva de consumo	ZNI	Representación de la variación del perfil de consumo.	Informe mensual de telemetría y monitoreo de operación en ZNI realizado por el IPSE
Cambio de la curva de consumo	SIN	Representación de la variación del perfil de consumo	SUI, XM, Empresas distribuidoras

Aquí debe analizarse el perfil de consumo de cada localidad para establecer una posible variación teniendo en cuenta aspectos como: Perfiles de consumo, número de horas de prestación de servicio, cantidad de energía consumida diariamente, cantidad de energía consumida en hora pico, curva de duración de carga, entre otros. Los valores agregados para cada uno de estos factores dependerán de la agrupación elegida para el caso de zonas en SIN y de la disponibilidad de información en ZNI.

Es necesario aplicar análisis gráficos y estadísticos de acuerdo a la información disponible en cada caso, encaminados a establecer límites o percentiles de exclusión, de tal forma que las curvas de consumo que ofrezcan un menor impacto queden excluidas, por ejemplo: perfiles de consumo mayoritariamente planos, perfiles con poca área bajo la curva y curvas de carga con picos de poca duración.

b. Roles y responsabilidades

A continuación, en la Tabla 56, se presentan los actores que deben definirse para la implementación del piloto del programa RD.

Tabla 56. Roles y responsabilidades actores programas RD.
Fuente: Elaboración propia

Actor	Rol	Descripción
Usuario	Cliente	Usuario final del servicio de energía eléctrica, de tipo residencial, comercial, oficial o industrial. Puede pertenecer al mercado regulado o no regulado.
DER Cliente	Cliente	La generación distribuida o DER incluye generación a pequeña escala o almacenamiento de energía. Generación: Dispositivos de generación de energía a nivel de distribución, típicamente generación renovable en propiedad del cliente. Incluye un inversor y un sistema de control de carga y generación. Almacenamiento: Dispositivos que permiten el almacenamiento de energía y la gestión de este recurso que típicamente provienen de un sistema de generación DER.
OO	Organismos encargados de la operación	Son los encargados de la gestión y operación de los programas RD: <ul style="list-style-type: none"> • Centro nacional de despacho- CND/XM. • Operadores de sistemas o mercados locales.
Comercializador Agregador	Mercado	Una persona o compañía que combina la capacidad de reducción de demanda o DER de dos o más clientes en una sola unidad de compra para negociar la compra o venta de energía. Los agregadores pueden interactuar en los mercados minoristas y

Actor	Rol	Descripción
		mayoristas como proveedores de servicios RD proporcionando la distribución de señales de respuesta de la demanda.
ORC	Organismos reguladores y/o de control, planeación	Son los encargados de la regulación, vigilancia y control de la implementación de los programas RD: <ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de Minas y Energía- MME. • CREG. • UPME. • Superservicios públicos.
Cargas/ Recurso RD	Cliente	Un recurso de energía que es capaz de reducir carga en respuesta a eventos de respuesta de la demanda, señales de precios u otro tipo de eventos del sistema. Ejemplos de activos RD son: electrodomésticos inteligentes, cargas gestionadas, edificios controlados por sistemas de gestión de energía, sistemas de iluminación inteligentes, etc.
Medición de energía	Cliente	Dispositivo utilizado para medir variables eléctricas. Se clasifica como medidor avanzado cuando hace parte de una infraestructura AMI. Puede actuar como interfaz entre el cliente y los sistemas de gestión de información del proveedor del servicio.
Herramientas O&M local	Distribución	Herramientas con las cuales se realiza en terreno la configuración, operación y mantenimiento a los dispositivos que forman parte de la arquitectura del sistema AMI, por ejemplo: la unidad de medida y la unidad concentradora. También pueden ser usadas para recuperar los datos de los medidores en caso de que la comunicación con el sistema de gestión y operación falle.
ASIC/LAC	Mercado	Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales (ASIC): Encargado del registro de las fronteras comerciales, de los contratos de energía a largo plazo; de la liquidación, facturación, cobro y pago del valor de los actos, contratos, transacciones y en general de todas las obligaciones que resulten por el intercambio de energía en la bolsa, para generadores y comercializadores; de las Subastas de Obligaciones de Energía Firme; del mantenimiento de los sistemas de información y programas de computación requeridos. Liquidador y Administrador de Cuentas (LAC): Encargado de la Liquidación y Administración de Cuentas por los cargos de uso de las redes del Sistema Interconectado Nacional que le sean asignadas y de calcular el ingreso regulado de los transportadores.
Facturación	Mercado	Sistema que proporciona facturas consolidadas a los clientes.
DERMS DRMS DRAS	Operación (distribución)	Sistema de gestión de recursos distribuidos (DERMS): Plataforma software utilizada para organizar la operación de recursos distribuidos (DER) agregados dentro de una red de distribución. Puede estar integrado a otros sistemas de gestión de la red de distribución como: DMS, SCADA, OMS, entre otros. Entre sus principales funciones está el pronóstico, monitoreo, control y coordinación. Sistema de gestión de la respuesta de la demanda (DRMS): Sistema que gestiona los programas de respuesta de la demanda desde el punto de vista del prestador del servicio. Utiliza entradas de datos externos e históricos para realizar predicciones y análisis para la gestión de la respuesta de la demanda. Servidor automático de respuesta de la demanda (DRAS): Sistema que automatiza la gestión y envío de los eventos de RD o señales de precio a los participantes de programas RD registrados. El DRAS actúa como una plataforma simple de mercado y como un administrador de suscripciones.
OMS	Operación (distribución)	Outage Management System (OMS): Sistema para la gestión de eventos de interrupción del servicio y ejecución de acciones correctivas.
AMI HeadEnd	Operación (distribución)	Sistema de cabecera AMI: Sistema encargado de recolectar los datos generados por los sistemas de medición de energía en la red AMI (Meter Data Collector MDC). Incluye además funciones de gestión y configuración de la infraestructura de comunicación y de los medidores avanzados.
CIS	Operación (distribución)	Sistemas de información al usuario (CIS): Repositorio de información del cliente relacionado con los servicios de la compañía. EL SIU contiene datos de carga que son estimados por cada nodo, en función de los datos de facturación, curvas de carga horaria y diaria para tipos de carga.

Actor	Rol	Descripción
MDMS	Operación (distribución)	Meter Data Management (MDMS): Sistema encargado de recolectar, validar, almacenar y administrar los datos de medición obtenidos por los sistemas de cabecera (HES), así como procesar dichos datos en información fiable y optimizada que pueda ser utilizada por otros sistemas de información (facturación, CIS, OMS, etc.).

Habiendo definidos los actores y los roles de cada uno de ellos en el programa, es imprescindible tener claros quienes serán las empresas o entidades que cumplirán con esos roles en la zona de influencia del piloto, además, de definir y efectuar la vinculación oficial (Firma de contratos y compromisos) entre los usuarios participantes del piloto y las empresas y/o., organizaciones involucradas.

Una vez implementada la campaña de fomento con la información relevante sobre cultura energética y programas RD, para llegar a los usuarios y despertar su interés en participar del piloto RD, se hace la vinculación oficial de los usuarios que harán parte del piloto. Para ello, se ha verificado previamente el cumplimiento de requisitos y se ha seleccionado el programa RD de interés.

c. Selección Programa RD

La Respuesta de la Demanda (RD) es un mecanismo que se usa con el fin de gestionar el consumo de la demanda de energía (reducción o desplazamiento). Esto se logra, por ejemplo, al trasladar los consumos picos a horas valle, por motivos de incrementos en el precio de la energía en horarios de alta demanda y así optimizar el uso de la infraestructura eléctrica. Lo cual conlleva a una participación activa de la demanda (incentivos económicos por su aporte o penalizaciones por incumplimiento). Se pretenden implementar dos tipos de programas RD en los pilotos, basado en precios y basado en incentivos.

En la Tabla 57 se muestran los diferentes atributos de los programas RD que se desarrollarán en el país. Es importante resaltar que para el piloto en el SIN se desarrollaran los programas de tarifa intradiaria y de gestión de cargas, mientras que para la ZNI se implementará el programa de tarifas intradiarias.

Tabla 57. Atributos para los programas RD
 Fuente: Adaptado de: (Colombia Inteligente, 2019)

Atributo	Tarifa intradiaria	Gestión de carga	Demanda en el mercado
Objetivo del programa	<ul style="list-style-type: none"> • Trasladar señales del costo de prestación del servicio de energía al usuario. • Desplazar consumo a horas del día en las que resulta menos costosa la operación. • Suavizar el pico de la demanda • Gestionar restricciones de la red. • Mitigar emisiones GEI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Habilitar participación activa de la demanda en los servicios del sistema eléctrico. • Empoderar al usuario de su comportamiento energético. • Suavizar el pico de la demanda • Gestionar restricciones de la red. • Mitigar emisiones GEI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Habilitar participación activa de la demanda en los mercados. • Suavizar el pico de la demanda. • Brindar confiabilidad al abastecimiento de energía eléctrica. • Mitigar emisiones de GEI.
Descripción del programa	<p>El programa de tarifas intradiarias utiliza los principios de las tarifas de tiempo de uso, en las cuales el usuario recibe un incentivo vía tarifa para cambiar el uso de la energía, trasladando el consumo de periodos pico en los que se ofrece un precio alto a horas no pico con menor precio.</p>	<p>Con este mecanismo el usuario acepta desconectar o reducir cierta cantidad de carga cuando el sistema lo requiera, a cambio este recibe un incentivo.</p>	<p>En este programa la demanda de energía eléctrica es integrada como un elemento activo en los diferentes mecanismos de mercado, como el despacho económico del sistema, mediante ofertas de desconexión presentadas por el usuario. Además, es posible habilitar su participación en mercados de servicios complementarios y mercado de confiabilidad.</p>
Incentivos del programa	<p>Tarifas diferenciadas por franjas de consumo.</p>	<p>Los incentivos pueden ser varios: Descuentos en la factura, devolución del dinero, o bonos de mitigación de CO₂, entre otros. Penalización: Multa por incumplimiento de los niveles de reducción acordados, multa por evento no participado, entre otras.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pago según oferta en el mercado. • Penalización (multas o sanciones por incumplimiento de la oferta).
Diseño de tarifas	<ul style="list-style-type: none"> • Definir tarifa (Costo Unitario -CU-) del kWh por tipo de franja del programa (delta entre franjas). • Definir el delta entre franjas (\$), número de franjas y su duración. 	<p>Esquema tarifario horario o franjas, los incentivos o penalizaciones por la participación en el programa de respuesta de la demanda se deciden de acuerdo con el contrato establecido para tal fin.</p>	<p>Oferta del precio por periodo y cantidad (individual o agregada).</p>
Mercado	<p>Residencial (alta aplicabilidad), Comercial, Industrial (procesos flexibles) u Oficial.</p>	<p>Residencial, Comercial, Industrial, Instituciones (oficial)</p>	<p>Agregadores, Residencial, Comercial, Industrial, Instituciones</p>

Atributo	Tarifa intradiaria	Gestión de carga	Demanda en el mercado
Prerrequisitos participación	Medidor de energía que registre los consumos en el periodo que corresponda al diseño de las tarifas.	El usuario puede tener un medidor avanzado que permita la desconexión remota de las cargas o también puede tener un actuador que tenga la misma función.	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor avanzado que registre consumos en el periodo que corresponda al diseño del servicio. • Definir metodología y criterios de la línea base de consumo -LBC-. • Definir los esquemas de supervisión y control (tamaño de la carga). • El ofertante debe ser capaz de responder a despachos que se realicen en tiempo real mediante el uso de un control de cargas automático, remoto o manual.
Tiempo del programa (franja)	El tiempo no está asociado alguna condición estacional o del año.	El evento puede abarcar todo el año, especialmente donde se presenten los mayores consumos de energía o emergencias en el sistema.	Diaria (según mercado o esquema intradiario).
Restricciones de los eventos	Las restricciones las pone el usuario, según el nivel de comodidad en el hogar o actividad que esté dispuesto a modificar.	Típicamente de lunes a viernes, excepto festivos, con eventos de días consecutivos generalmente permitidos (dependiendo de la zona geográfica, región o ciudad, es probable la participación de eventos los días sábados).	Ninguna, depende de las ofertas recibidas (la cantidad y periodo ofertado establece las condiciones de participación de los eventos).
Duración del evento	El usuario decide la duración del consumo. La duración está acotada al periodo de tiempo de cada franja (máximo tres franjas). En general, una franja para el pico de la demanda, una franja para consumos promedios y una franja para consumos bajos (nocturnos-madrugada).	El evento de control directo de carga puede ocurrir en cualquier momento (se recomienda que su duración no supere las 2 horas para evitar posible retiro de los usuarios). En general, el evento ocurre en los momentos donde se dé el mayor consumo de energía.	<ul style="list-style-type: none"> • Depende de las ofertas recibidas. • El evento nunca podrá excederse del tiempo máximo que se estableció en la oferta.
Notificación – Arquitectura (Tipos de notificaciones)	<ul style="list-style-type: none"> • Notificación de reporte de los precios y franjas para el uso del programa (se recomienda proceso de inscripción y periodo de prueba). • Notificación de desempeño en el evento RD, en la cual se le muestra el aporte de demanda durante el evento RD (en caso de que el usuario tenga medición en tiempo real) 	<ul style="list-style-type: none"> • Notificación de posible participación en el evento. • Notificación de confirmación o rechazo de participación en el evento RD. • La notificación del evento. Esta notificación avisa al usuario que el evento RD ha empezado o ha habido rechazo de participación del usuario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Notificación de inscripción y periodo de prueba por parte del recurso (Energía comprometida en el programa RD). • Notificación de confirmación de participación del programa RD • Procesos de oferta en el mercado - CND/ASIC- (reporte de oferta y periodo).

Atributo	Tarifa intradiaria	Gestión de carga	Demanda en el mercado
	<ul style="list-style-type: none"> Notificación de liquidación. Se le informa al usuario las ganancias o ahorros (En la factura de servicios o en el portal del programa RD) 	<ul style="list-style-type: none"> Las señales estarán dirigidas a dispositivos físicos (termostatos, AC, etc.,) Notificación de desempeño en el evento RD, en la cual se le muestra el aporte de demanda durante el evento RD (en caso de que el usuario tenga medición en tiempo real). 	<ul style="list-style-type: none"> Notificación de desempeño en el evento RD, en la cual se le muestra el aporte de demanda durante el evento RD (en caso de que el usuario tenga medición en tiempo real) Notificación de liquidación, en la cual se le informa al usuario las ganancias o ahorros que se obtuvieron por participar en el programa Señales dirigidas a responsables (agregadores, recursos individuales).
Comportamiento esperado	Los usuarios al conocer las tarifas intradiarias del programa, trasladarán sus consumos a las horas que les brinde un mayor beneficio.	Los usuarios no están obligados a participar de los eventos, pero estos se verán interrumpidos si los usuarios deciden modificar las cargas desconectadas por sí mismos. Si hay un contrato de por medio se especificaría la cantidad de eventos en los que no participaría, por ende, el resto si serían de obligatoria participación (sujeto a penalizaciones).	La participación en este programa ocurre de forma predeterminada (los oferentes son quienes tienen la carga comprometida).
Disponibilidad	No se requiere reportar disponibilidad.	Reporte de disponibilidad por el usuario (la disponibilidad se pacta entre el usuario y el responsable del programa - comercializador/agregador de demanda, así como las condiciones o actividades para mantener el buen estado de los equipos).	Oferta de disponibilidad al CND.
Recurso	Climatización, Cocción, Enfriamiento, Iluminación, Vehículos eléctricos, Almacenamiento.	Climatización, Enfriamiento, Iluminación, Vehículos eléctricos, Almacenamiento	Climatización, Iluminación, Vehículos eléctricos, Almacenamiento, Agregadores.
Periodo	3 periodos (pico, intermedio, valle). En ciertos casos el periodo intermedio se puede eliminar (tipo de mercado de comercialización).	Según condiciones del sistema precios o emisiones (# de eventos, duración de eventos)	Según la oferta que se haya hecho en el mercado.
Activación del funcionamiento programa	Se activa con la expedición de resolución o concepto CREG que habilite el diseño de tarifas por franjas y la instalación de medidor para todos los usuarios. Particularmente al mercado	La activación del programa es determinada por el tipo de servicio que este prestando el programa de respuesta de la demanda y el acuerdo bilateral construido para tal fin.	Cuando la oferta sea aceptada por el operador del mercado.

Atributo	Tarifa intradiaria	Gestión de carga	Demanda en el mercado
	regulado dado que para los usuarios no regulados solo se requeriría fomentar el ofrecimiento del esquema RD.		
Línea base	No se requiere línea base para las franjas tarifarias y acceder a los beneficios.	Comportamiento esperado del consumo si no se materializa ningún evento de gestión de carga.	Comportamiento esperado del consumo si no se materializa ningún evento de gestión de carga. Línea base de consumo: proceso que contiene los procesos de selección de datos, método de estimación de la línea base y ajuste.
Monitoreo y verificación	No se requiere monitoreo y verificación para acceder a los incentivos. Se realiza monitoreo para el seguimiento y evaluación del aporte del programa RD.	Comparación con la línea base de consumo	Comparación LBC y verificación del evento RD.
Requerimiento tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • AMI y app de información para acceder a los datos. • No es indispensable automatizar equipos para hacer el cambio de consumo puede aplicar acciones manuales. • Medición avanzada individual permite que el usuario que realiza la RD reciba directamente los beneficios y se evita la apropiación por parte de terceros. 	<ul style="list-style-type: none"> • AMI y sistema de información para acceder a los datos (precios y capacidades que permitan dar señales para ofertar y participar). • Dependiendo del tipo de usuario, se podría implementar control directo. 	<ul style="list-style-type: none"> • AMI y sistema de información para acceder a los datos (precios y capacidades que permitan dar señales para ofertar y participar). • Dependiendo del tipo de usuario o del tipo de agregación de la demanda, se podría implementar control directo.

A continuación, se resumen los elementos básicos para implementar los programas del piloto RD (información adicional, ver sección I. PROGRAMAS RD).

• **Atributos y requerimientos del piloto de programa RD**

En la sección 1.1.2, se muestran los atributos de los programas RD que se implementarán en los pilotos. Para el piloto en el SIN, los programas de tarifa intradiaria y de gestión de cargas, y para la ZNI el programa de tarifas intradiarias. Para el despliegue de un programa RD, será necesario el uso de tecnologías de medición avanzada, sistemas de comunicación y gestión en tiempo real y nuevos conceptos en mercados de energía. En general, los elementos tecnológicos más representativos a utilizar en la implementación del piloto son los siguientes:

- AMI.
- Generación distribuida (opcional).
- Almacenamiento de energía (opcional).
- Vehículos eléctricos (opcional).
- Sistemas de energías renovables (opcional).
- Dispositivos y sistemas de control y gestión de energía.
- Esquemas de formación de precios (Si no está definido considerar incentivos que emulen la diferenciación en costo de la energía en factura)
- Sistemas de gestión de recursos distribuidos (DERMS).
- Sistemas de gestión de respuesta de la demanda (DRMS).
- Servidor automático de respuesta de la demanda (DRAS) (opcional).

• **Incentivos**

Estos son creados para emular las tarifas intradiarias y motivar así a los participantes del programa. Se propone como incentivo que pueda ser aplicable en zonas vinculadas al SIN y al ZNI un sistema de recompensas y puntos. A través de un único mensaje de marketing, "Modifique su consumo de energía y gane como recompensa una tarjeta de regalo", a través de esto se buscará incentivar a los clientes para que desplacen el uso de electricidad desde las horas pico hacia las franjas valle definidas. Los clientes participantes serán recompensados por modificar sus patrones de consumo mediante acciones de comportamiento como apagar las luces, ajustar sus cargas o cambiar sus horarios de usos de la energía.

Para que los clientes individuales obtengan recompensas, deben inscribirse en "Puntos y recompensas" y aceptar los términos y condiciones del proveedor. Quienes se inscriban al programa pueden contar con privilegios especiales, como descuentos en comercios aliados, eventos culturales online exclusivos para socios, filas preferenciales en puntos de atención al cliente de las empresas que ofertan los programas RD, entre otros.

Las recompensas se otorgarán en función de si los datos de los clientes individuales reflejan o no desplazamiento y reducción de la carga eléctrica durante eventos específicos en comparación con la carga esperada modelada (línea base). Los clientes pueden ganar puntos por cada evento, o por el acumulado de la energía desplazada de hora pico a hora valle durante la semana o el mes, o por la reducción total de energía consumida en un periodo de tiempo valle y canjearlos por recompensas en cualquier momento. Se puede tomar como referencia que un punto Éxito o 1 punto Colombia equivalen a 7 pesos, o 10.000 puntos equivalen a 10.000 pesos en almacenes Jumbo.

Se sugiere una estructura de recompensas en puntos por niveles para los clientes participantes, por ejemplo:

- 1 punto por cada kWh desplazado y/o reducido.
- Cada punto tiene un valor de 10 pesos.

• **Caracterización del consumo**

Es necesario hacer una caracterización de los perfiles de consumo de energía eléctrica de los usuarios involucrados en la prueba piloto, tanto en el SIN como en el ZNI. También es necesario realizar la segmentación de usuarios para direccionar los programas RD de acuerdo con el perfil y determinar la línea base de consumo para cada tipo de usuario según el programa RD objetivo.

La desagregación de la demanda de energía se puede realizar de forma anual, mensual, por regiones, por tipos de usuarios, por el tipo de actividad económica y finalmente, se puede revisar el comportamiento de forma horaria. En el mercado colombiano para el sistema interconectado (SIN), se diferencian dos grupos de consumidores, usuarios regulados (UR) y usuarios no regulados (UNR), y los usuarios no conectados (ZNI). Para el caso del SIN se han establecido seis perfiles de usuarios (ver sección 1.2.1).

Para el caso de los usuarios ZNI, será necesario establecer el perfil a partir de la medición de los consumos de electricidad de los usuarios. Estos datos son importantes, ya que permiten determinar la línea base de consumo (LBC), necesaria para validar el desempeño del programa RD. El cálculo de la LBC es importante en los programas RD, dado que será utilizada para comparar el patrón de consumo si no se hubiese materializado el evento RD con el patrón de consumo que se da cuando se materializa el evento. También es importante considerar el potencial de participación de los usuarios de energía eléctrica, teniendo en cuenta el sector económico al que pertenece. A continuación, en la Tabla 58, se presenta el esquema que indica ese potencial.

Tabla 58. Potencial de aplicación RD para UR según actividad económica.
Fuente: Adaptado de (Colombia Inteligente, 2018)

Actividad	Descripción	Tipo	⊕	⊖	⊕	⊖	⊕	⊖
Agropecuario, silvicultura, caza y pesca (3,0%)	Germinación y siembra / Ferti-irrigación / Aprovechamiento y transporte	R-D / R-D / R-D						
	Adecuación de terrenos	R-D						
	Almacenamiento y conservación	R						
Comercio, reparación, restaurantes y hoteles (6,4%)	Ascensores	R						
	Recreación / Salones sociales / Zonas comunes / Parqueadero	R / R / R / R / R						
	Habitaciones / Oficinas administrativas	R / R-D						
Construcción (6,3%)	Aseo-Lavandería / Restaurante	R-D / R-D						
	Instalaciones eléctricas / Acabados finales	R-D / R-D						
	Adecuación terreno	-						
Electricidad, gas de ciudad y agua 1,7 %)	Tratamiento insumos construcción / Montaje y transformación	R-D / R-D						
	Captación	R-D						
	Sistemas Tratamiento y saneamiento / Sistemas distribución	R / R-D						
Explotación de minas y canteras (24,9 %)	Extracción y tratamiento inicial / Cargue y transporte	R-D / R-D						
	Almacenamiento / Beneficio y transformación	R-D						
	Sistemas auxiliares	-						
Establecimientos financieros, seguros, inmuebles y servicios (5,1%)	Ascensores y escaleras eléctricas	R						
	Oficinas	R-D						
	Procesamiento y almacenamiento de datos	R-D						
Servicios sociales, comunales y personales (8,3 %)	Parqueadero	R						
	Ascensores / Equipos especiales / Laboratorios salud y de investigación	R-D / R-D / R-D						
	Aseo-Lavandería / Habitaciones / Zonas comunes	R-D / R-D / R-D						
Transporte, almacenamiento y comunicación (1,9%)	Quirófanos	-						
	Oficinas administrativas / Salones comunales y aulas de clase	R-D						
	Ascensores, escaleras eléctricas	R-D						
Industrias manufacturera (42,4%)	Zonas comunes / Procesamiento de información y redes comunicación	R-D / R-D						
	Oficinas admon., taquillas venta, recepción mercancías y correo / Bodegas almacenamiento	R-D / R-D						
	Tratamiento y adecuación materias primas / Almacenamiento producto terminado / Transporte	R-D / R-D / R-D						
Industrias manufacturera (42,4%)	Pasteurización, homogenización, refrigeración	-						
	Corte, molienda, prensado, laminado, pintura, lijado, secado, homeado	R-D						
	Oficinas administrativas	R-D						

- **Línea base de consumo (LBC)**

Para la construcción de una LBC se debe tener en cuenta criterios de Calidad, Exactitud, Integridad, Simplicidad y Alineación (sesgo) y se define a partir de los datos de consumo, para los cuales se debe definir el intervalo de captura de los datos para generar la ventana de referencia, teniendo en cuenta el intervalo de medición de los datos y el tipo de día. Esta selección puede ir desde pocos días, hasta varios meses. Se recomienda establecer un intervalo lo suficientemente amplio con el fin de reducir la volatilidad en el cálculo de la LBC ya que se pueden diferenciar los días característicos del consumo de energía en el país. El intervalo definido es importante según se trate de un programa despachable o uno no despachable. Información más detallada sobre metodología de cálculo ver el Anexo I.

d. Definir Estrategia de fomento RD

Como una de las etapas en la planeación del piloto RD, es necesario informar al usuario potencial del piloto acerca de cultura de consumo eficiente de energía, los programas RD, entre otros y eso implica empoderar al usuario y ejecutar las estrategias de comunicación, definidas en el documento de estrategias de fomento de programas RD. A continuación, se listan los pasos para la implementación de las estrategias de fomento:

- Contratar la entidad o empresa encargada de producir los diferentes elementos a transmitir a los usuarios potenciales del piloto de RD
- Definir cronograma para informar al usuario
- Producir las pautas publicitarias para cada estrategia, de acuerdo con el cronograma.
- En la primera etapa, se debe poner en marcha la estrategia sectorial para atraer los usuarios del piloto RD. Tener presente la expectativa de beneficio variado por uso de programa RD. Informar al usuario potencial es el foco de esta estrategia.
- Luego la estrategia de aprendizaje vivencial para vincular los usuarios al piloto y validar la eficacia del programa (crear app para informar de forma constante al usuario).
- Finalmente, la estrategia de potencializar oportunidades para fidelizar los usuarios vinculados y atraer nuevos usuarios para masificar la implementación de los programas RD.

Para efecto de la puesta en marcha del programa piloto, sólo se deberá aplicar la estrategia Aprendizaje vivencial, al asumir que el usuario participante ya cuenta con un medidor avanzado. Con esta estrategia se busca fomentar la participación del usuario en el piloto RD mediante la potencialización de sus experiencias e interacción con la digitalización de la información de consumo y herramientas digitales como plataformas WEB (versión de escritorio o móvil). La estrategia Aprendizaje vivencial se debe aplicar con el fin de efectuar el lanzamiento de los pilotos, informar sobre las herramientas y/o aplicaciones que serán usadas para dar a conocer al usuario vinculado al piloto sobre todo lo relacionado con el mismo, capacitación sobre características e instrucciones de manejo de las aplicaciones, cultura energética, así como tips para mantener al usuario consciente de las acciones necesarias para el buen desempeño del programa e informado a tiempo de los eventos relacionados con el programa RD del piloto.

La estrategia de fomento se centra en la transición hacia la digitalización del usuario, la generación de confianza en él, para garantizar su permanencia en el piloto RD y la vinculación de nuevos usuarios a los programas RD. Para esto, las actividades por desarrollar en la planeación se muestran en la Tabla 59 :

Tabla 59. Actividades de la estrategia para el piloto RD durante la planeación
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Actividad
A1	Definir el contenido de las campañas de acuerdo a la segmentación de usuarios
A2	Especificar las funcionalidades de las APP de gestión de consumo

Fomento de programas RD

Durante todas las fases de ejecución del piloto RD se deben considerar los riesgos asociados a las actividades que se desarrollan y su correspondiente impacto. A continuación, en la Tabla 60, se resume esa información. La nomenclatura usada para el nivel de riesgo es: Ninguno (1), bajo (2), medio (3), alto (4), muy alto (5).

Tabla 60. Matriz de riesgos para la ejecución de las actividades durante la planeación
Fuente: Elaboración propia

Riesgo/Actividad	A1	A2	promedio
Bajo acceso a la información	1	1	1
Baja apropiación de cultura energética del usuario	1	1	1
Especulación de precios en las tecnologías	1	1	1
Bajo conocimiento específico de la tecnología	1	1	1
Desconocimiento de los procesos productivos que pueden participar en los programas RD, generando baja participación de empresas y entidades (consumidores)	1	1	1
Retrasos en la entrega y problemas en el canje de los incentivos	1	1	1
Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD	1	1	1
Bajo poder de convocatoria de nuevos usuarios (inexistencia de nuevos usuarios)	1	1	1
Pocas empresas oferentes de programas RD	1	1	1
Inexistencia de mecanismos regulatorios para aplicar programas RD	1	1	1
Limitación o ausencia de recursos tecnológicos (medidores inteligentes, acceso a TICs) para la implementación de los programas RD	1	3	2

De la Tabla 60, el mayor riesgo durante la implementación de las actividades para la estrategia de Aprendizaje vivencial en la etapa de planeación es la limitación o ausencia de recursos tecnológicos. También es necesario medir algunos indicadores de desempeño, los cuales se muestran en la Tabla 61.

Tabla 61. Indicadores de desempeño durante la planeación
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Indicadores
I1	Informe final con el contenido de la campaña
I2	Informe final con las especificaciones de la APP

e. Valoración Piloto

Para la valoración del piloto RD es necesario contemplar varios aspectos como el desarrollo de las habilidades y capacidades por parte del personal involucrado en el piloto, al mismo tiempo que disponer de la infraestructura que permita el correcto desenvolvimiento de los diferentes programas RD y a su vez un despliegue tecnológico que interactúe con los equipos a utilizar.

En esta sección se analizan los beneficios que se presentan al implementar o participar en los programas RD, los costos que se deben considerar, y finalmente la valoración desde el punto de vista ambiental, con la determinación de la huella de carbono.

- **Desarrollo de habilidades y capacidades**

En el desarrollo del piloto RD se debe tener recursos humanos que cuenten con el uso de habilidades técnicas y sociales. Para las habilidades técnicas se debe poseer el debido conocimiento sobre las diferentes actividades que se van a realizar en el proyecto, por ejemplo, el diseño, la instalación, etc. Es importante que, entre estas habilidades técnicas, el personal este en la capacidad de desarrollar presupuestos y capacitar a los demás sobre los equipos a utilizar, también es importante que la persona o empresa encargada de la implementación del piloto tenga un conocimiento sobre las diferentes tecnologías que se pueden usar, y del diseño del piloto con los diferentes procesos que se deben realizar.

Fomento de programas RD

Por el lado de las habilidades sociales, se debe asumir que cualquier cambio que se haga puede afectar el correcto desempeño del mismo. Es importante que el líder del piloto sea asertivo con las decisiones tomadas y que estas beneficien a todos los interesados del piloto.

Para la capacitación se debe considerar dos fases; la primera de ellas se refiere a la capacitación del personal que va a trabajar en el piloto RD, ellos deben tener claro las definiciones y características de los diferentes programas RD que se van a implementar, como funcionan, que beneficios traen y que requerimientos tecnológicos son indispensables.

La segunda fase de la capacitación involucra enseñar a los usuarios del piloto RD los elementos de cultura energética y los pasos para inscribirse en el piloto, las diferentes notificaciones que va a recibir por parte de la empresa prestadora de los programas RD, los diferentes canales de comunicación, los beneficios e incentivos que va a tener su participación, etc. Esta enseñanza se debe hacer de forma que la información transmitida al usuario sea clara y concisa.

• Infraestructura y equipos

La infraestructura necesaria para la implementación del piloto RD son los equipos de medición inteligente, incluyendo los sistemas de comunicación entre las empresas gestoras de los programas RD, además se debe contar con un sistema de facturación capaz de almacenar información y contabilizar los consumos que se presentan en las diferentes franjas horarias; también se debe tener en cuenta los medios de comunicación que se van a usar para interactuar con los usuarios, y demás actores involucrados en los programas RD.

Los usuarios de igual manera pueden considerar el adquirir equipos de almacenamiento y generación que les sirva de apoyo en la participación de los programas RD, o también pueden adquirir equipos que sean eficientes energéticamente.

• Cuantificación de beneficios y costos

Este análisis permite determinar el grado de factibilidad de un proyecto a través de la valoración de todos los costos y beneficios que se derivan de manera o indirecta del proyecto, para lograr esta evaluación es necesario que tanto costos como beneficios sean expresados en unidades monetarias.

Se debe tener en cuenta además que esta cuantificación se debe ejecutar antes de implementar el piloto, con el fin de saber si este es viable, o si es necesario incurrir en otras alternativas. Este análisis consta de las siguientes etapas (Aguaza, 2012):

- Tener el proyecto claro e identificado: de esta manera se definen los objetivos tanto sociales como económicos, también es pertinente conocer la población donde el proyecto va a ser aplicado.
- Se debe asegurar la viabilidad financiera del proyecto, para esto es necesario definir el ciclo de vida del proyecto y la distribución de los ingresos (I) y los gastos (G) en los que se incurran, también se debe considerar la tasa de descuento financiero (i) apropiado para expresar los flujos de dinero futuros en valores actuales. Los datos anteriores son importantes debido a que con estos se puede calcular el valor del piloto. Si la viabilidad financiera del proyecto no está asegurada, para mitigarlo es necesario, por ejemplo, buscar fuentes de financiación adicionales, o cobrar tarifas a los usuarios.
- Identificar costos y beneficios sociales del proyecto, los cuales deben reflejar todos los recursos que se usan en el proyecto, y también deben reflejar todos los resultados obtenidos ya sean que afecten de manera positiva o negativa el desarrollo del proyecto.
- Cuantificar en valores monetarios los recursos empleados y los resultados generados del proyecto.

Para llevar a cabo la cuantificación de la relación Beneficio/Costo es necesario identificar los elementos a valorar en cada uno de ellos. A continuación, se muestra la identificación de los beneficios y los costos para el piloto

i). Identificación de beneficios

La implementación de los programas RD se hace con el fin de desplazar y/o reducir consumos para recibir algún tipo de beneficio. En la Tabla 62 se nombran algunos de estos:

Tabla 62. Beneficio de los programas RD

Fuente: Elaboración propia

Beneficio	Descripción
Disminución en la duración de las interrupciones	El usuario se beneficia al disminuir el tiempo que duran las interrupciones del servicio
Disminución en el número de interrupciones	Al participar en un programa RD se disminuye la probabilidad de fallas por sobrecargas y así perder el servicio de suministro de energía eléctrica
Disminución del consumo en las horas pico	Ahorro de energía consumida durante la franja pico por participar en el programa RD.
Disminución de las pérdidas de energía	Al disminuir o desplazar el consumo de electricidad en las horas pico, se aumenta la eficiencia general del sistema al reducir las pérdidas de transmisión y distribución
Pago de incentivos: Reducción y desplazamiento	Es cualquier pago (concertado entre las partes) que el usuario reciba por su desempeño en la participación del programa RD
Disminución de subsidios: Reducción y desplazamiento	Por la participación de los usuarios en los programas RD se espera que haya una disminución en el pago de los subsidios
Ahorro en la factura	Este beneficio se da cuando los usuarios hacen menos consumos en los periodos en los que el precio de la energía es mayor, o desplazan sus consumos a horas de menor precio
Disminución de costos operativos del sistema	La implementación de programas RD evita la necesidad de utilizar las plantas de generación más costosas en los periodos de alta demanda, lo cual reduce los costos de producción de la energía
Disminución de inversiones en infraestructura	A un plazo más largo va a permitir que las empresas retrasen inversiones en infraestructura
Disminución costo atención servicio (digitalización)	Disminución del costo de prestación de servicio por digitalización del proceso
Disminución de las actividades comerciales	Reducción en el costo de marketing necesario para vinculación de clientes al programa RD
Reducción de emisión de GEI	Al desplazar o reducir el consumo de electricidad se evita el uso de las plantas de generación térmicas, lo cual reduce la emisión de GEI
Disminución de combustible fósil	Con el uso de los programas RD se da una disminución en el uso de combustibles fósiles
Mitigación de emisiones de GEI (actividades conexas)	La mitigación de emisiones de GEI que se logra al realizar actividades conexas al piloto RD

En la Tabla 63 se muestra una clasificación por el tipo de beneficio, bien sea técnico, económico o financiero y ambiental, de igual manera también se muestra los receptores de los beneficios.

Tabla 63. Clasificación beneficios programas RD

Fuente: Elaboración propia

Beneficio	Nombre beneficio	Receptor Beneficio		
		Participante RD	Gestor RD	Sistema
Técnico	Disminución en la duración de las interrupciones			X
	Disminución en el número de interrupciones			X
	Disminución del consumo en las horas pico			X
	Disminución de las pérdidas de energía			X

Beneficio	Nombre beneficio	Receptor Beneficio		
		Participante RD	Gestor RD	Sistema
Económico Financiero	Pago de incentivos: Reducción y desplazamiento	X		
	Disminución de subsidios: Reducción y desplazamiento	X		
	Ahorro en la factura	X		
	Disminución de costos operativos del sistema		X	
	Disminución de inversiones en infraestructura	X	X	
	Disminución costo atención servicio (digitalización)	X	X	
	Disminución de las actividades comerciales		X	
Ambiental	Reducción de emisión de GEI	X		X
	Disminución de combustible fósil		X	X
	Mitigación de emisiones de GEI (actividades conexas)	X	X	X

Es importante señalar que en el desarrollo del piloto los costos de Disminución de las actividades comerciales, Disminución de costos operativos del sistema, Disminución de inversiones en infraestructura, no se tendrán en cuenta pues el tiempo de desarrollo del piloto no es el suficiente para la evaluación de dichos beneficios.

ii). Identificación de costos

Para la implementación del piloto RD, es importante considerar los costos que se presentan tanto para los usuarios, como para los gestores de los programas RD. En la Tabla 64 se muestra una descripción de los costos a tener en cuenta en la ejecución del piloto RD.

Tabla 64. Descripción de los costos para el piloto RD
Fuente: Elaboración propia

Tipo de costo	Descripción
Capacitación	Son las actividades que el cliente asume por cuenta propia para adquirir aprendizajes y conocimientos relacionados con energía, se espera que esto no represente un costo para el cliente.
Adecuación instalación (equipos para participar programa RD)	Se espera que este costo no deba asumirlo el cliente. Si es necesario, la empresa puede ofrecer la certificación de equipos.
Equipo de generación (en caso de ser necesario) [\$/kW]	Es el valor de un panel fotovoltaico en la zona correspondiente para la zona 1 la zona 2 ¹⁵ o la zona 3.
Equipo de almacenamiento (en caso de ser necesario) [\$/kW]	Es el valor de un sistema de almacenamiento mediante baterías (BESS) en la zona correspondiente para la zona 1, la Zona 2 ¹⁶ o la zona 3.

¹⁵ <http://www.geolcoe.siel.gov.co/results/1>

¹⁶ <http://www.geolcoe.siel.gov.co/results/1>

Tipo de costo	Descripción
Electrodomésticos y/o iluminación (en caso de ser necesario)	El usuario puede participar en el programa RD de tarifa intradiaria sin necesidad de cambiar ninguno de sus electrodomésticos, sin embargo, quizás se vea motivado a actualizar sus equipos para sacar mayor provecho del programa.
Equipo de medida	El costo del medidor avanzado varía de acuerdo a sus características técnicas, cada empresa oferente del programa RD puede tener valores diferentes para sus equipos de acuerdo a factores como el mercado al por mayor, alianzas estratégicas, entre otras.
Equipo de telecomunicaciones	Incluye el soporte asociado a la red de distribución para manejar el sistema de comunicaciones del medidor avanzado que este existente antes del inicio del piloto RD, por esta razón no representa un costo para el programa.
Equipo de visualización	Se refiere a equipos como celulares, tabletas, computadores que pueda requerir el cliente para visualizar sus consumos. Se espera que este costo sea asumido por cada usuario.
Plataforma de gestión (APP y web)	Incluye el diseño e implementación, el desarrollo de software necesario para crear la APP bajo los requerimientos establecidos por la empresa oferente. Debe estar disponible para móvil y en versión de escritorio.
Adecuación y certificación equipos de medida (AMI, otros)	Incluye la certificación, calibración y adecuación de equipos existentes. Se toman los valores publicados para cada empresa oferente del servicio.
Plan de comunicación y capacitación (2 meses)	<p>Se considera el número total de participantes en cada piloto RD, divididos en grupos de 100 personas para asistencia presencial a reuniones de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Convocatoria: Una reunión divulgativa con el objetivo de cautivar clientes para el programa. Se considera un número asistentes un 20% mayor del número de clientes que se vinculan efectivamente al programa. ✓ Vinculación y capacitación: Para cada grupo se realizarán dos reuniones mensuales; para cada una de estas jornadas se asignan costos para alquiler de la locación, para pago de personal, para viáticos y para compra de materiales y suministros.
Plan de implementación y seguimiento (6 meses)	Se considera el número total de participantes en cada piloto RD, divididos en grupos de 100 personas para asistencia presencial a reuniones de retroalimentación, fidelización al programa y escucha al cliente. Para cada grupo se realizará una reunión mensual; para cada una de estas jornadas se asignan costos para alquiler de la locación, para pago de personal, para viáticos y para compra de materiales y suministros.
Incentivos	Corresponde al mismo valor en pesos de beneficios otorgados al cliente.
Administración	Es el costo asociado al equipo de trabajo a cargo del programa: Se asume una cuadrilla compuesta por un ingeniero, un capataz y un técnico para quienes se destinan valores de alimentación y transporte. También se incluye un costo asignado al uso de herramientas. Se asume que cada cuadrilla puede instalar un número de medidores diarios, y teniendo en cuenta el número total de usuarios del piloto RD, se calcula el número de días que debe trabajar la cuadrilla.
Operación	Corresponde a los costos de operación del programa: El piloto RD tiene una duración de 9 meses y se considera que durante los días hábiles de este período se tendrán 2 cuadrillas trabajando permanentemente.
Soporte y mantenimiento (equipos, APP, web)	Corresponde a los costos de mantenimiento y soporte de los equipos y sistemas de comunicación para la duración total del piloto RD.
Servicio de telecomunicaciones (plan telecomunicaciones)	Es el valor del plan de datos necesarios para la comunicación de cada medidor. Se asume un valor mensual para cada medidor de acuerdo al mercado local.

En la Tabla 65, se muestran los costos a considerar en cada uno de los programas RD.

Tabla 65. Clasificación costos piloto RD
 Fuente: Elaboración propia

Rol	Ítem	TI*	GC*	DM*
Participante RD	Capacitación (por persona)	X	X	X
	Adecuación instalación (equipos para participar programa RD)	X	X	
	Equipo de generación (en caso de ser necesario) (\$/kW)	X	X	X
	Equipo de almacenamiento (en caso de ser necesario) ((\$/kW)	X	X	X
	Electrodomésticos y/o iluminación (en caso de ser necesario)		X	
Gestor RD	Equipo de medida	X	X	
	Equipo de telecomunicaciones	X	X	
	Equipo de visualización	X	X	X
	Plataforma de gestión (app y web)	X	X	
	Adecuación y certificación equipos de medida (AMI, otros)	X	X	X
	Otros	X	X	X
	Plan de comunicación y capacitación (2 meses)	X	X	X
	Plan de implementación y seguimiento (6 meses)	X	X	X
	Incentivos	X	X	X
	Administración (viáticos, salarios)	X	X	X
	Operación (costos de operación del programa)	X	X	X

*Tarifa intradiaria-TI, Gestión de Carga-GC y Demanda en el Mercado-DM

• Huella de carbono del piloto RD

La huella de carbono mide la cantidad de gases de efecto invernadero que se emiten debido a las actividades llevadas a cabo diariamente como desplazamientos, consumo de alimentos y energía, generación de residuos, entre otras. Es un indicador que mide el impacto sobre el calentamiento global y es el resultado de la suma de todas las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) causadas directa o indirectamente por un individuo, organización, evento (feria, concierto) o producto.

A nivel internacional existen diferentes protocolos y directrices para el cálculo de la Huella de Carbono en función del alcance de la misma: IPCC, PAS 2050, GHG Protocol e ISO 14064. Para el alcance del piloto, no se aplica ninguna de estas metodologías de forma específica. Sin embargo, se hace una aproximación a la huella de carbono, a partir del uso del método matemático más simple para cuantificar las emisiones por cada actividad, que es multiplicando los llamados datos de actividad-DA (kg de alimento, kWh de energía, Km recorridos, etc.) por el correspondiente factor de emisión (FE) normalizado, que corresponde a la cantidad de CO₂ emitido por unidad de actividad a que hace referencia el DA.

Para el piloto, la metodología de cálculo incluye la sumatoria de las emisiones generadas por todas las actividades llevadas a cabo durante todas las etapas del mismo. Las actividades que se tuvieron en cuenta para la determinación de la huella de carbono en los pilotos son:

- Movilidad terrestre por parte de los participantes en el piloto y el personal de capacitación, técnico y administrativo de la empresa oferente de los programas RD
- Movilidad aérea por parte del personal de capacitación del programa RD
- Alojamiento en hoteles y similares
- Consumo de energía eléctrica durante las sesiones de capacitación y actividades de seguimiento y retroalimentación a los usuarios participantes, se incluye el empleo de equipos y elementos como: iluminación, acondicionamiento de espacios, impresoras, proyectores, computadores
- Uso de materiales para entrega de información a los usuarios y manejo administrativo, que incluye principalmente papel

Fomento de programas RD

- Consumo de alimentos y bebidas: alimentación de personal técnico y de capacitación y refrigerios entregados a usuarios durante las capacitaciones y similares.
- Generación de residuos: papel y orgánicos por alimentos
- Consumo de agua de la red en las capacitaciones principalmente.

Así, las emisiones del piloto se determinan usando la ecuación siguiente:

$$\text{Emisión de GEI}_T = \sum_i DA_i * FE_i$$

Y las unidades para cada elemento de la ecuación son:

$$[Kg CO_{2e}] = [Kg, L, Km, kWh] * \left[\frac{Kg CO_{2e}}{Kg, L, Km, kWh} \right]$$

Donde

Emisión GEI_T: corresponde al total de emisiones para el piloto, kg CO_{2e}

DA_i: Dato de actividad i

FE_i: Factor de Emisión correspondiente para la actividad i.

Los FE proporcionan la cantidad de CO₂ emitida por la realización de cada una de las actividades enunciadas anteriormente, y lo ideal sería medirlos directamente, sin embargo, dada la imposibilidad de hacerlo, se emplean FE de diferentes fuentes, principalmente de calculadoras específicas para las actividades y/o estudios relacionados. A continuación, en la Tabla 66 se presentan los DA y FE empleados en los cálculos de huella de carbono para cada piloto.

Tabla 66. Datos usados en la medición de huella de carbono del piloto
Fuente: elaboración propia

Dato de actividad (DA)	Factor de Emisión (FE)	Fuente
Movilidad aérea, #viajes ida y vuelta clase económica	ZIN: 242,6 kg CO _{2e} /viaje ida y vuelta	Calculadora Cero CO ₂ ¹⁷
	SIN: 91,1 kg CO _{2e} /viaje ida y vuelta	
Movilidad terrestre, # km	Taxi: 0,17 kg CO _{2e} /Km/persona	Calculadora Terra ¹⁸
	Bus: 0,069 kg CO _{2e} / Km/persona	
Alojamiento y desayuno, # noches	4,142 kg CO _{2e} /noche	bdigital ¹⁹
Consumo de electricidad, #kWh	ZIN: 1.239 kg CO _{2e} / kWh	XM, UPME, FE venezuela
	SIN: 0,164 kg CO _{2e} /kWh	
Consumo de papel, # kg	1,84 kg CO _{2e} /kg	UCO ²⁰
Consumo de alimentos y bebidas, # kg	Refrigerio: 0,98 kg CO _{2e} /kg	Cero CO ₂
	Almuerzo/comida: 2,32 kg CO _{2e} /kg	
Generación de residuos, # Kg	5,13 kg CO _{2e} /kg	Informe huella acueducto ²¹
Consumo de agua de la red, # m ³	0,1213 kg CO _{2e} /m ³	UCO

¹⁷ <https://www.ceroco2.org/calculadoras/calculo-avion>

¹⁸ <http://www.terra.org/calcul/>

¹⁹ https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/1512/1/BAA-spa-2019-La_huella_de_carbono_en_los_hoteles_lo_que_es_y_lo_que_debe_ser

²⁰ <http://www.uco.es/servicios/sepa/images/documentos/descargas/huellaC2013.pdf>

²¹

https://www.acueducto.com.co/wps/html/resources/2018ag/huella_carbono/informe_gei/6_anexo_3Factores_Emision_Herramienta_Inventario_GEI_EAB_2014.pdf

3.1.2. Preinstalación

Esta etapa comprende las actividades de: i) Validación de los usuarios participantes, incluyendo firma de acuerdos, ii) Validación de requisitos de los programas RD, y iii) Implementación estrategia de fomento, Experiencia Vivencial en la línea que busca empoderar y vincular los usuarios, así como el inicio de entrega de las primeras notificaciones. Al igual que en la planeación, aquí también se muestran los indicadores que deben tenerse presente para evaluar el desempeño del piloto en esta etapa. Esta etapa se sugiere que tenga una duración de 3 semanas de acuerdo con el cronograma mostrado en la Tabla 46.

a. Implementación estrategia de fomento (Experiencia Vivencial: empoderar y vincular) y notificaciones previas

Una vez definida la estrategia de fomento en la etapa de planeación, en la preinstalación, es necesario implementar la estrategia para entregar a los usuarios participantes validados, la información completa respecto de los programas RD en los cuales han acordado participar y las herramientas de cultura energética para potenciar su participación de forma exitosa. A continuación, en la Tabla 67 se muestran las actividades correspondientes a la estrategia en esta etapa

Tabla 67. Actividades de la estrategia para el piloto RD durante la preinstalación
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Actividad
A3	Ejecutar la campaña de fomento (Experiencia Vivencial: empoderar y vincular)
A4	Lanzamiento de los pilotos RD

Durante esta fase se deben considerar los riesgos asociados a las actividades que se desarrollan y su correspondiente impacto. A continuación, en la Tabla 60, se resume esa información. La nomenclatura usada para el nivel de riesgo es: Ninguno (1), bajo (2), medio (3), alto (4), muy alto (5).

Tabla 68. Matriz de riesgos para la ejecución de las actividades durante la pre-instalación
Fuente: Elaboración propia

Riesgo/Actividad	A3	A4	promedio
Bajo acceso a la información	5	5	5
Baja apropiación de cultura energética del usuario	2	1	1,5
Especulación de precios en las tecnologías	1	1	1
Bajo conocimiento específico de la tecnología	5	1	3,0
Desconocimiento de los procesos productivos que pueden participar en los programas RD, generando baja participación de empresas y entidades (consumidores)	1	1	1
Retrasos en la entrega y problemas en el canje de los incentivos	1	1	1
Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD	1	1	1
Bajo poder de convocatoria de nuevos usuarios (inexistencia de nuevos usuarios)	1	5	3
Pocas empresas oferentes de programas RD	1	5	3
Inexistencia de mecanismos regulatorios para aplicar programas RD	1	1	1
Limitación o ausencia de recursos tecnológicos (medidores inteligentes, acceso a Tic's) para la implementación de los programas RD	1	1	1

Así mismo, en la etapa de pre-instalación, se deben entregar los mensajes mostrados en la Tabla 69.

Tabla 69. Mensajes de fomento para el piloto RD durante la pre-instalación
Fuente: Elaboración propia

Sigla	Mensaje
M2	Dime que energía reduces o desplazas y te diré que usuario RD puedes ser.
M6	¿Sabes que es un programa RD? Comunícate con tu empresa de servicios públicos, puedes recibir beneficios por implementarlo en tu casa o empresa.
M7	¿Sabías que consumir energía conscientemente puede traerte beneficios en la factura? Pregunta a tu prestador de servicios públicos como puedes acceder. ¡Cuando un uso eficiente de la energía quieres lograr, un programa RD debes implementar!
M8	Los programas RD te permiten recibir beneficios e incentivos. ¡Inscríbete y conócelos!
M9	¿Sabías que desde tu celular puedes participar en los programas RD? Inscríbete y conoce sus beneficios
M10	¿Sabes qué son los programas de respuesta de la demanda? Ingres a nuestra página web y te contamos.
M11	¿Haces un consumo eficiente de la energía? Con los programas RD puedes aprender a hacerlo. ¡Ven y conócelos!
M13	¡Te presentamos los medidores inteligentes! Aprende a utilizarlos para que hagas un mejor uso de la energía.
M14	Si tienes un medidor inteligente, puedes participar de los programas RD. ¡Inscribirse es muy fácil!

De igual manera, dado que esta etapa implica la vinculación de los usuarios a los pilotos, a continuación, en la Tabla 70 se presentan las notificaciones que recibirán los usuarios en esta etapa.

Tabla 70. Notificaciones para los programas RD durante la pre-instalación
Fuente: Elaboración propia

Notificaciones	Todos los programas
Notificaciones previas	Notificación de inscripción

A continuación, Tabla 71 presenta los indicadores a tener presente en la etapa de preinstalación.

Tabla 71. Indicadores de desempeño durante la pre-instalación
Fuente: Elaboración propia

Fase	Indicador	Fórmula
Preinstalación -Caracterización-	Demanda promedio energía por usuario (estrato, residencial, industrial, comercial)	$\%DE_i = \frac{\text{Demanda Energía Sector } i}{\text{Total energía demanda (kW)}} \times 100\%$
	Número de usuarios por segmento	$USeg = \sum \text{Usuarios segmento } i$
	Número de usuarios convocados	$UCon = \sum \text{Usuarios Convocados}$
	Número de usuarios asistentes	$UAsis = \sum \text{Usuarios Asistentes}$
	Número de usuarios vinculados	$UVin = \sum \text{Usuarios Vinculados}$
	Número de usuarios con autogeneración renovable	$UAG = \sum \text{Usuarios con autogeneración renovable}$

b. Validación de los atributos del programa RD

Esta actividad implica la verificación de cumplimiento de los requisitos mínimos para la implementación de los programas seleccionados para la zona del piloto. Hace referencia a los 17 atributos definidos para cada programa, como se muestra en detalle en la Tabla 57.

c. Validación usuarios participantes en el piloto RD

Esta actividad, en la fase de preinstalación busca vincular los usuarios que harán parte del piloto de programas RD en la ubicación seleccionada. Luego de la reunión de convocatoria de los usuarios, donde se entrega la información relevante respecto de los programas RD, se hace validación de cumplimiento de requisitos y se procede a hacer la vinculación de los usuarios al piloto de programas RD, mediante firma de acuerdos con la respectiva empresa oferente del mismo.

3.1.3. Instalación

En general, esta fase se sugiere que tenga una duración de 3 semanas en la cual se llevarían a cabo tres actividades, las dos primeras consideradas opcionales y la última en relación con la estrategia de fomento. Las actividades son: i) verificación tecnología AMI y configuración de telecomunicaciones, ii) sin embargo, se hace una verificación de funcionamiento y se debe configurar.

a. Medidor avanzado y telecomunicaciones (opcional)

Esta básicamente es para verificar el correcto funcionamiento de los medidores AMI, teniendo en cuenta que, para la implementación de los pilotos, se asume que todos los usuarios tienen instalado el medidor. Se debe hacer configuración de los elementos de comunicación, en caso de que sea necesario.

b. Elementos de control de carga (opcional)

De acuerdo a los atributos del programa, en esta sección se revisa si se requiere el uso de dispositivos de control de carga.

c. Seguimiento estrategia de fomento (Experiencia Vivencial: mantener) y notificaciones de participación

La etapa de instalación continua con la ejecución de la estrategia de fomento, con el objetivo de proporcionar a los usuarios que se vinculan al piloto, la información necesaria acerca de los programas RD que hacen parte del piloto y las herramientas de gestión de consumo de energía y cultura energética para que el desempeño durante la ejecución sea satisfactorio a las partes. A continuación, la Tabla 72 muestra las actividades para la etapa de instalación.

Tabla 72. Actividades de la estrategia para el piloto RD durante la instalación
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Actividad
A5	Cuantificación de las expectativas del Usuario de programas RD

La tabla muestra los riesgos asociados a las actividades en esta etapa. A continuación, en la Tabla 76, se resume esa información. La nomenclatura usada para el nivel de riesgo es: Ninguno (1), bajo (2), medio (3), alto (4), muy alto (5).

Tabla 73. Matriz de riesgos para la ejecución de las actividades durante la instalación
Fuente: Elaboración propia

Riesgo/Actividad	A5
Bajo acceso a la información	4
Baja apropiación de cultura energética del usuario	5
Especulación de precios en las tecnologías	1
Bajo conocimiento específico de la tecnología	1
Desconocimiento de los procesos productivos que pueden participar en los programas RD, generando baja participación de empresas y entidades (consumidores)	1
Retrasos en la entrega y problemas en el canje de los incentivos	5
Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD	1
Bajo poder de convocatoria de nuevos usuarios (inexistencia de nuevos usuarios)	1
Pocas empresas oferentes de programas RD	1
Inexistencia de mecanismos regulatorios para aplicar programas RD	1
Limitación o ausencia de recursos tecnológicos (medidores inteligentes, acceso a Tic's) para la implementación de los programas RD	1

La Tabla 74 muestra los mensajes que deberán ser entregados a los usuarios en la etapa de instalación.

Tabla 74. Mensajes de fomento para el piloto RD durante la instalación
Fuente: Elaboración propia

Sigla	Mensaje
M15	¿Sabe que gracias a su medidor avanzado ahora puede consultar sus consumos diarios de energía? Lo invitamos a conocer toda la información que su medidor tiene para Usted.
M16	¿Tienes sistemas de almacenamiento de energía eléctrica? Participa en un programa RD para que le saques el máximo provecho
M17	¿Tienes un sistema de autogeneración renovable a pequeña escala? Los programas RD son para ti, ¡inscríbete!
M18	¿Le gustaría saber cuánto vale la energía que consumió la semana anterior? ahora puede hacerlo a través de su App.
M19	¿Conoce las emisiones de GEI asociadas a su consumo energético de ayer?, consúltelo ahora en su celular.
M20	Ya no tiene que esperar un mes para conocer el precio de su energía eléctrica, consúltelo ahora mismo en su celular.
M21	¿Aburrido de que nadie en la familia ayude a ahorrar energía? ¡Ahora puede conocer sus consumos para cada hora del día y encontrar a los responsables!

De igual manera, dado que esta etapa implica que los usuarios reciban las herramientas de cultura energética y programas de RD para que, durante la ejecución, los resultados sean favorables, a continuación, en la Tabla 75 se presentan las notificaciones que recibirán los usuarios.

Tabla 75. Notificaciones para los programas RD durante la instalación
Fuente: Elaboración propia

Notificaciones	Tarifa Intradía	Gestión de carga	Demanda en el mercado
Notificación de prueba	x	x	x
Notificación de confirmación del programa RD	x	x	x
Notificación de aviso de una posible participación en el evento RD	-	x	x
notificación de confirmación de participación	-	x	X
Notificación del evento			
Notificación de desempeño en el evento RD			
Notificación de liquidación			

Para medir el desempeño del piloto durante la instalación, al igual que como se planteó en las etapas anteriores, se definen en la Tabla 76 los indicadores para este fin.

Tabla 76. Indicadores del piloto RD en la fase de instalación
Fuente: Elaboración propia

Fase	Indicador	Fórmula
Instalación	Número de medidores adaptados	$MA = \sum Usuarios\ medidores\ adaptados$
	Número de medidores avanzados instalados	$MI = \sum Medidores\ instalados$
	Costo de instalación por usuario	$CI_u = \frac{Costo\ de\ inversion\ total}{\#de\ usuarios\ instalados}$
	Número de usuarios capacitados	$UCap = \sum Usuarios\ Capacitados$
	Número de usuarios que desisten	$UDes = \sum Usuarios\ que\ desisten$
	Número de dispositivos de control de carga instalados	$DCC = \sum Dispositivos\ de\ control\ de\ carga\ instalados$
	Porcentaje de usuarios con Acceso a la plataforma del programa	$\%UAcc_i = \frac{\# usuarios\ con\ acceso\ a\ la\ plataforma}{Total\ de\ usuarios\ en\ el\ programa\ RD} \times 100\%$
	Número de notificaciones de inicio	$NI = \sum Notificaciones\ de\ inicio$

3.1.4. Ejecución

Para iniciar con la ejecución del piloto, es necesario realizar una lista de chequeo con el objetivo de verificar que todo lo necesario para su inicio esté disponible y en funcionamiento. A continuación, se

a. Lista de chequeo para el diseño del piloto RD

De acuerdo al numeral anterior en el que se muestra el orden en que se deben desarrollar los diferentes pasos para la implementación del piloto RD, es necesario contar con una lista donde se pueda verificar la existencia de dicha información, a continuación, en la Tabla 77, se muestran los elementos de la lista de chequeo a tener en cuenta.

Tabla 77. Lista de chequeo para ejecución del piloto RD
Fuente: Elaboración propia

Fase	Ítem	Estado
Selección de la Ubicación: Levantamiento y análisis de Información	Cobertura de servicios públicos	
	Características de los usuarios	
	Experiencias programas sociales	
	Experiencias programas tecnológicos	
	Potencial sostenibilidad	
	Potencial cultura energética	
	Descripción Programa RD	Caracterización del consumo
Tipo de programa (atributos)		
Roles y responsabilidades		
Incentivos		

Fase	Ítem	Estado
Valoración piloto RD	Desarrollo de habilidades y capacidades	
	Infraestructura y equipos	
	Análisis de beneficios	
	Análisis de costos	
	Evaluación B/C	
	Huella de Carbono	
Plan de actividades	Actividades a desarrollar	
	Cronograma	
	Indicadores de desempeño	
	Estrategia de fomento RD	
	Matriz de riesgo	

b. Medición consumos

Es indispensable que en durante la ejecución se hagan las mediciones diarias del consumo de energía a través de los medidores inteligentes. Esto con el fin de generar las curvas de consumo de cada usuario participante en el piloto, para establecer los respectivos comparativos contra las curvas de LBC previamente determinadas para evaluar el desempeño en lo pilotos y determinar los cambios de consumo por RD y con estos, entregar los incentivos a los usuarios.

c. Aplicación de incentivos

En esta subsección, luego de la puesta en marcha del piloto de programas RD, se deben aplicar los incentivos definidos para estimular la continuidad de los usuarios en el piloto. Los incentivos definidos consisten en el reconocimiento del esfuerzo por las reducciones y/o desplazamiento del consumo de energía, representado en puntos, en el cual por cada kWh reducido se entregan 1 punto (1 punto =10 pesos).

d. Seguimiento estrategia de fomento (Experiencia Vivencial: mantener) y notificaciones de eventos y liquidación

Así mismo, es muy importante seguir con la implementación de la estrategia de fomento para mantener la continuidad de los usuarios participantes en el piloto a través de la entrega periódica de mensajes de fomento que estimulen esta permanencia y de las notificaciones que muestren su desempeño en el proceso. A continuación, en la Tabla 78 se presentan las actividades que permiten el seguimiento a la estrategia de fomento durante la ejecución.

Tabla 78. Actividades de la estrategia para el piloto RD durante la ejecución
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Actividad
A6	Mantener una comunicación permanente con el usuario
A7	Ejecutar la campaña de crecimiento colectivo

La tabla muestra los riesgos asociados a las actividades en esta etapa. A continuación, en la Tabla 79, se resume esa información. La nomenclatura usada para el nivel de riesgo es: Ninguno (1), bajo (2), medio (3), alto (4), muy alto (5).

Tabla 79. Matriz de riesgos para la ejecución de las actividades durante la ejecución
 Fuente: Elaboración propia

Riesgo/Actividad	A6	A7	promedio
Bajo acceso a la información	5	4	4,5
Baja apropiación de cultura energética del usuario	5	2	3,5
Especulación de precios en las tecnologías	1	1	1
Bajo conocimiento específico de la tecnología	5	1	3
Desconocimiento de los procesos productivos que pueden participar en los programas RD, generando baja participación de empresas y entidades (consumidores)	1	4	2,5
Retrasos en la entrega y problemas en el canje de los incentivos	4	2	3
Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD	1	5	3
Bajo poder de convocatoria de nuevos usuarios (inexistencia de nuevos usuarios)	1	1	1
Pocas empresas oferentes de programas RD	1	5	3
Inexistencia de mecanismos regulatorios para aplicar programas RD	4	1	2,5
Limitación o ausencia de recursos tecnológicos (medidores inteligentes, acceso a Tic's) para la implementación de los programas RD	4	1	2,5

Como se ha mencionado previamente, durante esta etapa los usuarios deberán recibir mensajes que les refuerce las herramientas de cultura energética y permita su permanencia en los programas de RD. A continuación, en la Tabla 80 se presentan el tipo de mensajes que permiten esta acción.

 Tabla 80. Mensajes de fomento del piloto durante la ejecución
 Fuente: Elaboración propia

Sigla	Mensaje	Fase
M19	¿Conoce las emisiones de GEI asociadas a su consumo energético de ayer?, consúltelo ahora en su celular.	Ejecución
M20	Ya no tiene que esperar un mes para conocer el precio de su energía eléctrica, consúltelo ahora mismo en su celular.	Ejecución
M21	¿Aburrido de que nadie en la familia ayude a ahorrar energía? ¡Ahora puede conocer sus consumos para cada hora del día y encontrar a los responsables!	Instalación, ejecución
M22	La energía que consume ahora tiene precios diferentes por franjas horarias, averigua cuál es la del mejor precio para Usted.	Ejecución

Así mismo, en la Tabla 81 se presentan las notificaciones que recibirán los usuarios respecto a su desempeño en el piloto.

 Tabla 81. Notificaciones para los programas RD durante la ejecución
 Fuente: Elaboración propia

Notificaciones	Tarifa Intradía	Gestión de carga	Demanda en el mercado
Notificación del evento	-	x	x
Notificación de desempeño en el evento RD	x	x	x
Notificación de liquidación			

Y para hacer el seguimiento a la continuidad en la estrategia de fomento, en la Tabla 82 se presentan los indicadores que deben tenerse presentes durante la ejecución del piloto.

Tabla 82. Indicadores del piloto RD durante la ejecución
 Fuente: Elaboración propia

Fase	Indicador	Fórmula
Ejecución	kWh o % de energía ahorrada	$EA = \frac{\text{Consumo}_{\text{sin evento RD}} - \text{Consumo}_{\text{evento RD}}}{\text{Consumo}_{\text{sin evento RD}}} \times 100\%$
	Valor en \$ de energía ahorrado	$\$EA = (\text{Consumo}_{\text{sin evento RD}} - \text{Consumo}_{\text{evento RD}}) \times \kWh
	kW o % de reducción del pico de potencia	$RPP = \frac{\text{Reduccion pico}_{\text{sin evento RD}} - \text{Reduccion pico}_{\text{con evento RD}}}{\text{Demanda}_{\text{sin evento RD}}} \times 100\%$
	kW o % de energía desplazada	$ED = \text{Consumo base en las horas no pico}_{\text{sin evento RD}} - \text{consumo base en las horas no pico}_{\text{con evento RD}}$
	Lts o gl o % de ahorro de combustible	$AC = \frac{\text{Combustible}_{\text{sin evento RD}} - \text{Combustible}_{\text{con evento RD}}}{\text{Combustible}_{\text{sin evento RD}}} \times 100\%$
	tCO2 o % de reducción de las emisiones GEI	$ACO2 = \frac{\text{TonCO2}_{\text{sin evento RD}} - \text{Ton CO2}_{\text{con evento RD}}}{\text{TonCO2}_{\text{sin evento RD}}} \times 100\%$
	tCO2 o % de reducción de las emisiones GEI por tipo de usuario	$RGEI_i = \frac{\sum \text{Emisiones por tipo de usuario}}{\text{Total emisiones reducidas}} \times 100\%$
	Número de usuarios que participan en RD	$URD = \sum \text{Usuarios Participantes programas RD}$
	% de eventos por semana o mes	$Ev = \frac{\text{Eventos por semana}}{\text{Total eventos RD}} \times 100\%$
	# notificaciones RD	$NRD = \sum \text{Notificaciones RD}$
	% de eventos fallidos	$EF = \frac{\text{Eventos fallidos}}{\text{Total eventos RD}} \times 100\%$
	Número de ingresos a la página web/escritorio o móvil	$NIP = \sum \text{ingresos a la pagina web}$
	% de satisfacción con el asesoramiento Recibido	$SAR = \frac{\sum \text{Calificación de los usuarios}}{\text{Total usuarios encuestados}} \times 100\%$
	% de uso información para hacer RD	$IRD = \frac{\sum \text{Informacion usada}}{\text{Total informacion compartida}} \times 100\%$
	Número de puntos acumulados	$NPA = \sum \text{Puntos acumulados}$
	Número de puntos redimidos	$NPR = \sum \text{Puntos redimidos}$
Número de jornadas de retroalimentación	$NJR = \sum \text{Jornadas de retroalimentación}$	

3.1.5. Evaluación del piloto RD

Para realizar la evaluación del piloto RD en todas las etapas, se debe tener en cuenta el análisis de los indicadores de desempeño con los cuales se van a evaluar la eficacia del proyecto, de igual manera se debe hacer un seguimiento de las diferentes actividades que el piloto requiere. En la Tabla 83 se muestran las actividades correspondientes a la evaluación del piloto.

Tabla 83. Actividades de la estrategia para el piloto RD durante la evaluación
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Actividad
A8	Socializar como empresa los resultados obtenidos
A9	Campaña de divulgación de testimonios de usuarios RD
A10	Seguimiento y evaluación de la estrategia

La tabla muestra los riesgos asociados a las actividades en esta etapa. A continuación, en la Tabla 84, se resume esa información. La nomenclatura usada para el nivel de riesgo es: Ninguno (1), bajo (2), medio (3), alto (4), muy alto (5).

Tabla 84. Matriz de riesgos para la ejecución de las actividades durante la evaluación
Fuente: Elaboración propia

Riesgo/Actividad	A8	A9	A10	promedio
Bajo acceso a la información	4	5	5	4,7
Baja apropiación de cultura energética del usuario	1	1	5	2,3
Especulación de precios en las tecnologías	1	1	1	1
Bajo conocimiento específico de la tecnología	2	5	5	4
Desconocimiento de los procesos productivos que pueden participar en los programas RD, generando baja participación de empresas y entidades (consumidores)	4	1	1	2,3
Retrasos en la entrega y problemas en el canje de los incentivos	5	5	1	3,7
Incumplimiento de compromisos del usuario durante la implementación de programa RD	5	5	5	5
Bajo poder de convocatoria de nuevos usuarios (inexistencia de nuevos usuarios)	5	5	1	3,7
Pocas empresas oferentes de programas RD	1	1	1	1
Inexistencia de mecanismos regulatorios para aplicar programas RD	2	2	1	1,7
Limitación o ausencia de recursos tecnológicos (medidores inteligentes, acceso a Tic's) para la implementación de los programas RD	2	2	1	1,7

De acuerdo con esta tabla el mayor riesgo está al asociado al bajo acceso a la información, seguido de retrasos y dificultades en el canje de los incentivos y el bajo poder de convocatoria de nuevos usuarios.

a. Determinación de los cambios de consumos

Esta subsección incluye la determinación de la modificación de los consumos de los usuarios participantes en el piloto. Con los datos de medición de consumo de energía eléctrica para cada uno de los usuarios participantes, durante la etapa de ejecución, y la curva de LBC respectiva del usuario previamente definida para la puesta en marcha del piloto, se determina la diferencia. Este dato proporciona la información respecto del cambio en el consumo del usuario. Una diferencia positiva entre la LBC y el consumo durante la ejecución muestra una reducción en el consumo y por tanto el éxito del programa. Así mismo, se determinan los cambios en los consumos en las franjas picos para evaluar los desplazamientos de energía y la contribución del programa en el aplanamiento de la curva de consumo del usuario y del sistema.

b. Evaluación de incentivos y comportamiento de los usuarios

En esta etapa, se debe evaluar el desempeño de la aplicación de los incentivos y la respuesta de los usuarios durante la ejecución del piloto. Tal evaluación se debe realizar a partir del análisis de la información recolectada durante la fase de ejecución, lo que incluye datos de consumo de energía de cada usuario participante.

Con los datos de cambio en los consumos y la aplicación de los valores definidos de incentivos se valora por cada usuario y por el programa, la efectividad del piloto, cuantos puntos por incentivos debido a reducción y desplazamiento fueron entregados, cuantos de los incentivos fueron redimidos de forma efectiva por los usuarios. También se evalúa el comportamiento de los usuarios en cuanto a su permanencia durante, su grado de compromiso representado en reducciones y desplazamiento de consumos efectivos durante todo el periodo de piloto. Se sugiere la aplicación de una encuesta de satisfacción para conocer algunos elementos: i) la opinión de los usuarios respecto a su experiencia en el proceso, ii) satisfacción por los servicios recibidos de la empresa RD, iii) dificultades encontradas, iv) conveniencia en el sistema de incentivos y mecanismos de recepción y canje, etc.

Durante esta etapa los usuarios deberán recibir notificación que indica la finalización del programa y la de liquidación del programa de RD, a continuación, en la Tabla 85 se presentan las notificaciones que recibirán los usuarios.

Tabla 85. Notificaciones para los programas RD durante la evaluación
Fuente: Elaboración propia

Notificaciones	Tarifa Intradía	Gestión de carga	Demanda en el mercado
Notificación de liquidación	x	x	x

c. Indicadores de desempeño

Con el fin de medir el desempeño del piloto RD, en la etapa final de evaluación de mismo, se deberán aplicar algunos indicadores, los cuales se listan en la Tabla 86.

Tabla 86. Indicadores del piloto RD en la evaluación
Fuente: Elaboración propia

Indicador	Fórmula
Número de clientes que recomendarían RD	$NR = \sum \text{Clientes que recomendarían programa RD}$
Tiempo medio de atención de PQRS	$tPQRS = \frac{\sum \text{Tiempos de atención}}{\text{total d PQRS}}$
% de clientes que participaron en RD	$CRD = \frac{\text{Clientes que participaron RD}}{\text{Total clientes RD}} \times 100\%$
% de clientes que participaron por tipo de incentivo	$CTI = \frac{\text{Clientes por incentivo}}{\text{Total clientes RD}} \times 100\%$
% de clientes que se retiraron	$CRD = \frac{\text{Clientes que se retiraron}}{\text{Total clientes RD}} \times 100\%$
% de satisfacción del programa RD	$SRD = \frac{\sum \text{Calificación de los usuarios}}{\text{Total usuarios encuestados}} \times 100\%$
% de avance del cronograma del piloto	$AC = \frac{\text{Avance cronograma} - \text{días transcurridos}}{\text{Total de días}} \times 100\%$
% de variación del presupuesto del piloto	$CP = \frac{\text{Costo planeado} - \text{costo incurrido}}{\text{Costo Total}} \times 100\%$
% de beneficio económico del programa RD	$BE = \frac{(\text{ventas de energía}_{RD} - \text{venta de energía}_{Sin RD})}{\text{Venta de energía total}} \times 100\%$
Número de reclamaciones de calidad	$\%CRC = \frac{\text{Numero de reclamaciones}}{\text{numero de usuarios piloto RD}} \times 100\%$
kWh o % de energía ahorrada total	$EA = \frac{\text{Consumo}_{Sin evento RD} - \text{Consumo}_{evento RD}}{\text{Consumo}_{Sin evento RD}} \times 100\%$

Indicador	Fórmula
Valor en \$de energía ahorrado total	$\$EA = (\text{Consumo}_{\text{sin evento RD}} - \text{Consumo}_{\text{evento RD}}) \times \kWh
kW o % de reducción del pico de potencia total	$RPP = \frac{\text{Demanda}_{\text{sin evento RD}} - \text{Demanda}_{\text{con evento RD}}}{\text{Demanda}_{\text{sin evento RD}}} \times 100\%$
kW o % de energía desplazada total	$EDT = \text{Consumo base en las horas no pico}_{\text{sin evento RD}} - \text{consumo base en las horas no pico}_{\text{con evento RD}}$
Lts o gl o % de ahorro de combustible total	$AC = \frac{\text{Combustible}_{\text{sin evento RD}} - \text{Combustible}_{\text{con evento RD}}}{\text{Combustible}_{\text{sin evento RD}}} \times 100\%$
tCO2 o % de reducción de las emisiones GEI total	$RGEI = \frac{\text{Reducciones}_{\text{sin evento RD}} - \text{Reducciones}_{\text{con evento RD}}}{\text{Reducciones}_{\text{sin evento RD}}} \times 100\%$
Número de jornadas de socialización de resultados	$NJS = \sum \text{Jornadas de socialización}$
Total \$de puntos acumulados	$TPA = \sum \text{valor \$puntos acumulados}$
Total \$de puntos redimidos	$TPR = \sum \text{valor \$puntos redimidos}$

Estos indicadores permiten responder a variadas preguntas para determinar qué tan efectivo y exitoso fue el piloto. Por ejemplo, del total de usuarios vinculados previamente y el total que terminan el piloto, da idea del nivel de compromiso de los usuarios participantes y/o del acompañamiento y calidad del servicio ofrecido por la empresa oferente del programa RD, la cantidad de energía reducida muestra la efectividad del programa aplicado así como de su contribución positiva a la mitigación de GEI, el nivel de redención de los beneficios del programa también muestran el compromiso del usuario y su actividad dentro del piloto.

3.2. Caso de estudio SIN

A continuación, se aplica la metodología de análisis para la ubicación de un piloto RD en el SIN. Posteriormente se desarrollan y se especifican los atributos del programa RD para zonas asociadas al SIN, se realiza la valoración del piloto y se detalla el plan de actividades.

3.2.1. Levantamiento de información

El SIN está compuesto por las empresas dedicadas a la generación, transmisión y distribución de energía en Colombia, las plantas de generación y 27.070 km de líneas de transmisión²²; también se incluyen 11.181.754 usuarios conectados a diciembre de 2019²³. Cada empresa que va a ofertar el piloto RD puede determinar la ubicación del piloto RD analizando la información de interés, que proviene de diversas fuentes como UPME, XM, SIEL y otras páginas de internet como Datos Abiertos Colombia, entre otras. En el siguiente ítem se plantea un caso de análisis de dicha información.

a. Índice de cobertura de energía eléctrica (ICEE)

Según datos la UPME al año 2018, de los 33 departamentos colombianos sólo 28 tienen usuarios conectados al SIN. Los departamentos de Amazonas, Guainía, La Guajira, Vaupés y Vichada no reportan ningún usuario en el SIN, por esta razón se excluyen de este análisis. La métrica de exclusión se define mediante un análisis estadístico utilizando el histograma que se muestra en la Figura 35.

²² <http://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/transmission.aspx?q=lineas>

²³ ICEE 2019, disponible en:

<http://www.siel.gov.co/Inicio/CoberturaDelSistemaInterconectadoNacional/ConsultasEstadisticas/tabid/81/Default.aspx>

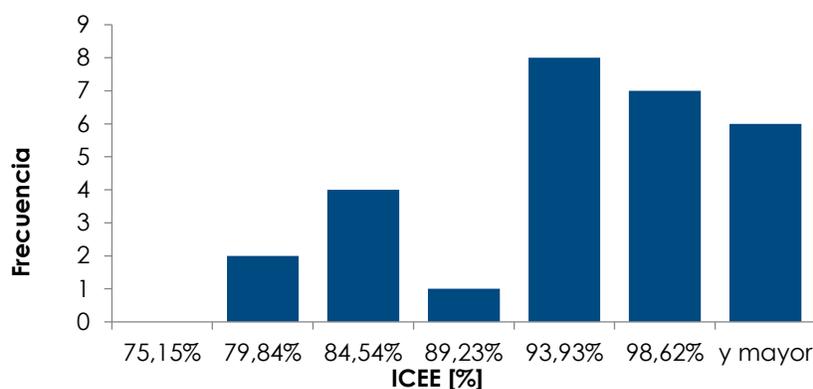


Figura 35: Histograma criterio de exclusión ICEE
Fuente: Elaboración propia

La distribución de frecuencias evidencia que la cobertura del servicio de energía eléctrica en los departamentos vinculados al SIN es muy alta; se selecciona el percentil 90 como límite de exclusión. Así, sólo se elige el 10% más alto. Los departamentos que cumplen con este criterio se muestran en la Tabla 87.

Tabla 87. Departamentos clasificados por ICEE
Fuente: Elaboración propia

Departamento	ICEE total
Arauca	92,10%
Cauca	92,27%
Meta	92,69%
Nariño	92,98%
Casanare	94,12%
Magdalena	94,12%
Cesar	94,38%
Bolívar	94,93%
Norte de Santander	96,15%
córdoba	96,37%
Huila	96,59%
Sucre	96,80%
Tolima	97,30%
Valle del Cauca	97,82%
Boyacá	97,83%
Santander	98,44%
Antioquia	98,94%
Atlántico	98,99%
Cundinamarca	99,25%
Caldas	99,89%
Quindío	99,91%
Risaralda	99,96%
Bogotá D.C.	99,99%

Para analizar la cobertura de servicios públicos se analizó la información del Censo DANE 2018²⁴. Allí se registra la información de la cantidad total de viviendas habitadas para cada departamento y el número de viviendas que tienen disponibilidad de cada uno de los servicios públicos (energía eléctrica, acueducto, alcantarillado, gas natural, recolección de basuras e internet).

²⁴ http://systema59.dane.gov.co/redcol/CNPV2018/VIVIENDAS_Cuadros%20CNPV_2018.htm

A continuación, se determinan mediante análisis estadísticos las métricas de exclusión correspondiente a cada uno de estos servicios.

b. Disponibilidad de servicios públicos: Energía eléctrica

Con la información del Censo 2018, se calculó el porcentaje de disponibilidad del servicio de energía eléctrica para las viviendas de cada departamento, el histograma correspondiente se muestra en la Figura 36:

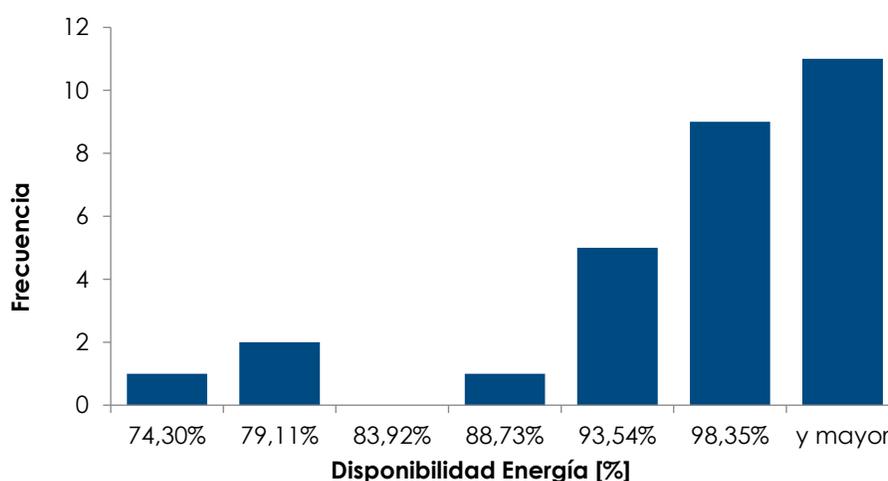


Figura 36: Histograma criterio de exclusión disponibilidad de energía
Fuente: Elaboración propia

El histograma indica que, de forma coincidente con el ítem anterior, la disponibilidad de energía es muy alta, por esta razón se determina el valor del percentil de exclusión en 93%. De esta forma se eligen sólo el 7% de los departamentos (19 en total), que se muestran en la Tabla 88:

Tabla 88. Departamentos clasificados por Porcentaje de Disponibilidad de Energía
Fuente: Elaboración propia

Departamento	Disponibilidad de energía (%)
Bogotá, D.C.	99,75%
Risaralda	99,35%
Quindío	99,08%
Santander	99,08%
Atlántico	98,92%
Antioquia	98,80%
Valle del Cauca	98,77%
Caldas	98,72%
Cundinamarca	98,44%
Tolima	97,81%
_Boyacá	97,13%
Sucre	96,62%
Córdoba	96,11%
Norte de Santander	95,69%
Huila	95,60%
Bolívar	94,71%
Cesar	94,41%
Magdalena	93,97%
Casanare	93,48%

c. Disponibilidad de servicios públicos: Acueducto

Con la información del Censo 2018, se calculó el porcentaje de disponibilidad del servicio de acueducto para las viviendas de cada departamento, el histograma correspondiente se muestra en la Figura 37:

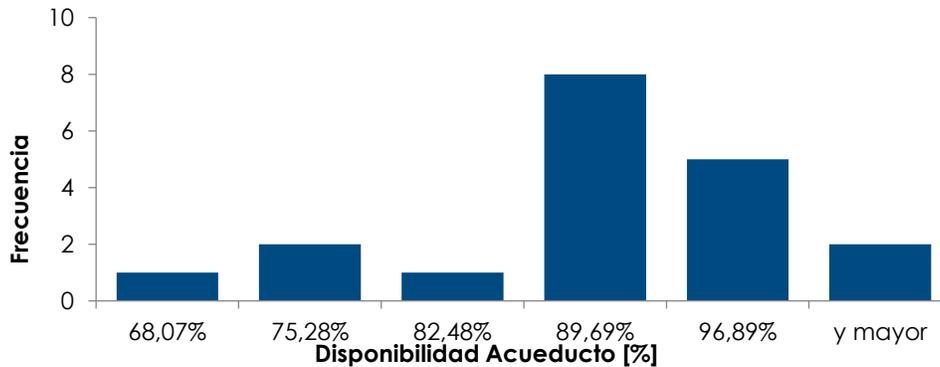


Figura 37: Histograma criterio de exclusión disponibilidad de acueducto
Fuente: Elaboración propia

Para este caso se observa que la disponibilidad de acueducto es buena y se elige 80% como percentil de exclusión; de esta forma la lista se reduce a los 15 departamentos que se relacionan en la Tabla 89:

Tabla 89. Departamentos clasificados por Porcentaje de Disponibilidad de Acueducto
Fuente: Elaboración propia

Departamento	Disponibilidad de energía (%)
Bogotá, D.C.	99,48%
Quindío	97,16%
Atlántico	96,41%
Valle del Cauca	95,35%
Risaralda	93,94%
Antioquia	90,06%
Cundinamarca	89,69%
Caldas	88,75%
Boyacá	85,52%
Sucre	85,19%
Huila	85,13%
Tolima	84,88%
Santander	84,86%
Cesar	84,55%
Norte de Santander	83,24%

d. Disponibilidad de servicios públicos: Alcantarillado

De acuerdo a la información disponible la disponibilidad de alcantarillado en los departamentos clasificados de la lista tiene el comportamiento mostrado en la Figura 38:

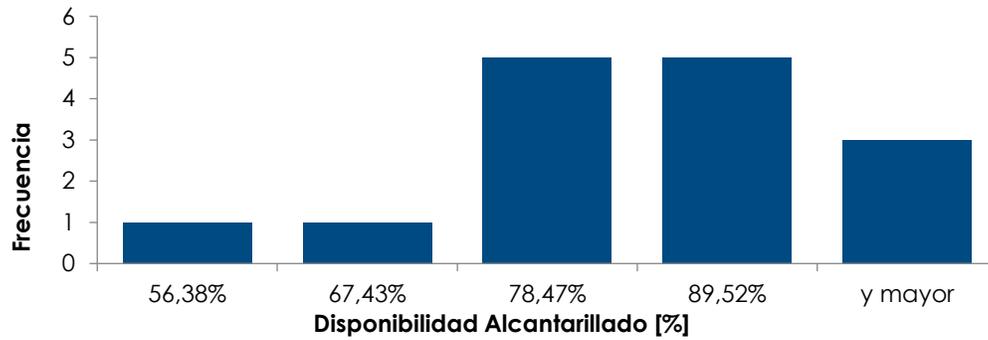


Figura 38: Histograma criterio de exclusión disponibilidad de alcantarillado
Fuente: Elaboración propia

La distribución de frecuencias evidencia que la cobertura del servicio de alcantarillado en los departamentos elegidos es media-alta; se selecciona el percentil 70 como límite de exclusión. Así, sólo se elige el 30% más alto. Los 12 departamentos que cumplen con este criterio se muestran en la Tabla 90.

Tabla 90. Departamentos clasificados por Porcentaje de Disponibilidad de Alcantarillado
Fuente: Elaboración propia

Departamento	Disponibilidad de energía (%)
Bogotá, D.C.	99,16%
Quindío	91,05%
Valle del Cauca	90,91%
Risaralda	87,98%
Atlántico	85,46%
Antioquia	82,62%
Caldas	81,24%
Norte de Santander	79,28%
Cundinamarca	76,80%
Santander	75,79%
Tolima	74,01%
Cesar	73,88%

e. Disponibilidad de servicios públicos: Gas natural

Con la información del Censo 2018, se calculó el porcentaje de disponibilidad del servicio de gas natural para las viviendas de los departamentos de la tabla anterior, el histograma correspondiente se muestra en la Figura 39:

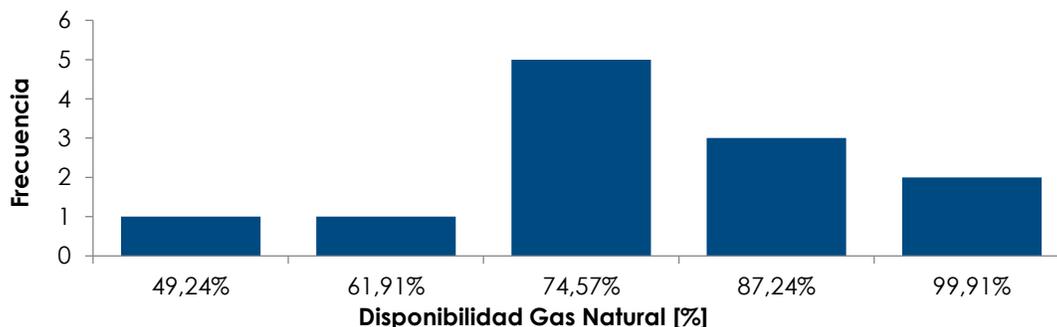


Figura 39: Histograma criterio de exclusión disponibilidad de Gas Natural
Fuente: Elaboración propia

La distribución de frecuencias muestra que la disponibilidad de gas natural en los departamentos clasificados es media; se selecciona el percentil 70 como límite de exclusión. Así, sólo se elige el 30% más alto. Los departamentos que cumplen con este criterio se muestran en la Tabla 91.

Tabla 91. Departamentos clasificados por Porcentaje de Disponibilidad de Gas natural
Fuente: Elaboración propia

Departamento	Disponibilidad de energía (%)
Bogotá, D.C.	93,12%
Atlántico	89,45%
Valle del Cauca	81,50%
Quindío	80,51%
Risaralda	75,75%
Cundinamarca	70,41%

f. Disponibilidad de servicios públicos: Internet

Para los departamentos anteriores se analiza la disponibilidad de internet, la Figura 40 muestra la información encontrada:

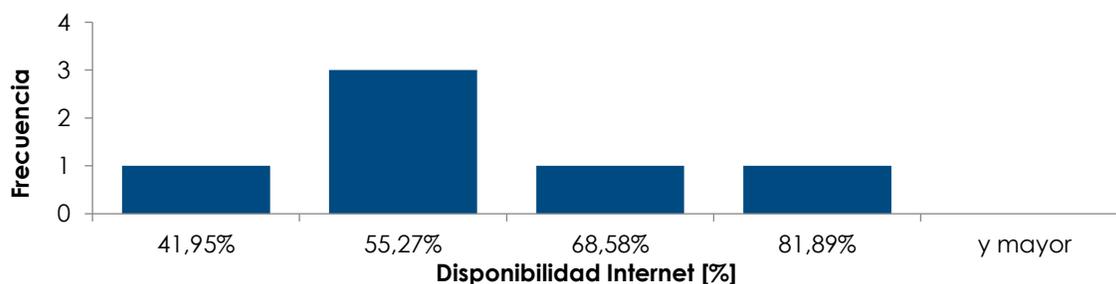


Figura 40: Histograma criterio de exclusión disponibilidad de Internet
Fuente: Elaboración propia

Dado que la disponibilidad de internet es baja, se sugiere no descartar ningún departamento, sin embargo, se debe asegurar que el piloto RD se realice en una zona con servicio de internet ya que esto permitirá optimizar los resultados obtenidos. Los departamentos incluidos en la Tabla 92 se muestran los departamentos que tienen el mayor potencial para la ubicación del piloto.

Tabla 92. Departamentos clasificados por Porcentaje de Disponibilidad de Internet
Fuente: Elaboración propia

Departamento	Disponibilidad de internet (%)
Bogotá, D.C.	74,56%
Valle del Cauca	55,54%
Risaralda	52,12%
Quindío	45,54%
Cundinamarca	41,95%

g. Estrato socioeconómico

Se espera realizar pilotos RD en grandes centros urbanos y focalizarse en los estratos más altos, ya que se espera una mejor respuesta de este tipo de usuarios. La estratificación para los departamentos seleccionados, de acuerdo al Censo DANE 2018, según el número total de personas, se muestra en la Tabla 93. Se seleccionaron los municipios con mayor número de habitantes en cada departamento. La última columna muestra el porcentaje total de habitantes de estratos 3 y superior, que se consideran los de mayor potencial para responder ante el piloto RD. También se incluyeron algunos municipios con mayor componente rural (marcados con asterisco) para contrastar algunos valores.

Tabla 93. Estratificación de habitantes para Departamentos y municipios clasificados
Fuente: Elaboración propia

Departamento	Municipio	Total habitantes	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	% potencial habitantes
Bogotá, D.C.		7.149.540	2.411.701	672.543	211.459	149.073	48,18%
Valle del Cauca	Total	3.762.229	868.663	223.381	144.163	44.739	34,05%
	Cali	1.811.385	564.601	167.965	118.826	42.754	49,36%
	Palmira	299.173	71.190	17.049	2.511	77	30,36%
	Buenaventura	256.921	25.134	1.092	50	26	10,24%
	Tuluá	185.762	51.041	9.131	7.724	216	36,67%
Cundinamarca	Total	2.768.797	701.567	95.836	16.881	14.066	29,92%
	Soacha	644.468	280.413	329	252	233	43,64%
	Facatativá	134.881	28.603	13.747	63	70	31,50%
	Zipaquirá	128.968	29.227	7.749	46	20	28,72%
	Mosquera	128.880	54.729	7.354	119	30	48,29%
	Chía	128.753	29.894	13.896	5.714	5.615	42,81%
	Cogua*	20.801	1.421	6	8	8	6,94%
Fómeque*	10.749	959	9	0	0	9,01%	
	Guatavita*	6.145	1.085	3	3	3	17,85%
Risaralda	-	834.760	198.317	68.544	30.179	18.955	37,85%
Quindío	-	505.611	107.414	26.276	21.420	3.155	31,30%

El análisis de la información anterior muestra que la distribución de usuarios por estratos es particular en cada ciudad o departamento, por esta razón esta variable puede considerarse como un indicador del potencial de una ubicación determinada y analizar los demás factores para seleccionar la zona específica. Los pilotos RD deben realizarse en localidades en donde se concentren en mayor proporción los usuarios de estratos altos, de los que se esperan mejores respuestas. Sin embargo, pueden desarrollarse programas RD en áreas rurales si se cumplen con los demás requisitos establecidos.

La información anterior se complementa con el análisis del número estratificado de usuarios de energía que se encuentra disponible en las bases de datos del SIU (Sistema único de información de servicios públicos domiciliarios)²⁵. La recopilación de las opciones con mayor potencial se muestra en la Tabla 94:

²⁵

http://bi.superservicios.gov.co/o3web/browser/showView.jsp?viewDesktop=true&source=SUI_COMERCIAL_ENERGIA/VISTA_FACTURACION_ENERGIA%23_public

Tabla 94. Estratificación de usuarios para Departamentos y municipios clasificados
 Fuente: Elaboración propia

Depto.	Municipio	Total usuarios	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Total usuarios potenciales	% Usuarios potencial
Bogotá, D.C.		2.406.268	747.601	301.691	100.685	79.854	1.229.831	51,11%
Valle del Cauca	Cali	719.454	192.186	85.757	58.131	21.868	357.942	49,75%
	Palmira	89.950	26.809	7.843	1.400	0	36.052	40,08%
	Buenaventura	83.519	14.685	1.439	0	0	16.124	19,31%
	Tuluá	59.053	18.109	3782	95	0	21.986	37,23%
Cundinamarca	Soacha	230.382	109.848	4	1	0	109.853	47,68%
	Facatativá	42.349	8.288	6.161	5	1	14.455	34,13%
	Zipaquirá	44.324	11.627	4.304	12	1	15.944	35,97%
	Mosquera	47.620	18.957	6.761	1	7	25.726	54,02%
	Cogua*	2.689	375	0	0	0	375	13,95%

En las ciudades principales y secundarias los usuarios de energía pertenecen a diferentes estratos y el porcentaje de usuarios potenciales varía notablemente entre ellas. Es necesario considerar otras variables para analizar este criterio, como la ubicación específica de los usuarios potenciales.

h. Densidad poblacional

Para el análisis de este criterio se utiliza la información disponible del censo DANE 2018 para obtener el número de habitantes en cada municipio de interés y el área de los municipios proviene de la Sociedad Geográfica de Colombia²⁶, tal como se muestra en la Tabla 95.

 Tabla 95. Densidad poblacional y de usuarios de energía para municipios clasificados
 Fuente: Elaboración propia

Departamento	Municipio	Área (km ²)	Total habitantes	Densidad poblacional (hab./ km ²)	Usuarios potenciales	Densidad potencial (usuarios/ km ²)
Bogotá, D.C.		1775	7.149.540	4027,91	1.229.831	692,86
Valle del Cauca	Cali	619	1.811.385	2926,31	357.942	578,26
	Palmira	1123	299.173	266,41	36.052	32,10
	Buenaventura	6028	256.921	42,62	16.124	2,67
	Tuluá	911	185.762	203,91	21.986	24,13
Cundinamarca	Soacha	184	644.468	3502,54	109.853	597,03
	Facatativá	158	134.881	853,68	14.455	91,49
	Zipaquirá	197	128.968	654,66	15.944	80,93
	Mosquera	107	128.880	1204,49	25.726	240,43
	Cogua*	136	20.801	152,95	375	2,76

La densidad poblacional está dada para el número total de habitantes de la zona y no sólo para los habitantes potenciales; por otro lado, al tomar sólo la cantidad de usuarios potenciales se está considerando el área total de la ciudad. Entonces, ninguno de estos criterios puede tomarse de forma aislada para evaluar el potencial de una ubicación para realizar pilotos RD, adicionalmente debe considerarse que en el caso de zonas SIN el indicador de densidad demográfica pierde peso.

²⁶ <https://www.sogeocol.edu.co/dptosyciud.htm>

i. Medición Avanzada

Este es un criterio puede considerarse como una condición necesaria para la implementación del programa RD, la zona asociada al SIN escogida para la realización del piloto debe contar con medición avanzada. A continuación, en la Tabla 96, se resume la información disponible de proyectos de medición inteligente realizados por las empresas comercializadoras al año 2019²⁷.

Tabla 96. Número de medidores inteligentes instalados
Fuente: Elaboración propia

Empresa	Medidores avanzados
Electricaribe	≈ 3.000
EPM	≈ 9.000
ENEL	≈ 90.000
CELSIA	≈ 190.000
EMCALI	≈ 46.000
CEO	≈ 27.000

Con esta información y los detalles correspondientes suministrados por las empresas se validan las localidades de la Tabla 97, de esta forma se reducen las posibles ubicaciones para el piloto RD:

Tabla 97. Posibles ubicaciones para pilotos RD
Fuente: Elaboración propia

Ciudad o municipio
Bogotá, D.C.
Palmira
Zipaquirá
Cogua*

j. Experiencias programas sociales

Este criterio se incluye para seleccionar regiones en donde las comunidades tengan un recorrido previo frente a la aceptación de iniciativas que propendan por beneficios socioeconómicos o ambientales. En el caso de estas ubicaciones que están vinculadas al SIN y en ciudades principales existen varios programas sociales y ambientales para cada una de las ubicaciones presentadas previamente; la Tabla 98 se resume la existencia de esas experiencias.

Tabla 98. Proyectos socioambientales en las Posibles ubicaciones para pilotos RD- SIN
Fuente: Elaboración propia

Ciudad o municipio	Ambientales	Sociales
Bogotá, D.C.	SI	SI
Palmira	SI	SI
Zipaquirá	SI	SI
Cogua*	SI	SI

Para el caso de **Bogotá** la información disponible se toma de la página de la Alcaldía²⁸, en donde se registran proyectos como: Parque lineal de río Fucha, Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental por la gobernanza del agua (PROCEDAS), programa para la restauración de los servicios ecosistémicos de la región central. También se destaca el Plan de Desarrollo Distrital 2020-2024, que tiene cinco propósitos, 30 logros de ciudad, 70 programas generales y 17 programas estratégicos diseñados con una visión local, regional, nacional y global, y le apuesta a sentar las bases para la integración de Bogotá

²⁷ Fuente: Colombia Inteligente 2020

²⁸ <https://bogota.gov.co/tag/proyectos-ambientales>

Fomento de programas RD

con los municipios y departamentos vecinos, con la Nación y con actores públicos y privados, y a acelerar el cumplimiento de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)²⁹.

En Bogotá también se llevan a cabo varios proyectos de carácter social, liderados por la Secretaría de Integración social³⁰.

En el caso de **Palmira** cuenta con varios programas de educación ambiental³¹, como “mi entorno y yo” en el que la comunidad participa activamente de la limpieza de sitios críticos de la ciudad, campañas para promover proyectos ambientales escolares, implementación de estrategias de producción más limpia de porcinos³², entre otros. También desarrolla proyectos sociales como “jóvenes en acción” y el PEIS - Plan de Inclusión Social.

Zipaquirá cuenta con el Proyecto Cultura Ambiental, liderado por la CAR y que tiene como fin generar hábitos responsables, prevención en gestión del riesgo, norma sancionatoria ambiental, utilización de herramientas metodológicas, estrategias pedagógicas y formación de talentos³³, el proyecto RedES-CAR que tiene como objetivo mejorar el desempeño económico y ambiental de las empresas participantes³⁴. También está ejecutando varios proyectos sociales, como “Desarrollo de iniciativas que permitan vincular procesos de innovación, ciencia y tecnología a fin de mejorar las condiciones productivas, sociales y económicas del área rural del municipio Zipaquirá”³⁵

Cogua se ha destacado como ejemplo del modelo regional de incentivos a la conservación ambiental³⁶ y por las acciones de fundaciones como Cogua Verde en defensa del agua y del territorio³⁷. También se han desarrollado proyectos sociales como “Innovación social para el desarrollo humano -Cogua Incluyente”, para el desarrollo de las habilidades y competencias de las personas con discapacidad.

k. Experiencias programas tecnológicos

El desarrollo de programas con énfasis tecnológico aumenta el potencial de una localidad para el desarrollo de programas RD. En este criterio se incluyen proyectos de generación distribuida, cobertura de internet, Infraestructura para recarga de Vehículos eléctricos, de Gestión Eficiente de la Energía (GEE). La información para analizar este criterio proviene de las páginas de las alcaldías correspondientes, MinTIC para los puntos Vive Digital³⁸, SIEL³⁹ para los generadores distribuidos, Datos abiertos Colombia, Electromaps para las estaciones de recarga de EVs⁴⁰, Plan indicativo de eficiencia energética 2017-2022⁴¹ para incentivos tributarios por ejecución de proyectos de eficiencia energética y páginas de empresas privadas. La Tabla 99 resume el desarrollo de proyectos tecnológicos en cada una de las ubicaciones.

²⁹ <http://www.sdp.gov.co/noticias/alcaldesa-claudia-lopez-propuso-nuevo-contrato-social-y-ambiental-la-bogota-del-siglo-xxi>

³⁰ <https://www.integracionsocial.gov.co/index.php/noticias/35-entidad/proyectos>

³¹ <http://www.sdp.gov.co/noticias/alcaldesa-claudia-lopez-propuso-nuevo-contrato-social-y-ambiental-la-bogota-del-siglo-xxi>

³² https://www.cvc.gov.co/resultado_barrancas

³³ <https://periodismopublico.com/zipaquirá-implementa-proyecto-de-cultura-ambiental>

³⁴ <http://www.uniminuto.edu/web/cundinamarca/-/uniminuto-zipaquirá-sigue-liderando-proyectos-de-impacto-ambiental>

³⁵ <http://www.zipaquirá-cundinamarca.gov.co/proyectos-en-ejecucion/proyectos-enejecucion-2020>

³⁶ <http://www.cundinamarca.gov.co/Home/prensa2018/asnoticias/prensa/cogua+ejemplo+de+modelo+regional>

³⁷ https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/5834/TEGS_MontoyaOrtizIvonneMarcela_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

³⁸ <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-propertyvalue-36366.html>

³⁹ www.siel.gov.co/Proyectos_Semana_39_2019

⁴⁰ <https://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/colombia>

⁴¹ http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf

Tabla 99. Proyectos tecnológicos en las Posibles ubicaciones para pilotos RD- SIN
 Fuente: Elaboración propia

Ciudad o municipio	Generación distribuida	Internet	Vehículos eléctricos	Gestión eficiente de la energía
Bogotá, D.C.	SI	SI	SI	SI
Palmira	SI	SI	NO	SI
Zipaquirá	SI	SI	NO	SI
Cogua*	SI	SI	NO	SI

Para el caso de **Bogotá** se tienen más de 60 instalaciones fotovoltaicas registradas en el SIEL, ubicadas en industrias, centros comerciales, basurero Doña Juana, escuelas, universidades, hoteles, centros médicos, entre otros. Adicionalmente tiene generación mediante biomasa y fuente eólica. En cuanto a estaciones de recarga de EV, Bogotá tiene 57 estaciones ubicadas en centros comerciales, universidades, empresas privadas, las oficinas del Ministerio de Minas y Energía, entre otros. Adicionalmente deben incluirse los cargadores propios instalados en la vivienda de los propietarios de EVs particulares.

Palmira cuenta con granjas y pisos solares de empresas como Empresa Zona 2 (820 módulos fotovoltaicos, con una capacidad instalada de generación de 902,4 kWp)⁴² y GreenYellow (potencia instalada de 1MWp, la cual es capaz de generar 1275MWh/año)⁴³, entre otras iniciativas. También cuenta con generación Biomasa de propiedad de Manuelita S.A. Múltiples industrias privadas cuentan con programas de eficiencia energética, algunas acompañadas por universidades y empresas comercializadoras. También se destacan iniciativas en edificaciones sostenibles.

Zipaquirá es un municipio que se proyecta como productor de energías limpias y ya cuenta con instalaciones como un sistema de paneles solares al interior de la Casa de Gobierno y seis unidades distribuidas en diferentes escenarios deportivos⁴⁴, también soluciones solares agropecuarias. También cuenta con un sistema de alumbrado público basado en eficiencia energética⁴⁵, un programa de uso eficiente de la energía enmarcado dentro del Plan institucional de gestión ambiental de la alcaldía⁴⁶ e iniciativas particulares al interior de diferentes industrias en la zona.

Cogua cuenta con sistemas fotovoltaicos como los de 3 estaciones Terpel. También con programas de eficiencia energética en ladrilleras artesanales⁴⁷, programa de Uso de energías alternativas para iluminación de equipamientos públicos, determinado por el Concejo Municipal de Cogua⁴⁸. Todas las ubicaciones mencionadas anteriormente tienen disponibilidad de Internet y puntos Vive Digital.

I. Potencial sostenibilidad

Con la evaluación de este criterio se incluye la reducción de generación y consecuentemente de GEI asociados al piloto RD. Para el caso de las ubicaciones asociadas al SIN, la estimación de GEI por consumo de energía eléctrica se hace de acuerdo a lo establecido por la UPME, el MME y XM⁴⁹ que establecieron el factor de emisión de CO₂ por generación eléctrica del Sistema Interconectado en 164.38 gr de CO₂ /kWh. Este valor se puede aplicar todas las ubicaciones en estudio: Bogotá, Zipaquirá, Cogua y Palmira.

⁴² <https://www.EmpresaZona2.com/es/Inicio/palmira-104>

⁴³ <https://www.dinero.com/empresas/articulo/green-yellow-y-su-granja-solar-en-palmira-valle-del-cauca/253167>

⁴⁴ <http://www.extrategiamedios.com/noticias/medio-ambiente/5634-zipaquirá-municipio-que-se-proyecta-como-productor-de-energías-alternativas>

⁴⁵ <https://www.corpoema.net/web/proyectos/>

⁴⁶ https://zipaquiracundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/zipaquiracundinamarca/content/files/000523/26110_informe-piga-2019.pdf

⁴⁷ <http://www.redladrilleras.net/assets/files/19bd4bf41c2e211a83cb42c2cfaf4b69.pdf>

⁴⁸ <http://sabanacentrocomovamos.org/home/wp-content/uploads/2016/11/Cogua.pdf>

⁴⁹ <https://www.xm.com.co/Paginas/detalle-noticias.aspx?identificador=2383>

m. Potencial cultura energética

Este criterio analiza el perfil de consumo de cada región para establecer una posible variación obtenida debido a la ejecución del piloto RD, a partir de esta información se puede determinar el potencial de cada localidad para implementar programas RD. La información analizada se obtiene del informe (UPME-UNAL, 2017), en donde se presentan caracterizaciones de la demanda de usuarios finales de energía que cuentan con medición avanzada por parte de diferentes empresas comercializadoras.

Para las ubicaciones de Bogotá, Zipaquirá y Cogua se usarán los perfiles obtenidos para los medidores de la zona 1, Cluster 0 (Figura 41) que están ubicados en su mayoría en estratos 3 y superior y está compuesto casi exclusivamente por usuarios residenciales.

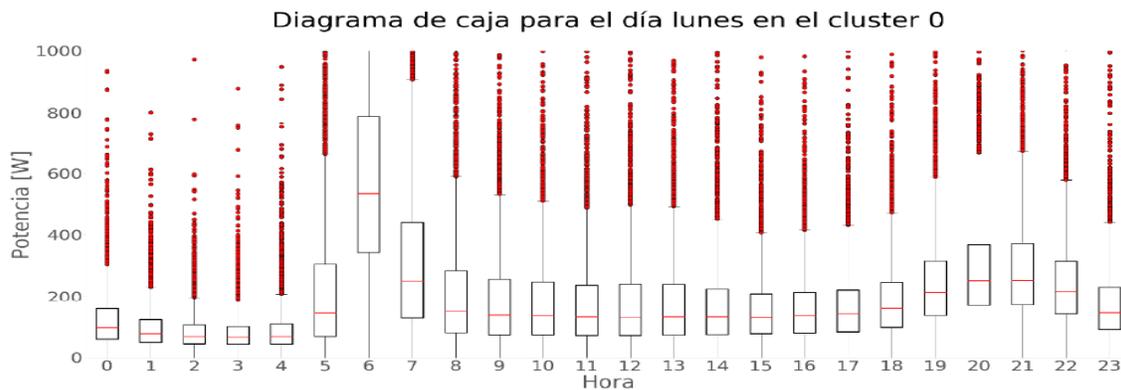


Figura 41: Diagrama de caja para el clúster 0 - Fuente: informe (UPME-UNAL, 2017)

A partir de esa información gráfica disponible, se elaboró el perfil de carga correspondiente que se muestra en la Figura 42.

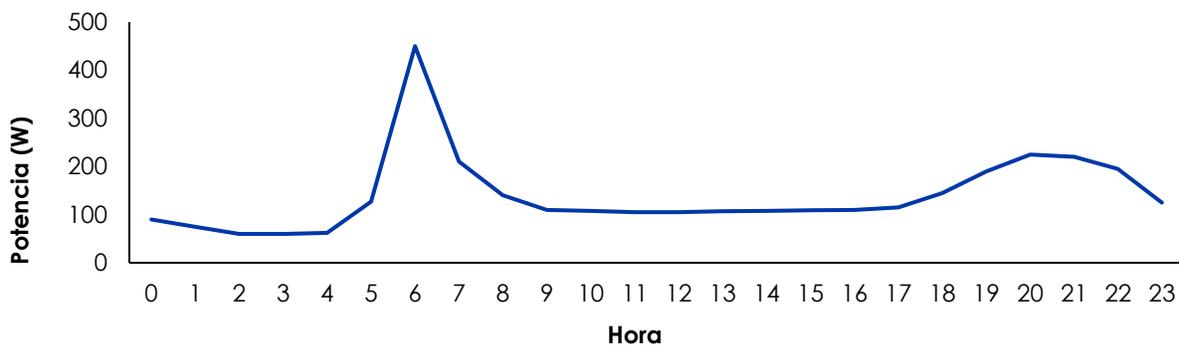


Figura 42 Perfil de carga para el cluster 0 – Usuarios residenciales Empresa Zona 1 Fuente: Elaboración propia

Para la ubicación de Palmira se usarán los perfiles obtenidos para los medidores de la zona 2, Cluster 1 (Figura 43) que muestran un perfil comercial, con alto consumo entre las 5pm y las 6 am y con disminución de consumo los días domingos.

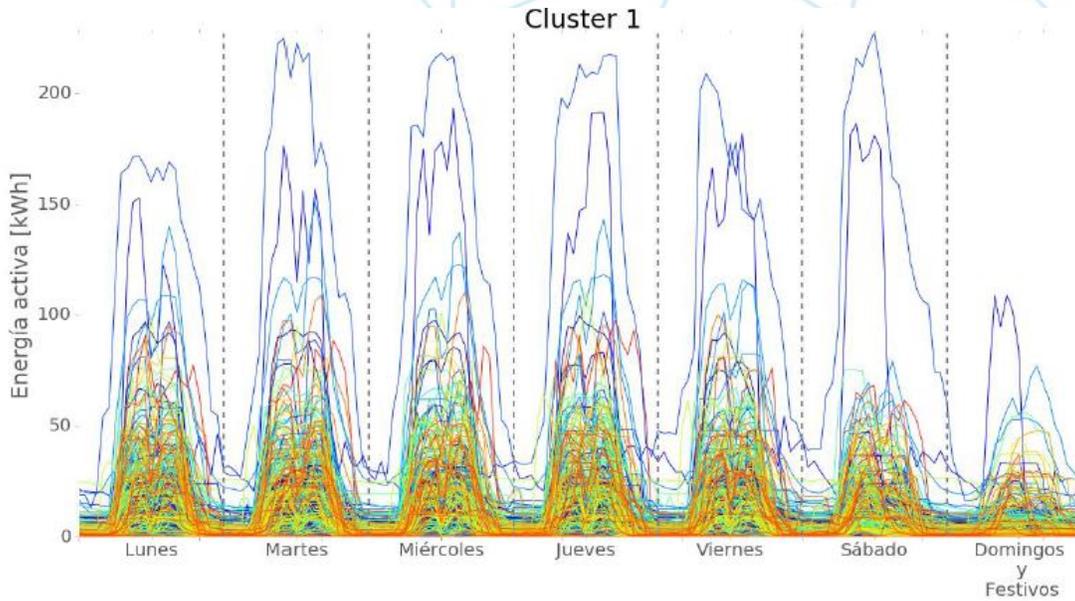


Figura 43: Curvas promedio para el cluster 1 Empresa Zona 2
Fuente: informe (UPME-UNAL, 2017)

A partir de esa información gráfica disponible, se elaboró el perfil de carga promedio para los días lunes a viernes que se muestra en la Figura 44.

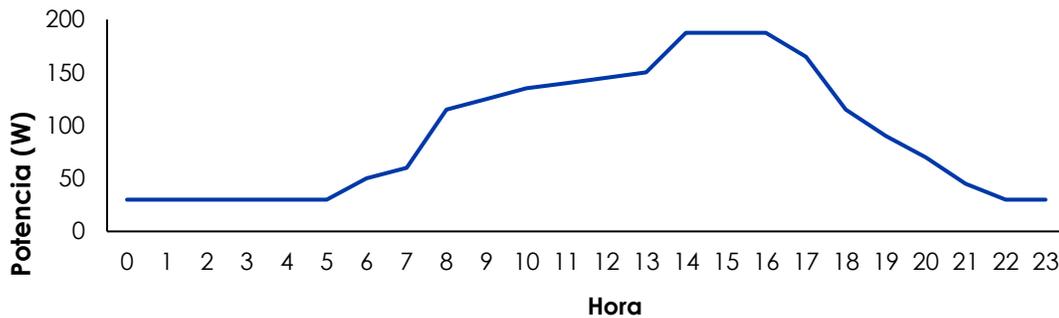


Figura 44: Perfil de carga para el clúster 1 – Usuarios comerciales Empresa Zona 2
Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Ubicación

La aplicación de cada eslabón de la metodología de la sección anterior permitió establecer el conjunto particular de usuarios seleccionados para ejecución del piloto RD. Según esto, la ubicación del piloto del programa RD para el sistema interconectado nacional será en los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca los cuales son mostrados en la Figura 45.

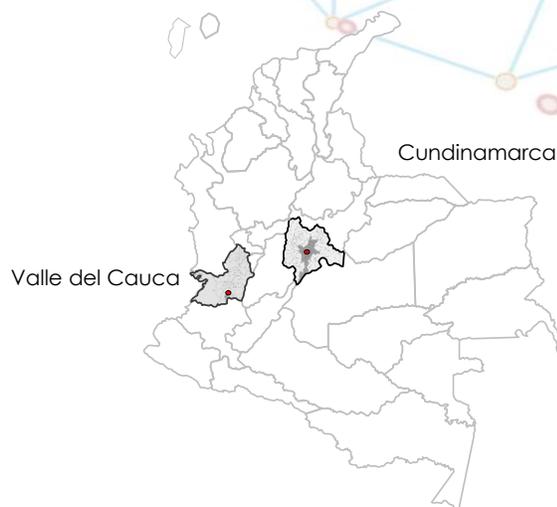


Figura 45: ubicación para pilotos RD
Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Programa RD

Una vez establecidas todas las características de las zonas en donde se desarrollarán los pilotos de RD se pueden determinar los tipos de programas junto con sus correspondientes especificaciones. Los ítems siguientes detallan cada uno de los aspectos necesarios para completar el piloto.

a. Atributos, actores y roles

Para el caso de localidades vinculadas al SIN se determinó la ejecución de dos tipos de programas RD: Tarifas intradiarias y Gestión de carga. Cada uno de ellos se define a través de unos atributos particulares. Los atributos para cada programa se pueden ver en la Tabla 100. Información más detallada de cada programa puede consultarse en la Sección 1.1.2.

Tabla 100. Atributos Programas piloto SIN
Fuente: Elaboración propia

Atributo	Aplicación Programa Tarifa intradiaria	Aplicación Programa Gestión de carga
Objetivo del programa	<ul style="list-style-type: none"> Desplazar patrones de consumo a horas del día en las que resulta menos costosa la operación. Mitigar emisiones GEI. Suavizar el pico de la demanda/Gestionar restricciones de la red. 	<ul style="list-style-type: none"> Mitigar emisiones GEI. Suavizar el pico de la demanda/Gestionar restricciones de la red. Gestión de la congestión de la red.
Incentivos del programa	Tarifas diferenciadas para dos franjas de acuerdo con el perfil de consumo. Como sistema para emular los beneficios recibidos por el usuario se define un sistema de puntos así: <ul style="list-style-type: none"> 1 punto por cada kWh desplazado y/o reducido Cada punto tiene un valor de 10 pesos 	Los incentivos pueden ser varios: Descuentos en la factura, devolución del dinero, o bonos de mitigación de CO2, entre otros, o según sea el acuerdo en el contrato.
Diseño de tarifas	Tarifas pico y valle basada en el promedio de octubre 2020 (\$/kWh) ⁵⁰ , calculada teniendo en cuenta una relación de 2.5 veces la Tarifa pico respecto a la valle.	Esquema tarifario horario o franjas (se sugiere emulación de tarifas diferenciadas por sistema de puntos y beneficios para el usuario).
Mercado	El piloto va a tener los siguientes tipos de usuarios: Residenciales y Comerciales.	El piloto va a tener los siguientes tipos de usuarios: Residenciales y Comerciales.
Prerrequisitos participación	Medidor de energía que registre los consumos en el periodo que corresponda al diseño de las tarifas.	El usuario puede tener un medidor avanzado que permita la desconexión remota de las cargas o también puede tener un actuador que tenga la misma función.
Tiempo del programa (franja)	El tiempo no está asociado con alguna condición estacional o del año.	El evento puede abarcar todo el año, especialmente donde se presenten los mayores consumos de energía o emergencias en el sistema.
Restricciones de los eventos	Las restricciones las pone el usuario, según el nivel de comodidad en el hogar o actividad que esté dispuesto a modificar.	Los usuarios pueden participar todos los días del año y las restricciones de participación están asociadas a su decisión de disminución de nivel de confort o de flexibilidad de cargas,
Duración del evento	El usuario decide la duración del consumo. La duración está acotada al periodo de tiempo de cada franja (máximo dos franjas). En general, una franja para el pico de la demanda, y una franja para consumos bajos.	En general, el evento ocurre en los momentos donde se dé el mayor consumo de energía de acuerdo al perfil.

⁵⁰ <https://www.xm.com.co/Paginas/Mercado-de-energia/precio-promedio-y-energia-transada.aspx>

Atributo	Aplicación Programa Tarifa intradiaria	Aplicación Programa Gestión de carga
Notificación - Arquitectura	Notificación de reporte de los precios y franjas para el uso del programa (se recomienda proceso de inscripción y período de prueba). Programa de incentivos equivalente por emulación de tarifa diferenciada.	La notificación del evento se debe hacer antes de que este ocurra, generalmente con un día de anticipación las señales estarán dirigidas a dispositivos físicos (termostatos, AC, etc..)
Comportamiento esperado	Los usuarios al conocer las tarifas intradiarias y los incentivos de emulación correspondientes del programa trasladarán sus consumos a las horas que les brinde un mayor beneficio.	Los usuarios no están obligados a participar de los eventos, pero estos se verán interrumpidos si los usuarios deciden modificar las cargas desconectadas por sí mismos. Si hay un contrato de por medio se especificaría la cantidad de eventos en los que no participaría, por ende, el resto si serían de obligatoria participación (sujeto a penalizaciones).
Disponibilidad	No se requiere reportar disponibilidad.	Reporte de disponibilidad por el usuario (la disponibilidad se pacta entre el usuario y el responsable del programa -comercializador/agregador de demanda, así como las condiciones o actividades para mantener el buen estado de los equipos).
Recurso	Climatización, Cocción, ventilación, refrigeración, Iluminación, uso de electrodomésticos, Vehículos eléctricos, Almacenamiento.	Climatización, Enfriamiento, Iluminación, Vehículos eléctricos, Almacenamiento.
Periodo	2 periodos (pico y valle).	Según condiciones de operación del sistema o emisiones.
Activación del funcionamiento programa	Se activa con definición del método de entrega de beneficios por participación en el RD y la expedición de resolución por parte de la empresa de servicios públicos (Empresa Zona 1 – Empresa Zona 2).	La activación del programa es determinada por el tipo de servicio que este prestando el programa de respuesta de la demanda y el acuerdo bilateral construido para tal fin.
Línea base	No se requiere línea base para las franjas tarifarias y acceder a los beneficios.	Comportamiento esperado del consumo si no se materializa ningún evento de gestión de carga.
Monitoreo y verificación	Se requiere monitoreo y verificación para acceder a los incentivos.	Comparación con la línea base de consumo para acceder a los incentivos
Requerimiento tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor avanzado (registro de datos) y web (versión escritorio y móvil), cartelera informativas. • No es indispensable automatizar equipos para hacer el cambio de comportamiento del consumo (acciones manuales). 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor avanzado y sistema de información para acceder a los datos (precios y capacidades que permitan dar señales para ofertar y participar). • Dependiendo del tipo de usuario, se podría implementar control directo

Fomento de programas RD

Para la ejecución de cualquier tipo de programa RD se requiere una asignación de responsabilidades para que los actores implicados conozcan el rol que deben cumplir. Los actores involucrados en los pilotos para zonas vinculadas al SIN se presentan en la Tabla 101.

Tabla 101. Actores para el piloto RD para SIN

Fuente: Elaboración propia

Rol	Responsabilidad
Usuario URD	Para el caso de los regulados la CREG los define como persona natural o jurídica cuyas compras de electricidad están sujetas a tarifas establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas. En esta categoría, se encuentran la mayoría de los usuarios comerciales, oficiales y los residenciales clasificados por estratos socioeconómicos, y algunos industriales. Para ambos casos se realizaría un proceso de inscripción en el programa RD. Además, los usuarios que decidan participar contarán con una web que garantice el acceso a la información asociada al programa.
Comercializador ERD	Empresa zona 1 y empresa zona 2 informarán a los usuarios sobre el programa y les hará saber explícitamente las condiciones para inscribirse al programa y sus beneficios, les proporcionará la información clara, precisa y oportuna de los planes tarifarios, es decir; el número de franjas, su duración y tarifa.
Operador de la Red OO	Se encargan de la planeación de la expansión, operación y mantenimiento de las redes STR/SDL (los activos pueden ser de su propiedad o de terceros). Los OO habilitarán la infraestructura de medición (arquitectura, AMI/MDM), realizarán la instalación de la unidad de medida y proveerán la información del sistema de medición (gestión de la medida: interrogar los medidores de las fronteras comerciales, almacenar las lecturas, validar la integridad y trazabilidad de los datos para su suministro al usuario y terceros autorizados).
Organismos de regulación y control ORC	MINENERGÍA
	La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) se encargan de vigilar y controlar el comportamiento de los agentes y sancionar las violaciones a las leyes y reglas que correspondan.
	CREG: define las reglas para el diseño e implementación de los planes tarifarios, liquidación y facturación. Así como las condiciones para la prestación del servicio.
	UPME.

La Tabla 102 se refiere a la relación de actividades, responsabilidades y actores:

Tabla 102. Asignación de responsabilidades para el piloto RD para SIN

Fuente: Elaboración propia

Actividad	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador
Planeación	R	S	C	I	A
Preinstalación	S	C	R	I	A
Instalación	C	S	R	I	A
Ejecución	C	S	R	I	A
Evaluación	R	A	S	C	I

EMPRESA ZONA 1, EMPRESA ZONA 2 o un tercero contratado

URD

ORC

EMPRESA ZONA 1, EMPRESA ZONA 2, RC

EMPRESA ZONA 1, EMPRESA ZONA 2

EMPRESA ZONA 1, EMPRESA ZONA 2/ ORC o un tercero contratado

EMPRESA ZONA 1, EMPRESA ZONA 2

URD

Fomento de programas RD

b. Estrategia de fomento

Como mencionado previamente, en el piloto se debe implementar la estrategia de Aprendizaje vivencial que pretende dar al usuario información sobre cómo gestionar los hábitos de consumo a través de información digital, como maximizar su participación en los programas RD y como usar los resultados del piloto para incentivar a otros usuarios a participar. La Tabla 103 muestra el mapa completo de la estrategia de fomento para el programa RD, se incluyen para cada actividad, los roles de los actores involucrados, el indicador o indicadores que se mostraron previamente en la Tabla 61 para validar la misma, los mensajes y los medios de difusión en la Tabla 26 y la Tabla 27 respectivamente (Más detalle puede ser consultado en la sección 2.1.1)

Tabla 103. Mapa consolidado de la estrategia de fomento para el piloto RD para SIN
Fuente: Elaboración propia

Act	Duración	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador	Mensajes	Medios	Riesgo	Indicador
A1	2-3 meses	Empresa zona 1, empresa zona 2 o tercero contratado	ORC: MME	CREG	CG URD	ORC	No aplica	No aplica	1,0	11
A2	2-3 meses	Empresa zona 1, empresa zona 2	ORC: MME	Empresa zona 1, empresa zona 2 o tercero contratado para esta actividad	CG URD	ORC CG URD	No aplica	No aplica	1,0	12
A3	Permanente	Empresa zona 1, empresa zona 2	ORC: MME	ORC: CREG	CG URD	ORC	M1, M3, M7 M13, M15, M18, M19, M20, M21	MC2, MC9	2,0	14, 15
A4	2-3 meses	Empresa zona 1, empresa zona 2	ORC: MME	ORC: MME	CG URD	ORC	M1, M2, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M14, M16, M17	MC1, MC2, MC4, MC9, MC10	2,3	14
A5	2-3 meses	Empresa zona 1, empresa zona 2 o tercero contratado	ORC: MME	Empresa zona 1, empresa zona 2	CG URD	ORC	No aplica	No aplica	2,2	13
A6	Permanente	Empresa zona 1, empresa zona 2	ORC: MME	EMPRESA ZONA 1, EMPRESA ZONA 2 o tercero contratado	CG URD	ORC, OO	M4, M12, M13, M19, M20, M21, M22, M26	MC1, MC4, MC9, MC10	2,7	14, 15
A7	Permanente	Empresa zona 1, empresa zona 2	ORC: MME	Orc: mme	CG URD	ORC OO	M25	MC1, MC2, MC4, MC9, MC10,	2,8	14
A8	Al final de cada mes	MME	ORC	Empresa zona 1, empresa zona 2	CG URD	MME	M24	MC1, MC2, MC4, MC9, MC10,	3,1	14, 15
A9	Al final de cada mes	Empresa zona 1, empresa zona 2	MME	Empresa zona 1, empresa zona 2 o tercero contratado para esta actividad	CG URD	ORC CG URD	M23	MC1, MC2, MC4, MC9, MC10	3,2	14
A10	Permanente	Empresa zona 1, empresa zona 2	Empresa zona 1, empresa zona 2	Empresa zona 1, empresa zona 2, aliado estratégico o tercero contratado	Empresa zona 1, empresa zona 2- ORC	Empresa zona 1, empresa zona 2 y/o ORC	No aplica	No aplica	2,8	16

3.2.4. Valoración piloto RD

Es necesario evaluar y cuantificar de forma confiable los impactos y resultados obtenidos en la implementación del piloto RD, dentro de esto se incluye un análisis de los beneficios asociados y una evaluación beneficio/costo.

a. Consideraciones generales

Para el cálculo de los beneficios y de los costos del piloto que se implementara en el SIN se tuvieron en cuenta algunas consideraciones, **es importante resaltar que los datos usados en este caso son valores referenciales**, estos se muestran a continuación.

I. Caracterización del consumo base

En esta sección se pretende conocer el consumo de energía promedio de los usuarios diferenciado por tipo de usuario y los tipos de día de la semana (tipo 1: de lunes a viernes, tipo 2: sábado, y tipo 3: días festivos y especiales), también se mostrará la tarifa base de consumo por tipo de usuario y mes, y finalmente los costos operativos del sistema.

Energía promedio kWh-mes por tipo de usuario y días (horario si está disponible):

En primer lugar, se debe conocer el número de suscriptores por estrato, la cantidad de kWh-mes que son consumidos y los kWh mes/ suscriptor, estos datos se muestran en la Tabla 104.

Tabla 104. Caracterización de los usuarios
Fuente: elaboración propia

#	Zona 1				Zona 2			
	Tipo de usuario	Suscriptores	kWh-mes	kWh-mes/suscriptor	Tipo de usuario	Suscriptores	kWh-mes	kWh-mes/suscriptor
1	Estrato 1	160.347	20.725.464	129,3	Estrato 1	10.611	1.260.724	118,8
2	Estrato 2	733.655	105.506.749	143,8	Estrato 2	59.976	7.222.591	120,4
3	Estrato 3	753.043	106.912.777	142,0	Estrato 3	27.651	3.300.408	119,4
4	Estrato 4	304.507	43.896.733	144,2	Estrato 4	8.484	1.086.085	128,0
5	Estrato 5	101.159	18.237.654	180,3	Estrato 5	1.433	243.366	169,8
6	Estrato 6	81.018	20.362.673	251,3	Estrato 6	0	0	0
7	Comercial	242.796	146.076.484	601,6	Comercial	5.189	10.517.531	2.026,9
8	Oficial	7.382	17.825.037	2.414,7	Oficial	151	342.582	2.268,8
9	Asistencial/ educativo ⁵¹	2.865	8.489.457	2.963,2	Industrial	785	19.583.534	24.947,2
10	Industrial ⁵²	35.190	48.761.854	1.385,7	Industrial bombeo	155	701.729	4.527,3

Tarifa base de consumo por tipo de usuario y mes: Las tarifas base tipo de usuarios se muestran en la Tabla 105, estas fueron obtenidas de los tarifarios de la empresa de la zona 1⁵³ y de la zona 2⁵⁴, se puede observar que son tarifas fijas en las que estratos 4, 5, y 6, sector comercial y oficial tienen un valor diferente.

⁵¹ Especial asistencial + Especial educativo

⁵² Industrial, industrial bombeo, distrito riego

⁵³ <https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/esp/C3%20B1ol/personas/1-17-1/2020/Tarifario-octubre-2020.pdf>

⁵⁴ <https://www.celsia.com/wp-content/uploads/2020/09/tarifas-celsia-valle-septiembre-2020.pdf>

Tabla 105. Tarifas del kW/h para cada tipo de usuario
Fuente: elaboración propia

#	Zona 1		Zona 2	
	Tipo de usuario	\$kW/h	Tipo de usuario	\$kW/h
1	Estrato 1	536,1	Estrato 1	529,25
2	Estrato 2	536,1	Estrato 2	529,25
3	Estrato 3	536,1	Estrato 3	529,25
4	Estrato 4	536,1	Estrato 4	529,25
5	Estrato 5	643,4	Estrato 5	635,10
6	Estrato 6	643,4	Estrato 6	635,10
7	Comercial	643,4	Comercial	635,10
8	Oficial	536,1	Oficial	529,25
9	Asis/educativo	536,1	Industrial	529,25
10	Industrial	536,1	Industrial bombeo	529,25

Costos operativos del sistema por mes y hora: Los costos operativos del sistema se refieren al precio de bolsa que se da en las diferentes horas del día, para las zonas 1 y 2, como se puede ver en la Figura 46, el precio más alto se da en las horas de la noche y en el mes de octubre.

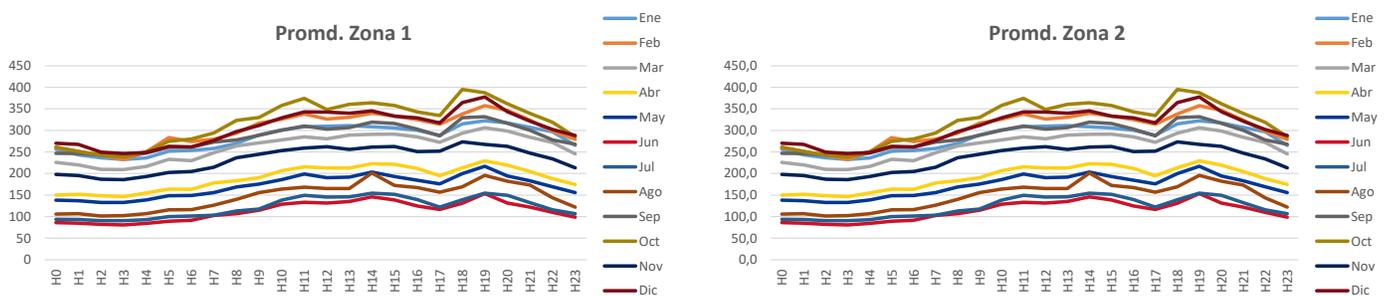


Figura 46. Costos operativos promedio del sistema de la zona 1 y la zona 2
Fuente: Elaboración propia

II. Características del piloto

En esta sección se ilustran las diferentes características que tiene el piloto, por ejemplo, la cantidad de medidores por usuario y la definición de participantes potenciales para el piloto, de igual manera se definen los meses del año en los que se va a implementar el piloto, y la clasificación de los meses del año según el tipo de días (T1, T2, T3)

Definición de usuarios, disponibilidad de medidores y definición potencial de participantes: En la definición de usuarios la cual se muestra en la Tabla 106, se tienen en cuenta aquellos usuarios que tienen medición AMI y en especial los que poseen medición AMI con telecomunicaciones, de estos se sacan los usuarios potenciales o el tamaño muestral para participar en el piloto RD aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Donde:

$Z_{95\%} = 1,960$

Probabilidad de ocurrencia $p = 50\%$

Probabilidad de no ocurrencia $q = 50\%$

Error muestral $e = 5\%$

Tamaño poblacional N / Tamaño muestral n

Tabla 106. Definición de usuarios, disponibilidad de medidores y # participantes potenciales zona 1.
Fuente: elaboración propia

Tipo de usuario	Medidores convencionales	AMI	AMI Telco.	Priorizados	Potenciales RD
Estrato 1	267.558	4.978	3.217	3.217	343
Estrato 2	1.238.618	21.472	13.714	13.714	374
Estrato 3	985.103	35.905	31.896	31.896	380
Estrato 4	356.919	7.539	6.632	6.632	363
Estrato 5	108.089	2.533	2.397	2.397	331
Estrato 6	87.668	1.000	907	907	270
Comercial	305.648	5.214	3.411	3.411	345
Oficial	9.433	161	105	105	83
Asis./ educativo	0	0	0	0	0
Industrial	48.733	551	309	309	172
Total	3.407.769	79.353	62.588	62.588	2.661

De igual manera para la zona 2 se tienen en cuenta aquellos usuarios que tienen medición AMI y en especial los que poseen medición AMI con telecomunicaciones, de estos se sacan los usuarios potenciales o el tamaño muestral aplicando la ecuación que se muestra renglones arriba, como mostrado en la Tabla 107.

Tabla 107. Definición de usuarios, disponibilidad de medidores y # participantes potenciales zona 2.
Fuente: elaboración propia

Tipo de usuario	Medidores convencionales	AMI	AMI Telco.	Priorizados	Potenciales RD
Estrato 1	101.220	53.613	3.704	3.704	348
Estrato 2	196.992	106.760	17.107	17.107	376
Estrato 3	68.018	42.451	11.035	11.035	371
Estrato 4	13.639	13.428	3.013	3.013	341
Estrato 5	6.847	4.568	317	317	174
Estrato 6	0	0	0	0	0
Comercial	16.381	13.257	2.471	2.471	333
Oficial	440	356	66	66	56
Industrial	5	4	1	1	1
Industrial bombeo	833	2.541	99	99	79
Total	404.375	236.978	37.813	37.813	2.079

Meses del piloto: El piloto en ambas zonas se llevará a cabo en 9 meses de los cuales se emplearán 6 meses en la fase de ejecución.

Número de días por día tipo y mes: En la Tabla 108 se puede observar una clasificación de los días del mes, dependiendo si son tipo 1 (T1), tipo 2 (T2), o tipo 3 (T3).

Tabla 108. Numero de tipos de días por meses
Fuente: elaboración propia

Día	Tipo	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Lunes a viernes	T1	22	20	20	20	20	20
Sábados	T2	4	4	4	4	5	3
Domingos y festivos	T3	5	6	7	6	6	7

III. Supuestos del piloto

Para obtener los valores de costos y beneficios se deben tener en cuenta los siguientes supuestos, estos son valores referenciales.

Los supuestos consideran como valores referenciales:

- Consumo promedio.
- Número de participantes RD.
- Asignación de la franja.
- Valores tarifa base y por franjas.
- Valores costos operativos.
- Subsidios, valor punto por tipo de usuario, número de puntos por kWh reducido/desplazado.
- Factores impacto del programa RD.
- Curva típica de consumo.
- Curva ΔRD de consumo.
- Huella de carbono de la implementación del piloto RD.

Consumo promedio: este consumo se clasifica por el tipo de usuarios, y el mes, para el consumo promedio se suponen los valores mostrados en la Tabla 109:

Tabla 109. Consumos promedios para cada mes
Fuente: elaboración propia

Zona 1							Zona 2						
Tipo de usuario	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Tipo de usuario	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Estrato 1	132,3	125,2	134,3	127,0	133,3	129,8	Estrato 1	100,8	103,7	105,1	104,8	98,6	103,2
Estrato 2	148,5	136,6	150,9	139,5	148,8	141,7	Estrato 2	111,8	120,8	117,2	122,4	111,6	121,8
Estrato 3	147,0	136,4	147,5	137,9	147,5	139,5	Estrato 3	127,4	127,4	130,3	127,2	123,4	128,3
Estrato 4	149,1	139,2	150,8	141,5	147,7	142,7	Estrato 4	143,8	150,1	153,3	149,1	140,6	146,9
Estrato 5	185,6	174,9	188,5	176,1	188,4	175,5	Estrato 5	204,3	205,2	226,5	204,0	203,3	211,3
Estrato 6	262,2	247,2	264,5	249,7	259,3	239,8	Estrato 6						
Comercial	627,7	588,8	629,7	584,2	616,4	585,9	Comercial	680,0	497,4	420,6	511,9	504,1	542,1
Oficial	2.874,5	2.638,0	2.837,3	2.725,2	2.759,1	2.502,6	Oficial	1.466,9	1.257,3	1.422,6	1.426,8	883,1	1.183,9
Asis./ educativo	6.453,1	6.073,5	6.312,8	6.105,7	5.819,1	5.865,0	Industrial	25.998,8	26.269,7	25.020,8	25.594,7	24.590,8	26.656,5
Industrial	3.938,0	3.459,5	3.621,1	4.038,5	4.593,1	4.271,9	Industrial bombeo	3.985,4	3.105,0	2.839,3	3.299,7	3.349,6	3.869,6

Número de participantes RD: El número de participantes del piloto es el que se muestra en la Tabla 110, estos están divididos por el tipo de día y por el tipo de usuario, por ejemplo en los días T1 se supone que todos los participantes definidos en el tamaño muestral (Tabla 106y Tabla 107) van a participar en el programa RD, mientras que en los días T2 participarían el 50% de la muestra, y para los días T3 solo participarían el 20% de los usuarios.

Tabla 110. Participantes piloto RD por tipo de días
Fuente: elaboración propia

Tipo Día Tipo usuario	Zona 1 %			Zona 1 #			Tipo Día Tipo usuario	Zona 2 %			Zona 2 #		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3		T1	T2	T3	T1	T2	T3
Estrato 1	100%	50%	20%	343	172	69	Estrato 1	100%	50%	20%	348	174	70
Estrato 2	100%	50%	20%	374	187	75	Estrato 2	100%	50%	20%	376	188	75
Estrato 3	100%	50%	20%	380	190	76	Estrato 3	100%	50%	20%	371	186	74
Estrato 4	100%	50%	20%	363	182	73	Estrato 4	100%	50%	20%	341	170	68
Estrato 5	100%	50%	20%	331	166	66	Estrato 5	100%	50%	20%	174	87	35
Estrato 6	100%	50%	20%	270	135	54	Estrato 6	100%	50%	20%	0	0	0
Comercial	100%	50%	20%	345	173	69	Comercial	100%	50%	20%	333	166	67
Oficial	100%	50%	20%	83	41	17	Oficial	100%	50%	20%	56	28	11
Asis./ educativo	100%	50%	20%	0	0	0	Industrial	100%	50%	20%	1	1	0
Industrial	100%	50%	20%	172	86	34	Industrial bombeo	100%	50%	20%	79	39	16
Total				2.661	1.330	532					2.079	1.039	416

Asignación de la franja: Para la asignación de franjas se tuvo en cuenta las horas en las que se da el consumo en las horas valle (Franja 1) y las horas en las que se da el pico del consumo (Franja 2), en la Tabla 111 se muestra las diferentes franjas por tipo de usuario y tipos de día para la zona 1, se debe tener en cuenta que se consideraron franjas no mayores a 8 horas como valor referencial.

Tabla 111. Franjas por tipo de días para la zona 1
Fuente: elaboración propia

#	Tipo de usuario zona 1	Día T1			Día T2			Día T3		
		Franja 1	Franja 2	Franja 3	Franja 1	Franja 2	Franja 3	Franja 1	Franja 2	Franja 3
1	Estrato 1	17	7	0	18	6	0	18	6	0
2	Estrato 2	17	7	0	18	6	0	18	6	0
3	Estrato 3	17	7	0	18	6	0	18	6	0
4	Estrato 4	17	7	0	18	6	0	18	6	0
5	Estrato 5	17	7	0	18	6	0	18	6	0
6	Estrato 6	18	6	0	18	6	0	18	6	0
7	Comercial	16	8	0	16	8	0	16	8	0
8	Oficial	16	8	0	16	8	0	20	4	0
9	Asis./educativo	16	8	0	16	8	0	20	4	0
10	Industrial	21	3	0	21	3	0	21	3	0

En la Tabla 112 se muestra las diferentes franjas por tipos de usuario y tipos de día para la zona 2, se debe tener en cuenta que se consideraron franjas no mayores a 8 horas como valor referencial.

Tabla 112. Franjas por tipo de días para la zona 2
Fuente: elaboración propia

#	Tipo de usuario zona 2	Día T1			Día T2			Día T3		
		Franja 1	Franja 2	Franja 3	Franja 1	Franja 2	Franja 3	Franja 1	Franja 2	Franja 3
1	Estrato 1	17	7	0	18	6	0	18	6	0
2	Estrato 2	17	7	0	18	6	0	18	6	0
3	Estrato 3	17	7	0	18	6	0	18	6	0
4	Estrato 4	17	7	0	18	6	0	18	6	0
5	Estrato 5	17	7	0	18	6	0	18	6	0
6	Estrato 6	18	6	0	18	6	0	18	6	0
7	Comercial	17	7	0	16	8	0	18	6	0
8	Oficial	17	7	0	17	7	0	22	2	0
9	Industrial	16	8	0	16	8	0	21	3	0
10	Industrial bombeo	21	3	0	21	3	0	21	3	0

En la Figura 47 se muestran las franjas por tipo de usuarios para la zona 1 y en la Figura 48 se muestra las franjas por tipo de usuarios y tipos de días para la zona 2.

Valores tarifa base y por franjas: Las tarifas bases se obtienen a partir de las mostradas en la Tabla 113, para el caso de las tarifas del piloto se utilizan las tarifas mostradas en la Tabla 113 para los días T1, T2 y T3. Se debe tener en cuenta que según recomendaciones de experiencias internacionales (The Brattle Group, 2019), para lograr la respuesta del cliente se asume una diferencia entre la tarifa valle y la tarifa pico de 2.5 veces como valor referencial para ambas zonas.

Fomento de programas RD

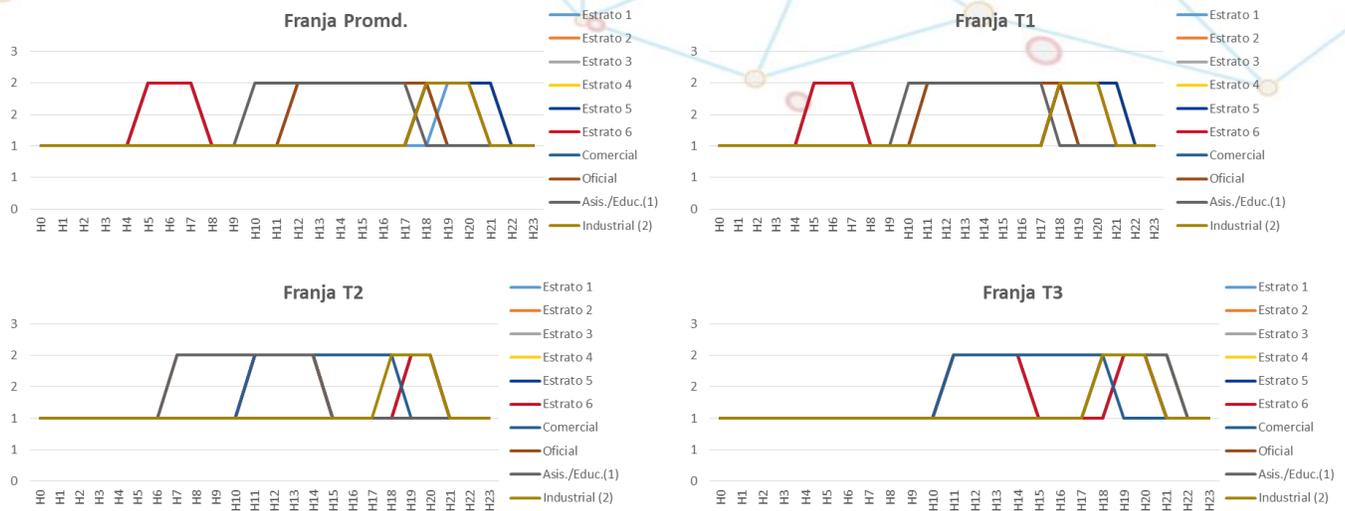


Figura 47. Franja de consumo para los diferentes tipos de usuarios de la zona 1
Fuente: Elaboración propia

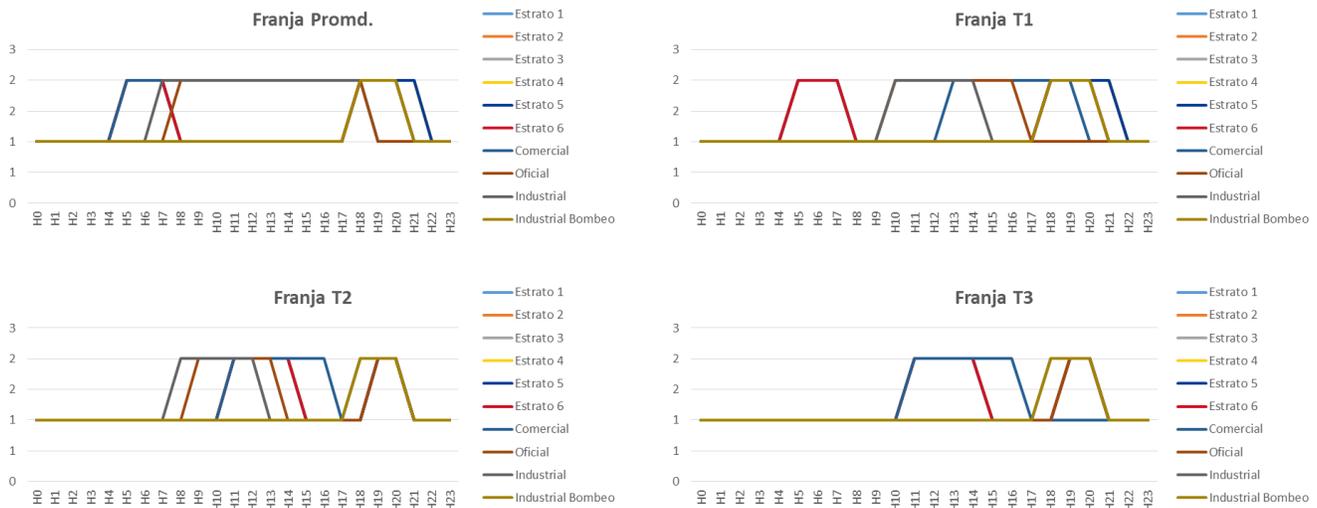


Figura 48. Franja de consumo para los diferentes tipos de usuarios para la zona 2
Fuente: Elaboración propia

Tabla 113. Tarifas de los días T1, T2 y T3 para las franjas 1 y 2

Fuente: elaboración propia

Zona 1 días T1, T2 y T3				Zona 2 días T1, T2 y T3			
Tipo de usuario	Tarifa Fija	Tarifa franja 1	Tarifa Franja 2	Tipo de usuario	Tarifa Fija	Tarifa franja 1	Tarifa Franja 2
Estrato 1	536,1	375,3	938,2	Estrato 1	529,3	317,6	793,9
Estrato 2	536,1	375,3	938,2	Estrato 2	529,3	317,6	793,9
Estrato 3	536,1	375,3	938,2	Estrato 3	529,3	317,6	793,9
Estrato 4	536,1	375,3	938,2	Estrato 4	529,3	317,6	793,9
Estrato 5	643,4	450,4	1.125,9	Estrato 5	635,1	381,1	952,7
Estrato 6	643,4	450,4	1.125,9	Estrato 6	635,1	381,1	952,7
Comercial	643,4	450,4	1.125,9	Comercial	635,1	381,1	952,7
Oficial	536,1	375,3	938,2	Oficial	529,3	317,6	793,9
Asis./ educativo	536,1	375,3	938,2	Industrial	529,3	317,6	793,9
Industrial	536,1	375,3	938,2	Industrial bombeo	529,3	317,6	793,9

Valores costos operativos: Los costos operativos se asumen como los valores del precio de bolsa que se dan para cada hora del día, los cuales se muestran en la Figura 46 .

Subsidios, valor punto por tipo de usuario, número de puntos por kWh reducido/desplazado: En este ítem se deben tener en cuenta los diferentes subsidios que se dan a los usuarios por sus consumos de energía eléctrica, en la Tabla 114 se muestra los subsidios para los usuarios de la zona 1 y la zona 2. Es importante considerar que estos son valores referenciales y que los subsidios serán iguales para los diferentes tipos de día que se proponen (T1, T2, T3).

Tabla 114. Subsidios para los diferentes tipos de usuarios
Fuente: elaboración propia

#	Tipo de usuario Zona 1	Subsidios	Tipo de usuario Zona 2	Subsidios
1	Estrato 1	56 %	Estrato 1	50%
2	Estrato 2	45 %	Estrato 2	40%
3	Estrato 3	15 %	Estrato 3	15%
4	Estrato 4	0%	Estrato 4	0%
5	Estrato 5	0%	Estrato 5	0%
6	Estrato 6	0%	Estrato 6	0%
7	Comercial	0%	Comercial	0%
8	Oficial	0%	Oficial	0%
9	Asis./ educativo	0%	Industrial	0%
10	Industrial	0%	Industrial bombeo	0%

Ahora bien, cuando se implementen los programas RD se deben tener en cuenta que los incentivos se manejarán a través de un sistema de puntos, los cuales tendrán un valor de 10 pesos, en la Tabla 115 se muestra el número de puntos (valores referenciales) que se darán a los usuarios por la hacer disminución o desplazamiento de los consumos cuando participe en el piloto RD. Se debe tener en cuenta que estos puntos serán iguales para los diferentes tipos de día que se proponen (T1, T2, T3). En cuanto al desplazamiento se dará 1 punto por kWh desplazado, y 1 punto por cada kWh reducido.

Tabla 115. Puntos por la reducción en el consumo
Fuente: elaboración propia

#	Tipo de usuario Zona 1	Tipo de usuario Zona 2	Puntos por reducción del 3%	Puntos por reducción del 5%	Puntos por reducción del 10%	Puntos por reducción del más del 10%
1	Estrato 1	Estrato 1	1	2	5	10
2	Estrato 2	Estrato 2	1	2	5	10
3	Estrato 3	Estrato 3	1	2	5	10
4	Estrato 4	Estrato 4	1	2	5	10
5	Estrato 5	Estrato 5	1	2	5	10
6	Estrato 6	Estrato 6	1	2	5	10
7	Comercial	Comercial	1	2	5	10
8	Oficial	Oficial	1	2	5	10
9	Asis./ educativo	Industrial	1	2	5	10
10	Industrial	Industrial bombeo	1	2	5	10

Factores impacto del programa RD: Los factores que se consideran en este ítem corresponden a la disminución de la duración y el número de las interrupciones, la disminución de las pérdidas de energía, la mitigación de emisiones de GEI, la disminución en el consumo del combustible, y las mitigaciones de GEI de las actividades conexas a la implementación del piloto. En la Tabla 116 se muestran los valores referenciales considerados para la obtención de los factores mencionados anteriormente para la zona 1.

Tabla 116. Factores de impacto del programa RD para la zona 1
Fuente: elaboración propia

Beneficios	Base		Programa RD		Costo unitario	
	Unidad / Valor		Unidad Valor			
Disminución en la duración de las interrupciones	Minutos/año	810,0	%	5,0%	\$/kWh-min	\$ 24,8
Disminución en el número de interrupciones	Veces/año	17,5	%	5,0%	\$/kWh-min	\$ 24,8
Disminución de las pérdidas de energía	%	8,10%	kWh	8,10%	\$/kWh	\$ 46,57
Mitigación de emisiones GEI	kg/kWh	0,38000	tCO2e	0,38000	\$/tCO2e	\$ 7.210,7
Disminución consumo de combustible	MBTU/kWh	0,0000813	kWh		\$/kWh	\$ 246,7
Mitigación de emisiones GEI - actividades conexas	kg/kWh	0,0	tCO2e	0,0	\$/tCO2e	\$ -

En la Tabla 117 se muestran los datos referenciales considerados para la obtención de los factores mencionados para la zona 2.

Tabla 117. Factores de impacto del programa RD para la zona 2
Fuente: elaboración propia

Beneficios	Base		Programa RD		Costo unitario	
	Unidad / Valor		Unidad Valor			
Disminución en la duración de las interrupciones	Minutos/año	768,0	%	5,0%	\$/kWh-min	\$ 24,8
Disminución en el número de interrupciones	Veces/año	50,9	%	5,0%	\$/kWh-min	\$ 24,8
Disminución de las pérdidas de energía	%	8,61%	kWh	8,61%	\$/kWh	\$ 47,52
Mitigación de emisiones GEI	kg/kWh	0,38000	tCO2e	0,38000	\$/tCO2e	\$ 17.210,7
Disminución consumo de combustible	MBTU/kWh	0,0000813	kWh		\$/kWh	\$ 246,7
Mitigación de emisiones GEI - actividades conexas	kg/kWh	0,0	tCO2e	0,0	\$/tCO2e	\$ -

Curva típica de consumo: En la Figura 49 se muestra la curva de consumo por tipo de usuarios para los diferentes tipos de días, en el caso de la zona 1 por ejemplo en el día T1 para el estrato 6 se puede observar un pico a las 6 de la mañana, mientras que para el sector oficial y asistencial el pico se presenta aproximadamente desde las 7 de la mañana hasta las 4 de la tarde. En los días T2 los picos se ven un poco más dispersos, al igual que en los días T3

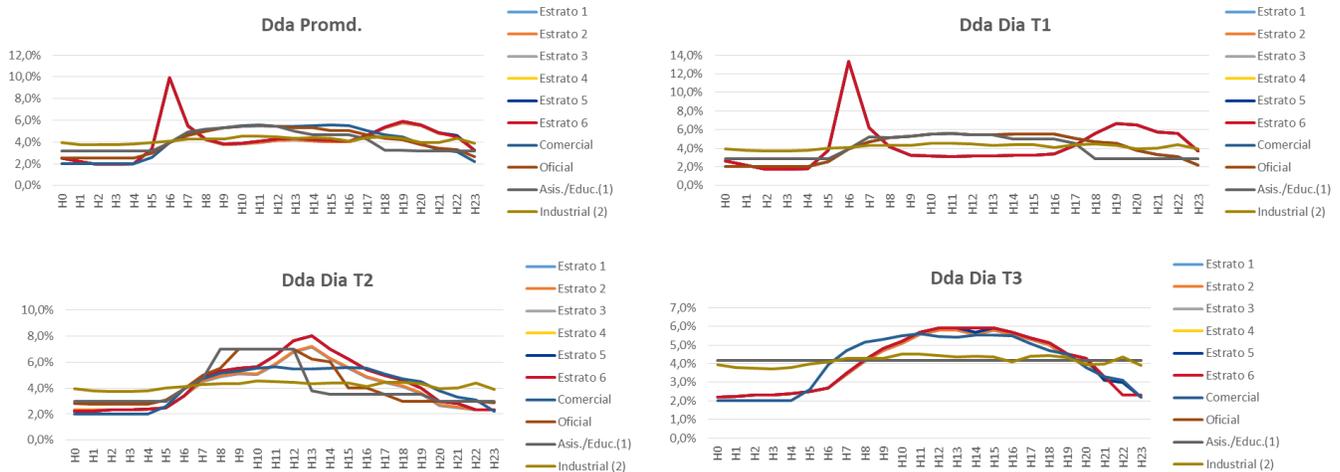


Figura 49. Curva típica de consumo de la zona 1
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la Figura 50 se puede observar las diferentes demandas para la zona 2, se puede observar que en los días T1 hay un consumo muy similar al que se muestra en la Figura 49 para los usuarios de estrato 6, mientras que para el día T2 se presenta un pico de consumo para la zona comercial desde las 2 de la tarde hasta las 4 pm. Mientras que para el día T3 los consumos de los usuarios de estrato 1 a 6 son muy similares.

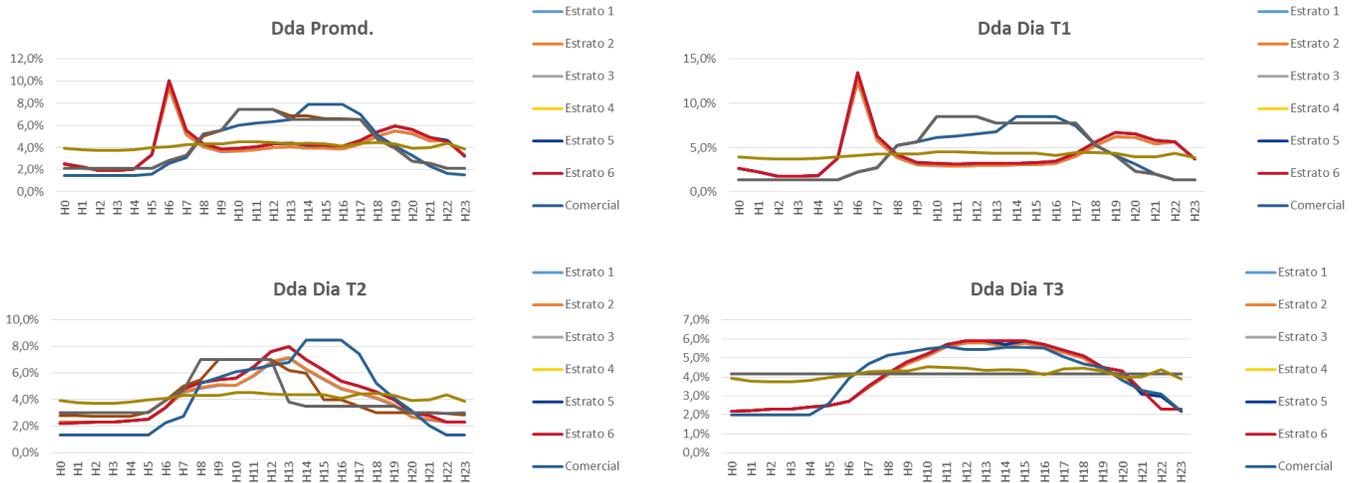


Figura 50. Curva típica de consumo de la zona 2
Fuente: Elaboración propia

Curva ΔRD de consumo: La idea de implementar un piloto RD es que los usuarios puedan reducir o desplazar sus consumos de energía, en la Tabla 118 se muestran los valores referenciales de las reducciones o el aumento de la demanda por tipos de día, en caso de que el número sea positivo se está refiriendo a una reducción en el consumo y en caso de que el resultado sea negativo se está hablando de un aumento.

Tabla 118. Impacto del programa RD
Fuente: elaboración propia

#	Zona 1					Zona 2				
	Tipo usuario	Promd.	Día T1	Día T2	Día T3	Tipo usuario	Promd.	Día T1	Día T2	Día T3
1	Estrato 1	17,23%	18,00%	8,00%	21,00%	Estrato 1	14,05%	18,00%	8,00%	4,46%
2	Estrato 2	17,23%	18,00%	8,00%	21,00%	Estrato 2	13,95%	18,00%	8,00%	3,96%
3	Estrato 3	17,23%	18,00%	8,00%	21,00%	Estrato 3	14,63%	18,00%	8,00%	7,45%
4	Estrato 4	16,57%	17,50%	7,00%	20,00%	Estrato 4	14,15%	17,50%	7,00%	7,45%
5	Estrato 5	16,57%	17,50%	7,00%	20,00%	Estrato 5	14,15%	17,50%	7,00%	7,45%
6	Estrato 6	16,57%	17,50%	7,00%	20,00%	Estrato 6	14,15%	17,50%	7,00%	7,45%
7	Comercial	18,00%	18,00%	18,00%	18,00%	Comercial	12,96%	15,00%	17,00%	3,00%
8	Oficial	40,85%	35,00%	37,00%	64,00%	Oficial	39,59%	34,00%	35,50%	62,00%
9	Asis./Educ.(1)	51,62%	52,00%	52,00%	50,00%	Industrial	29,78%	34,50%	33,00%	11,00%
10	Industrial (2)	11,00%	11,00%	11,00%	11,00%	Industrial Bombeo	11,00%	11,00%	11,00%	11,00%

En la Figura 51 se puede observar cómo sería el impacto de los programas RD en la zona 1, por ejemplo, en la curva del día T1 el pico del estrato 6 que se tenía en el ítem anterior se ve disminuido, y para los demás tipos de usuarios, los picos se ven desplazados a lo largo del día.

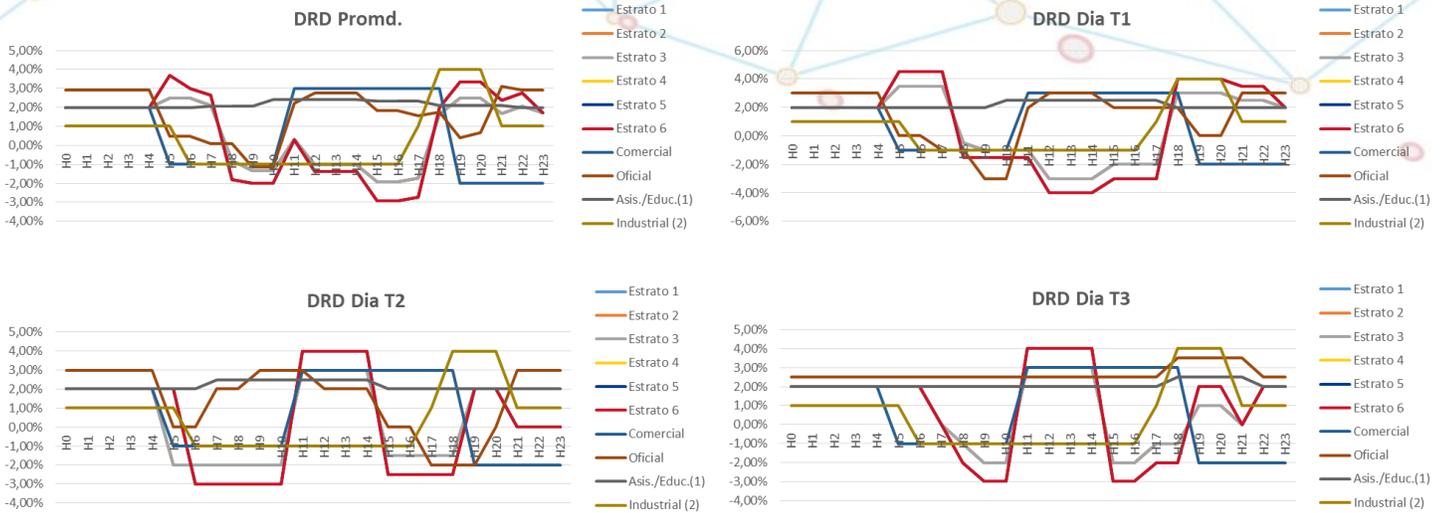


Figura 51. Curva ΔRD de consumo para la zona 1
Fuente: Elaboración propia

Mientras que en la Figura 52, se presenta un comportamiento similar a los explicados renglones arriba, los picos que se mostraban en la Figura 50, con la implementación del piloto RD, estos se ven reducidos o desplazados a lo largo del día.

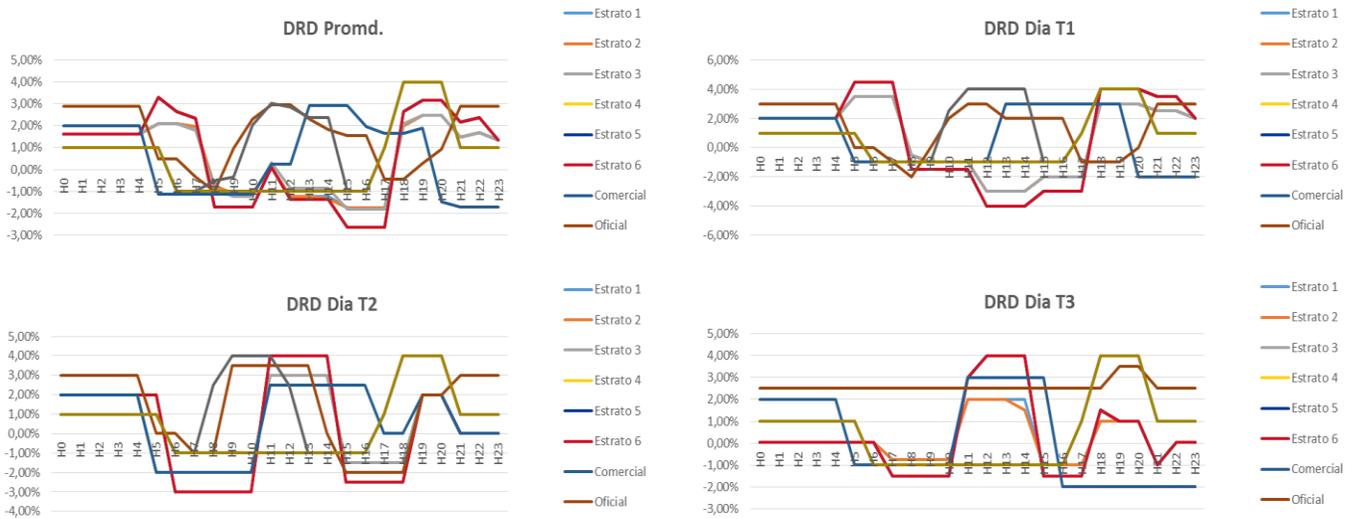


Figura 52. Curva ΔRD de consumo para la zona 2
Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la huella de carbono del piloto RD: Se determina la huella de carbono para cada uno de los pilotos definidos para la zona 1 y la zona 2, durante el tiempo definido en el cronograma (ver Tabla 46) para cada una de las etapas. Es importante como actividades desarrolladas en los pilotos, aquellas que involucra la planeación, las sesiones de convocatoria de los usuarios, capacitación y retroalimentación y evaluación de desempeño del piloto. Cada una de estas actividades involucra tres grupos de personas, el equipo de gestión RD, el equipo de capacitación y los usuarios que participan del piloto. A continuación, en la

Tabla 119, se muestra el número de personas involucradas en la ejecución del piloto y la etapa en la cual participa cada uno.

Tabla 119. Personal responsable de las actividades del piloto
 Fuente: Elaboración propia

Etapa	Equipo Gestión RD	Capacitación	Usuarios
Planeación	1 ingeniero 2 administrativo	-	-
Preinstalación	1 administrativo + 1 auxiliar	2 capacitadores	3.193 Zona 1 2.495 Zona 2
Instalación	Cuadrilla (1 ingeniero + 2 técnicos) 1 administrativo + 1 auxiliar	2 capacitadores	2.661 Zona 1 2.079 Zona 2
Ejecución	Una cuadrilla (1 ingeniero + 2 técnicos) 1 administrativo + 1 auxiliar	2 capacitadores	2.661 Zona 1 2.079 Zona 2
Evaluación	1 ingeniero 1 administrativo + 1 auxiliar	-	-

En cada una de estas etapas, para el personal involucrado en la ejecución del piloto, se tienen en cuenta como fuentes de GEI, las actividades que se señalaron en la Tabla 66. Cada una de las actividades consideradas tienen en cuenta para este piloto las siguientes observaciones:

- **Hospedaje:** Este se cuantifica solo para el personal de capacitación de los pilotos que deben implementarse en la zona 2, que debe desplazarse desde Bogotá a Cali. Se asume como base de cálculo, que, por cada noche de alojamiento, están en capacidad de realizar 6 sesiones de capacitación para para la zona 2. En el caso del piloto de la zona 2 se considera solo alojamiento.
- **Movilidad Aérea:** Tiene en cuenta el número de viajes ida y vuelta en avión desde Bogotá a Cali, necesarios para el desplazamiento de los capacitadores.
- **Movilidad Terrestre:** Hace referencia a los kilómetros recorridos por todo el personal involucrado en el piloto. Desplazamiento redondo (ida y vuelta) al aeropuerto, a los lugares de trabajo y al hospedaje. Para determinar las distancias se usó Google Maps.
- **Consumo de electricidad:** Tiene en cuenta los elementos que consumen electricidad y son usados durante el periodo de desarrollo del piloto (computadores, impresoras y/o copiadoras, proyectores, iluminación acondicionamiento de espacios, internet). Los datos de consumo de electricidad media para los equipos en mención se obtuvieron de la información técnica encontradas en almacenes de cadena.
- **Consumo de materiales:** Se asume que se trata solo de consumo de papel para impresión de la información que se maneja.
- **Consumo de alimentos:** Se tiene en cuenta la alimentación de los capacitadores (2 almuerzos y 1 cena, el desayuno se incluye en el alojamiento) por cada noche de alojamiento, refrigerio para los usuarios en capacitación y almuerzo para el equipo RD y la cuadrilla.
- **Consumo de agua de la red:** Se tiene en cuenta el agua consumida en las sesiones de capacitación y las sesiones de trabajo en oficina.
- **Generación de residuos:** Incluye los residuos generados por el uso de papel y consumo de alimentos. Se asume un 15% de residuos del total de papel y alimentos consumidos que finalmente llegaría a relleno sanitario a su disposición.

A continuación, se presentan los resultados de la determinación de la huella de carbono para cada uno de los pilotos, a partir de los datos de la Tabla 66. En la Tabla 120, se presentan los resultados por actividad y total de cada piloto.

Tabla 120. Resultados de huella de carbono para los pilotos por actividad
Fuente: Elaboración propia

Actividad	Huella (Kg CO _{2e})	
	Empresa Zona 1	Empresa Zona 2
Hospedaje	0	1.337
Movilidad terrestre	4.449	3.790
Movilidad aérea	0	4.852
Consumo de energía eléctrica	831	785
Consumo de materiales	50	39
Consumo de alimentos	13.367	10.859
Uso de agua de la red	4	3
Generación de residuos	3.798	3.103
Total piloto	22.498	24.768

Los resultados de la Tabla 120 indican que las actividades de mayor emisión de GEI es el consumo de alimentos, la movilidad terrestre y la generación de residuos para la zona 1 y la zona 2, esto debido a la gran cantidad de personas que se desplazan y consumen. A continuación, en la Tabla 121 se muestran los resultados de huella para cada piloto, teniendo como referencia cada etapa en el cronograma.

Tabla 121. Resultados de huella de carbono para los pilotos por etapa
Fuente: Elaboración propia

Etapa	Huella (Kg CO _{2e})	
	Zona 1	Zona 2
Planeación	60,5	60,5
Preinstalación	4.606,0	4.241,4
Instalación	9.039,4	9.507,4
Ejecución	8.427,6	10.650,8
Evaluación	364,6	308,0
Total piloto	22.498,1	24.768

En el caso de la huella de carbono por etapas, la Tabla 121, muestra que es la etapa de ejecución en la que se genera la mayor cantidad de GEI, 43% y 37,46% para la empresa zona 2 y empresa zona 1 respectivamente, debido al mayor tiempo de incidencia de las actividades, seguido de la etapa de instalación y preinstalación.

b. Análisis de Beneficios

Los beneficios asociados a la ejecución del piloto RD pueden ser de varios tipos, estos se muestran en la Tabla 62. A continuación, se muestran los valores referenciales para el cálculo de los beneficios que están dentro del alcance del piloto SIN; para este caso no se tendrán en cuenta aquellos beneficios que no pueden ser contrastados por la duración del piloto (se muestran en color gris claro (Disminución costo atención servicio (digitalización), Disminución de las actividades comerciales, Disminución de inversiones en infraestructura, Mitigación de emisiones GEI - actividades conexas)).

Los datos mostrados anteriormente en la Tabla 116 se tuvieron en cuenta para la obtención de los valores relacionados con los beneficios de la disminución en la duración de las interrupciones, disminución en el número de interrupciones, disminución de las pérdidas de energía, mitigación de emisiones GEI, y en la disminución consumo de combustible.

Por ejemplo para el caso del cálculo de la disminución de las interrupciones de la zona 1, se multiplica los minutos al año del SAIDI (810) con la reducción que se va a lograr mediante el programa RD en porcentaje (5%) con el costo unitario de las interrupciones que es el valor de racionamiento por minuto (24,8) y con el número de beneficiarios (2661), se procede de igual manera con los demás beneficios mostrados en la Tabla 122 para la implementación del piloto RD en la zona 1. En la tabla también se muestra cuáles son los beneficios base que deben calcularse y cuales se pueden hallar de manera opcional.

Tabla 122. Beneficios estimados pilotos RD para la zona 1
 Fuente: Elaboración propia

Tipo	Beneficio	Piloto	Beneficiarios #	Valoración \$COP	Beneficio Unidad / Valor	
Técnico	Disminución en la duración de las interrupciones	Base	2.661	\$ 2.672.708	min-año	40,5
	Disminución en el número de interrupciones	Base	2.661	\$ 2.672.708	Veces-año	0,9
	Disminución del consumo en horas pico	Base	1	\$ 98.877.734	kWh	98.673
	Disminución de las pérdidas de energía	Base	1	\$ 522.918	kWh	11.229
Económico - Financiero	Pago de incentivos -Reducción-	Base	1	\$ 1.588.116	kWh	158.812
	Pago de incentivos -Desplazamiento-	Base	1	\$ 201.864	kWh	20.186
	Disminución de subsidios -Reducción y desplazamiento-	Base	2.661	-\$ 7.103.924	kWh	7.581
	Ahorro en la factura -Gstos evitados-	Base	1	\$ 215.096.947	kWh	138.625
	Disminución de costos operativos del sistema	Base	1	\$ 24.499.079	kWh	138.625
	Disminución inversiones de infraestructura	Opcional	-	-	kW	-
	Disminución costo atención servicio (digitalización)	Opcional	-	-	kWh	-
	Disminución costo actividades comerciales (digitalización)	Opcional	-	-	kWh	-
Ambiental	Mitigación de emisiones GEI	Base	1	\$ 344.514.803	tCO2e	52.678
	Disminución consumo de combustible	Base	1	\$ 814.803	kWh	138.625
	Mitigación de emisiones GEI - actividades conexas	Opcional	-	-	tCO2e	-22,5
TOTAL BENEFICIOS				\$ 684.357.756,6		

De igual manera se procede para la obtención de los beneficios de la zona 2, solo que los datos base que se tuvieron en cuenta para este caso, son los mostrados en la Tabla 117. La Tabla 123 muestra los beneficios estimados para la zona 2.

Por ejemplo, para el caso del cálculo de la disminución de las interrupciones, se multiplica los minutos al año del SAIDI (768) con la reducción que se va a lograr mediante el programa RD en porcentaje (5%) con el costo unitario de las interrupciones que es el valor de racionamiento por minuto (24,8) y con el número de beneficiarios (2079).

 Tabla 123. Beneficios estimados pilotos RD para la zona 2
 Fuente: Elaboración propia

Tipo	Beneficio	Piloto	Beneficiarios#	Valoración \$COP	Beneficio Unidad / Valor	
Técnico	Disminución en la duración de las interrupciones	Base	2.079	\$ 1.979.873	min-año	38,4
	Disminución en el número de interrupciones	Base	2.079	\$ 1.979.873	Veces-año	2,5
	Disminución del consumo en horas pico	Base	1	\$ 55.429.138	kWh	64.587
	Disminución de las pérdidas de energía	Base	1	\$ 349.479	kWh	7.354

Tipo	Beneficio	Piloto	Beneficiarios#	Valoración \$COP	Beneficio Unidad / Valor	
Económico - Financiero	Pago de incentivos -Reducción-	Base	1	\$ 951.347	kWh	95.135
	Pago de incentivos -Desplazamiento-	Base	1	\$ 97.184	kWh	9.718
	Disminución de subsidios -Reducción y desplazamiento-	Base	2.079	\$ 11.908.292	kWh	5.470
	Ahorro en la factura -Gastos evitados-	Base	1	\$ 258.237.529	kWh	85.416
	Disminución de costos operativos del sistema	Base	1	\$ 15.678.557	kWh	85.416
	Disminución inversiones de infraestructura	Opcional	-	-	kW	-
	Disminución costo atención servicio (digitalización)	Opcional	-	-	kWh	-
	Disminución costo actividades comerciales (digitalización)	Opcional	-	-	kWh	-
Ambiental	Mitigación de emisiones GEI	Base	1	\$ 212.278.679	tCO2e	32.458
	Disminución consumo de combustible	Base	1	\$ 502.055	kWh	85.416
	Mitigación de emisiones GEI - actividades conexas	Opcional	-	-	tCO2e	-23,7
TOTAL BENEFICIOS				\$ 559.392.005,0		

c. Análisis de costos

Para el análisis de costo se tuvo en cuenta la información mostrada en la Tabla 64 y la Tabla 65, para el caso de ambos pilotos se deben tener en cuenta, que solo se calculan los beneficios de: adecuación instalación - equipos programa RD, equipos de telecomunicación y plan de datos, plataforma de información -escritorio/móvil-, adecuación y certificación equipos -AMI u otros-, gestión programa RD - Equipo RD, plan de comunicación y capacitación, plan de seguimiento, y los incentivos, en la Tabla 124 se muestran los resultados de los costos de inversión y de Administración, Operación, y Mantenimiento (AOM) del piloto que será implementado en la zona 1.

Tabla 124. Relación de Costos estimados pilotos RD para la zona 1
Fuente: Elaboración propia

Rol	Ítem	Piloto	Valor Piloto - \$COP	
			Inversión	AOM
Participante RD	Formación	Opcional	\$ -	\$ -
	Adecuación instalación - equipos programa RD	Base	\$ -	\$ -
	Equipo de generación	Opcional	\$ -	\$ -
	Equipo de almacenamiento	Opcional	\$ -	\$ -
	Electrodomésticos/luminación	Opcional	\$ -	\$ -
	Otros	Opcional	\$ -	\$ -
Gestor RD	Medidores avanzados -postpago o prepago-	Opcional	\$ -	\$ -
	Equipos de telecomunicación y plan de datos	Base	\$ -	\$ 191.592.000
	Equipos de visualización	Opcional	\$ -	\$ -
	Plataforma de información -escritorio/móvil-	Base	\$ -	\$ 15.966.000
	Adecuación y certificación equipos -AMI u otros-	Base	\$ -	\$ -
	Gestión programa RD - Equipo RD	Base	\$ -	\$ 17.903.786
	Plan de comunicación y capacitación	Base	\$ 173.231.100	
	Plan de seguimiento	Base	\$ 143.694.000	
	Incentivos	Base	\$ -	\$ 10.739.879
	Otros	Opcional	\$ -	\$ -
Subtotal programa RD			\$ 316.925.100	\$ 236.201.665
Costo programa RD				\$ 553.126.765

De igual manera se procedió para calcular los costos del piloto para la zona 2, en Tabla 125 se muestran los costos asociados a este piloto.

Tabla 125. Relación de Costos estimados pilotos RD para la zona 2
Fuente: Elaboración propia

Rol	Ítem	Piloto	Valor Piloto - \$COP	
			Inversión	AOM
Participante RD	Formación	Opcional	\$ -	\$ -
	Adecuación instalación - equipos programa RD	Base	\$ -	\$ -
	Equipo de generación	Opcional	\$ -	\$ -
	Equipo de almacenamiento	Opcional	\$ -	\$ -
	Electrodomésticos/luminación	Opcional	\$ -	\$ -
	Otros	Opcional	\$ -	\$ -
Gestor RD	Medidores avanzados -postpago o prepago-	Opcional	\$ -	\$ -
	Equipos de telecomunicación y plan de datos	Opcional	\$ -	\$ 149.688.000
	Equipos de visualización	Opcional	\$ -	\$ -
	Plataforma de información -escritorio/móvil-	Base	\$ -	\$ 12.474.000
	Adecuación y certificación equipos -AMI u otros-	Base	\$ -	\$ -
	Gestión programa RD - Equipo RD	Base		\$ 27.503.786
	Plan de comunicación y capacitación	Base	\$ 141.742.900	
	Plan de seguimiento	Base	\$ 125.066.000	
	Incentivos	Base	\$ -	\$ 6.291.185
	Otros	Opcional	\$ -	\$ -
Subtotal programa RD			\$ 266.808.900	\$ 195.956.970
Costo programa RD				\$ 462.765.870

d. Valoración de beneficios y costos

En esta sección se muestra un consolidado de la valorización de los beneficios obtenidos, y de los costos asociados en la implementación del piloto en la zona 1 y en la zona 2, como se muestra en la Tabla 126.

Tabla 126. Resumen beneficio y costo para los pilotos de la zona 1 y la zona 2
Fuente: Elaboración propia

Piloto	Beneficios	Costos
Zona 1	\$ 684.357.756,6	\$ 553.126.765
Zona 2	\$ 559.392.005,0	\$ 462.765.870

e. Análisis de Sensibilidad del piloto

El diseño del piloto plantea algunas preguntas como: ¿Cuál será el nivel de respuesta de la demanda (elasticidad de la demanda), ¿Cuál será el número eficiente de franjas y su duración?, ¿Cuál es el valor eficiente de las franjas? Y ¿Existe certeza sobre la materialización de los beneficios y costos?. Para responder a ellas, se requiere evaluar la sensibilidad del piloto. Para ello, se realizó un análisis que permite establecer como varían los beneficios cuando se modifica el valor del costo de la tarifa en la hora pico frente al cambio en la relación de la tarifa valle frente a la tarifa base de la energía en la zona. Como resultado de este análisis se presenta la Figura 53.



Figura 53. Sensibilidad del piloto en SIN. Figura superior zona 1 e inferior zona 2.
Fuente: Elaboración propia.

En esta figura, el eje vertical representa la relación entre el costo de la franja pico y el tarifa base de energía y el horizontal el valor de la franja pico (número de veces el valor de la franja valle). La región verde muestra los valores que permite obtención de beneficios positivos para el usuario en tanto que la amarilla representaría las condiciones en las cuales no sería atractivo participar en el piloto RD. El punto de intersección muestra el valor de indiferencia para el caso particular del piloto en el SIN y por zona analizada. De la figura, para ambas zonas 1 y 2, el valor del caso base se encuentra para un valor de la franja pico de 2.5 veces respecto al valor valle y en el caso de la relación valor valle/tarifa base, la relación se encuentra en 70% y 60% para zona 1 y zona 2, respectivamente.

Por otro lado, si se analiza la sensibilidad al modificar el nivel de respuesta de la demanda y el número de participantes también se puede determinar cómo responde la relación de beneficio/costo para el piloto. Los resultados de este análisis, para la zona 1 se muestran en la Tabla 127.

Tabla 127. Sensibilidad del piloto en función de la RD y el número de participantes zona 1.
Fuente: Elaboración propia.

B/C	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%	110%	115%	120%	125%	130%	135%	140%	145%	150%	
50%	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,57	0,61	0,64	0,67	0,71	0,74	0,78	0,81	0,85	0,88	0,92	0,95	0,99	1,02	1,05	1,05
55%	0,39	0,43	0,46	0,50	0,54	0,58	0,61	0,65	0,69	0,73	0,76	0,80	0,84	0,87	0,91	0,95	0,99	1,02	1,06	1,10	1,13	1,13
60%	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,90	0,94	0,97	1,01	1,05	1,09	1,13	1,17	1,21	1,21
65%	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,66	0,70	0,74	0,78	0,83	0,87	0,91	0,95	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,21	1,25	1,29	1,29
70%	0,47	0,51	0,56	0,61	0,65	0,70	0,74	0,79	0,83	0,88	0,92	0,97	1,01	1,06	1,10	1,15	1,19	1,24	1,28	1,32	1,37	1,37
75%	0,50	0,54	0,59	0,64	0,69	0,74	0,78	0,83	0,88	0,93	0,97	1,02	1,07	1,12	1,16	1,21	1,26	1,31	1,35	1,40	1,45	1,45
80%	0,52	0,57	0,62	0,67	0,73	0,78	0,83	0,88	0,93	0,98	1,03	1,08	1,13	1,18	1,23	1,28	1,33	1,38	1,43	1,48	1,52	1,52
85%	0,55	0,60	0,66	0,71	0,76	0,82	0,87	0,92	0,97	1,03	1,08	1,13	1,19	1,24	1,29	1,34	1,39	1,45	1,50	1,55	1,60	1,60
90%	0,58	0,63	0,69	0,74	0,80	0,86	0,91	0,97	1,02	1,08	1,13	1,19	1,24	1,30	1,35	1,41	1,46	1,52	1,57	1,63	1,68	1,68
95%	0,60	0,66	0,72	0,78	0,84	0,90	0,95	1,01	1,07	1,13	1,18	1,24	1,30	1,36	1,41	1,47	1,53	1,59	1,64	1,70	1,76	1,76
100%	0,63	0,69	0,75	0,81	0,87	0,93	1,00	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,36	1,42	1,48	1,54	1,60	1,66	1,71	1,77	1,83	1,83
105%	0,66	0,72	0,78	0,85	0,91	0,97	1,04	1,10	1,16	1,23	1,29	1,35	1,41	1,48	1,54	1,60	1,66	1,73	1,79	1,85	1,91	1,91
110%	0,68	0,75	0,82	0,88	0,95	1,01	1,08	1,15	1,21	1,28	1,34	1,41	1,47	1,54	1,60	1,67	1,73	1,79	1,86	1,92	1,99	1,99
115%	0,71	0,78	0,85	0,92	0,98	1,05	1,12	1,19	1,26	1,33	1,39	1,46	1,53	1,60	1,66	1,73	1,80	1,86	1,93	2,00	2,06	2,06
120%	0,74	0,81	0,88	0,95	1,02	1,09	1,16	1,23	1,30	1,38	1,45	1,52	1,59	1,66	1,72	1,79	1,86	1,93	2,00	2,07	2,14	2,14
125%	0,76	0,84	0,91	0,98	1,06	1,13	1,21	1,28	1,35	1,42	1,50	1,57	1,64	1,71	1,79	1,86	1,93	2,00	2,07	2,14	2,21	2,21
130%	0,79	0,87	0,94	1,02	1,10	1,17	1,25	1,32	1,40	1,47	1,55	1,62	1,70	1,77	1,85	1,92	2,00	2,07	2,14	2,22	2,29	2,29
135%	0,82	0,90	0,97	1,05	1,13	1,21	1,29	1,37	1,45	1,52	1,60	1,68	1,76	1,83	1,91	1,99	2,06	2,14	2,21	2,29	2,37	2,37
140%	0,84	0,92	1,01	1,09	1,17	1,25	1,33	1,41	1,49	1,57	1,65	1,73	1,81	1,89	1,97	2,05	2,13	2,21	2,28	2,36	2,44	2,44
145%	0,87	0,95	1,04	1,12	1,21	1,29	1,37	1,46	1,54	1,62	1,70	1,79	1,87	1,95	2,03	2,11	2,19	2,27	2,35	2,44	2,52	2,52
150%	0,90	0,98	1,07	1,16	1,24	1,33	1,41	1,50	1,58	1,67	1,75	1,84	1,92	2,01	2,09	2,18	2,26	2,34	2,42	2,51	2,59	2,59

Y para la zona 2, los resultados del análisis se muestran en la Tabla 128.

B/C	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%	110%	115%	120%	125%	130%	135%	140%	145%	150%	
50%	0,42	0,46	0,51	0,55	0,59	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,20	1,24	1,24
55%	0,44	0,49	0,53	0,57	0,61	0,66	0,70	0,74	0,79	0,83	0,87	0,92	0,96	1,00	1,04	1,09	1,13	1,17	1,21	1,26	1,30	1,30
60%	0,46	0,51	0,55	0,60	0,64	0,69	0,73	0,78	0,82	0,87	0,91	0,95	1,00	1,04	1,09	1,13	1,18	1,22	1,27	1,31	1,36	1,36
65%	0,48	0,53	0,57	0,62	0,67	0,71	0,76	0,81	0,85	0,90	0,95	0,99	1,04	1,09	1,13	1,18	1,23	1,27	1,32	1,36	1,41	1,41
70%	0,50	0,55	0,60	0,65	0,69	0,74	0,79	0,84	0,89	0,94	0,99	1,03	1,08	1,13	1,18	1,23	1,27	1,32	1,37	1,42	1,47	1,47
75%	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,77	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,17	1,22	1,27	1,32	1,37	1,42	1,47	1,52	1,52
80%	0,54	0,59	0,64	0,69	0,75	0,80	0,85	0,90	0,96	1,01	1,06	1,11	1,16	1,22	1,27	1,32	1,37	1,42	1,47	1,53	1,58	1,58
85%	0,56	0,61	0,66	0,72	0,77	0,83	0,88	0,94	0,99	1,04	1,10	1,15	1,20	1,26	1,31	1,37	1,42	1,47	1,53	1,58	1,63	1,63
90%	0,58	0,63	0,69	0,74	0,80	0,86	0,91	0,97	1,02	1,08	1,13	1,19	1,25	1,30	1,36	1,41	1,47	1,52	1,58	1,63	1,69	1,69
95%	0,59	0,65	0,71	0,77	0,83	0,88	0,94	1,00	1,06	1,11	1,17	1,23	1,29	1,34	1,40	1,46	1,51	1,57	1,63	1,69	1,74	1,74
100%	0,61	0,67	0,73	0,79	0,85	0,91	0,97	1,03	1,09	1,15	1,21	1,27	1,33	1,39	1,44	1,50	1,56	1,62	1,68	1,74	1,80	1,80
105%	0,63	0,69	0,76	0,82	0,88	0,94	1,00	1,06	1,12	1,18	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,55	1,61	1,67	1,73	1,79	1,85	1,85
110%	0,65	0,71	0,78	0,84	0,90	0,97	1,03	1,09	1,16	1,22	1,28	1,35	1,41	1,47	1,53	1,60	1,66	1,72	1,78	1,84	1,91	1,91
115%	0,67	0,73	0,80	0,87	0,93	1,00	1,06	1,13	1,19	1,26	1,32	1,38	1,45	1,51	1,58	1,64	1,71	1,77	1,83	1,90	1,96	1,96
120%	0,69	0,76	0,82	0,89	0,96	1,02	1,09	1,16	1,22	1,29	1,36	1,42	1,49	1,56	1,62	1,69	1,75	1,82	1,88	1,95	2,01	2,01
125%	0,71	0,78	0,85	0,91	0,98	1,05	1,12	1,19	1,26	1,33	1,39	1,46	1,53	1,60	1,67	1,73	1,80	1,87	1,93	2,00	2,07	2,07
130%	0,73	0,80	0,87	0,94	1,01	1,08	1,15	1,22	1,29	1,36	1,43	1,50	1,57	1,64	1,71	1,78	1,85	1,92	1,99	2,05	2,12	2,12
135%	0,74	0,82	0,89	0,96	1,04	1,11	1,18	1,25	1,32	1,40	1,47	1,54	1,61	1,68	1,75	1,82	1,89	1,97	2,04	2,11	2,18	2,18
140%	0,76	0,84	0,91	0,99	1,06	1,14	1,21	1,28	1,36	1,43	1,50	1,58	1,65	1,72	1,80	1,87	1,94	2,01	2,09	2,16	2,23	2,23
145%	0,78	0,86	0,94	1,01	1,09	1,16	1,24	1,31	1,39	1,47	1,54	1,62	1,69	1,77	1,84	1,91	1,99	2,06	2,14	2,21	2,28	2,28
150%	0,80	0,88	0,96	1,04	1,11	1,19	1,27	1,35	1,42	1,50	1,58	1,65	1,73	1,81	1,88	1,96	2,04	2,11	2,19	2,26	2,34	2,34

Tabla 128. Sensibilidad del piloto en función de la RD y el número de participantes zona 2.
Fuente: Elaboración propia.

En las tablas anteriores, la columna 1 representa el porcentaje en el que puede variar la respuesta de la demanda y la fila 1, el porcentaje en el que puede variar el número de usuarios participantes del piloto. Las celdas en color verde representan el valor de la relación beneficio/costo que resulta apropiado para el piloto, con valores superiores a 1, lo que indica mayores beneficios frente a los costos.

3.3. Caso de estudio ZNI

A partir del trabajo realizado a inicio de 2020, donde se desarrolló una metodología para identificar las poblaciones de la zona no interconectada de Colombia con potencial para el desarrollo de pilotos de programas RD, en esta sección, se presenta la aplicación de esa metodología para el diseño del piloto de los programas RD a aplicar en zona urbana del municipio de Puerto Carreño, una de las localidades ubicadas en la zona no interconectada (ZNI) del país. La selección se realizó haciendo análisis de los 7 criterios mostrados en la Figura 34.

Este esquema permitió hacer la validación del lugar donde ubicar el Piloto RD. Sin embargo, el flujograma representa solo una de las actividades a realizar. En general, llevar a cabo el piloto RD involucra cinco etapas: i) Planeación, ii) Preinstalación, iii) Instalación, iv) Ejecución y v) Evaluación. Cada una de las cuales tiene algunas actividades a desarrollar que permitirán la puesta en marcha de forma exitosa el Piloto. A continuación, se presenta el desarrollo de cada uno de los elementos señalados en la Figura 32, para el piloto a implementar en Puerto Carreño.

3.3.1. Levantamiento de información

Se ha seleccionado como ubicación de implementación del piloto RD en ZNI a la zona urbana del municipio de Puerto Carreño en el departamento de Vichada. A continuación, se describe la justificación de esta selección, de acuerdo con la metodología propuesta en la sección 3.1.1.

a. Cobertura de servicios públicos

Entre los diversos factores valorados fue el de la disponibilidad de servicios públicos de acueducto, alcantarillado y energía eléctrica. Es importante conocer la infraestructura de servicios públicos con que cuenta el municipio de Puerto Carreño, esta información puede consultarse en el Censo nacional de población y viviendas CNPV- 2018 (DANE, 2019). También puede usarse el Índice de Cobertura de Energía Eléctrica (ICEE), que es publicado por la UPME como un valor de referencia global del estado de cobertura de energía.

De acuerdo con (Colombia Inteligente, 2020), en las ZNI no se cuenta con amplia cobertura en infraestructura de servicios públicos, como consecuencia se selecciona el percentil 50 como criterio de exclusión. En el caso de Puerto Carreño, de acuerdo con la información del DANE, en cobertura de servicios públicos, se encuentra por debajo del percentil 50 (alcantarillado-11.94%, acueducto-75.72% y Electricidad-89.58%). Según el informe de gestión del municipio a la superservicios⁵⁵, en acueducto, la cobertura en la cabecera es del 100%, pero no se presta de forma continua, en promedio es de 8h/día. Sin embargo, si se toma como filtro, el percentil de 95% del ICEE, Puerto Carreño tiene 96,97% de acceso a electricidad durante 24h, sumado a que se trata de cabecera municipal y capital de departamento, se da por cumplido este primer criterio.

b. Características de los usuarios

Las localidades que están dentro de las ZNI se encuentran monitoreadas por el IPSE, y dependiendo del número de suscriptores, se clasifican en:

- Tipo 1: superior a 300.
- Tipo 2: entre 151 y 300.
- Tipo 3: entre 51 y 150.
- Tipo 4: entre 1 y 50.

55

https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Acueducto%2C%20alcantarillado%20y%20aseo/Acueducto%20y%20Alcantarillado/2018/Dic/evaluacion_integral_puerto_carreno_0.pdf

Se asume que las localidades con mayor número de suscriptores, Tipo 1 y 2, estarían en posición de reducir más energía por implementación de programas RD. En el caso de Puerto Carreño, de acuerdo con el informe SUI⁵⁶ para junio de 2020, se tienen 5.425 usuarios, lo que lo clasifica en el Tipo 1, con lo que el segundo criterio también se cumple.

c. Densidad poblacional

La mayoría de los municipios del ZNI presentan una baja densidad poblacional, por lo que se toma como percentil de inclusión una densidad poblacional de 10 viviendas/km² (Colombia inteligente, 2020). Así, con los datos del censo 2018, y de la sociedad geográfica de Colombia, Puerto Carreño con 6906 viviendas y 12897 Km², tiene una densidad poblacional de 0.5353 viviendas/Km², cumpliendo con el tercer criterio.

d. Experiencias en Programas socioeconómicos o ambientales

Este criterio involucra proyectos que involucre el trabajo con comunidades, de tal manera que se pueda determinar la respuesta de la comunidad frente a iniciativas que propendan por beneficios socioeconómicos o ambientales para ellas. Para el caso de Puerto Carreño, se tienen referencia de proyectos financiados por el fondo FAZNI⁵⁷.

En octubre de 2018, En el marco del proyecto Sistemas Integrados de Salud para América Latina y El Caribe, líderes de salud de comunidades de zona rural y periurbana afectadas por la emergencia invernal -sucedida en el departamento de Vichada entre junio y agosto de este año- se capacitaron como gestores comunitarios del riesgo en salud para la vigilancia epidemiológica de base comunitaria en los municipios de Puerto Carreño y Cumaribo. Para su implementación el departamento cuenta con la sala situacional virtual de salud, que permite a los gestores comunitarios mantener comunicación permanente, a través de internet o en las salas de Vive Digital ubicadas en las zonas rurales, teléfonos celulares con mensaje de texto o de WhatsApp, y operadores de radio⁵⁸.

En octubre de 2019, bajo la iniciativa de la Fundación Orinoquía con la alianza estratégica de la Fundación norteamericana GivePower, en asocio con empresas privadas, fue puesto en marcha un proyecto para un cultivo acuapónico, una propuesta sostenible que beneficiará primordialmente a más de 70 familias indígenas de las etnias Amorua y Sikuaní radicadas en la comunidad de Guáripa, garantizando la seguridad alimentaria de los habitantes del Resguardo indígena y visibilizar las potencialidades turísticas de la región en el desarrollo del turismo comunitario⁵⁹. Con esta información, el cuarto criterio se cumple para Puerto Carreño.

e. Experiencias en programas tecnológicos y/o FNCER

Este criterio hace referencia a la ejecución de proyectos que involucren tecnología en energía o fuentes renovables no convencionales (FNCER). Existen diversas iniciativas y proyectos relacionados con programas tecnológicos y fuentes renovables, que están siendo aplicados en el departamento de Vichada y en particular en el municipio de Puerto Carreño. A continuación, se enuncian algunos de esos proyectos financiados por el fondo FAZNI⁶⁰, del IPSE:

- Proyectos energéticos sostenibles en sistemas híbrido- Diésel, en localidades de las zonas no interconectadas del municipio.

⁵⁶ http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ele_com_131

⁵⁷ http://www.ipse.gov.co/proyectos/fazni-estado/catalog?option=com_joedb&view=catalog&format=html&reset=false&ordering=DESC&orderby=Departamento&Itemid=500&task=&search=Puerto+carre%C3%B1o&searchfield=Municipio&limit=25

⁵⁸ <https://www.paho.org/es/colombia>

⁵⁹ <https://elmorichal.com/2019/10/25/cultivo-acuaponico-una-apuesta-sostenible-en-puerto-carreno/>

⁶⁰ <http://ipse.gov.co/proyectos/fazni-estado/catalog#>

- Construcción de sistemas de energía solar fotovoltaica para las juntas de acción comunal en la zni en el departamento de Vichada.
- Construcción sistema solar fotovoltaico aislado con autonomía de 1 día que permita el acceso al servicio de energía eléctrica a 355 viviendas del sector rural del municipio de Puerto Carreño
- Construcción de sistemas de energía solar fotovoltaica para 151 viviendas rurales en las veredas Aceitico, Caño Manati, Caño Negro, Casuarito, Chaparral, El Progreso, Juriepe, La Esmeralda, La Libertad, La Venturosa, Paso Ganado, Puerto Murillo, Del Municipio De Puerto Carreño Departamento Del Vichada.
- Implementación de proyecto de medición prepago. Este proyecto cuenta con un sistema de medición prepago que se instalará en la vivienda de novecientos noventa y nueve (999) usuarios residenciales de los estratos 1 y 2, así como en setenta y siete (77) establecimientos comerciales de la capital del departamento de Vichada, Puerto Carreño⁶¹
- Implementación de puntos de internet wifi, iniciativa llamada Vive digital de Mintic. Iniciativa que, en 2015, pretendía instalar 7 puntos de conexión en Puerto Carreño^{62 63}.

Con estos proyectos, Puerto Carreño cumple con el quinto criterio.

f. Potencial de sostenibilidad - Consumo de combustible diésel

Las localidades que se encuentran en ZNI tienen fuentes de generación basadas en combustibles fósiles. De acuerdo con (Colombia Inteligente, 2020), el percentil de exclusión es de 70, quedando por fuera aquellos municipios con consumo de diésel inferior a 316 galones. Además, de combustibles fósiles para la generación de electricidad, se le suma que una parte de la energía eléctrica proviene de la dependencia del sistema interconectado de Venezuela.

De acuerdo con los datos encontrados en el reporte SUI y CNM de junio de 2020, en Puerto Carreño el consumo promedio mensual de diésel fue de 34.543 galones y 2.093.680 de kWh⁶⁴. Ese valor medio de consumo de diésel supera el valor correspondiente de combustible del percentil 70 definido en la metodología, por lo que cumple con este criterio.

g. Potencial de curva de carga. Cultura energética

Se realizó análisis del perfil de consumo y las horas de prestación del servicio usando la información disponible en el informe de telemetría de junio de 2020 de IPSE. De acuerdo con este, Puerto Carreño dispone de energía eléctrica proveniente de fuentes térmicas y de la interconexión con Venezuela. En total para junio de 2020 consumió 2.093.680 kWh, que con referencia a Junio de 2019 (1.955.894 kWh), mostró un crecimiento en la demanda de energía eléctrica del 7,04%.

A partir de los datos de IPSE-CNM, se obtiene el perfil de consumo horario y por tipo de día que se muestra en la Figura 54.

⁶¹ <http://www.ipse.gov.co/transparencia-y-acceso-a-informacion-publica/informacion-de-interes2/noticias/595-ipse-avanza-en-implementacion-de-proyecto-de-medicion-prepago>

⁶² <https://www.teleorinoco.com/2016/08/vive-digital-en-puerto-carreno.html>

⁶³ <https://elmorichal.com/2018/05/02/kioscos-vive-digital-en-vichada/>

⁶⁴ <http://reportes.sui.gov.co/>

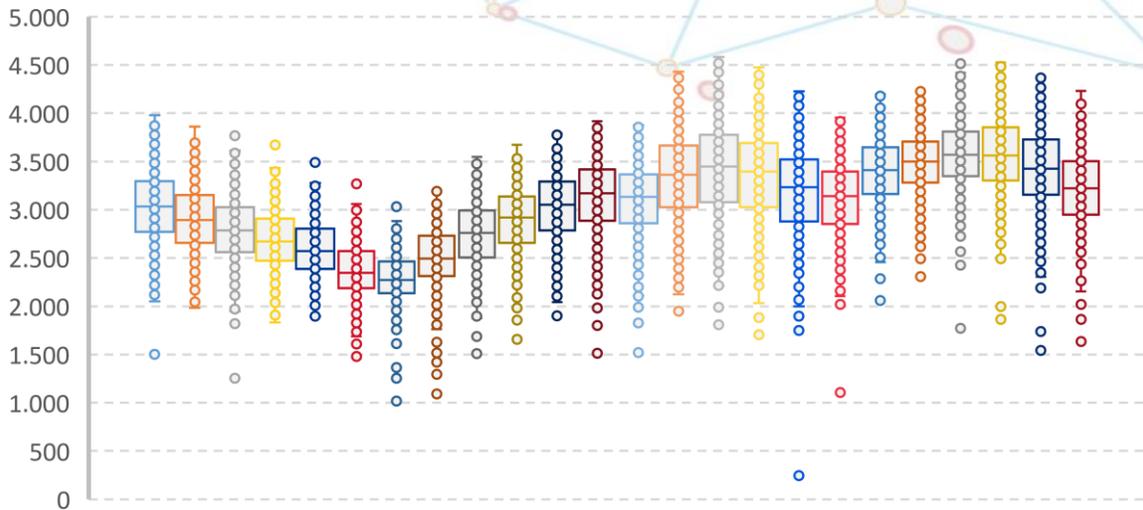


Figura 54. Consumo diario promedio para Puerto Carreño 2019- 2020.
Fuente: tomada de (IPSE, 2020)

En esta figura, puede observarse que las horas de mayor consumo están después de mediodía, un primer pico iniciando entre las 12 y las 14, con un máximo a las 13 y un segundo pico iniciando entre las 17 y las 22, alcanzando el punto máximo a las 20 h, para el caso del circuito 1 (comportamiento sector residencial- línea roja). El circuito 2 (línea azul oscura) no presenta variaciones significativas y el circuito 3 (línea azul clara), presenta dos picos de menor consumo comparados con el circuito 1, el primero inicia a las 8 am, alcanzando un máximo a las 11 horas, muestra una pequeña reducción alrededor de las 12 y aumenta de nuevo a las 13, hasta un máximo a las 14 que finaliza a las 17 (comportamiento sector comercial u oficial)

De igual manera, se hace el análisis de perfil de consumo por día de la semana como se muestra en la Figura 55

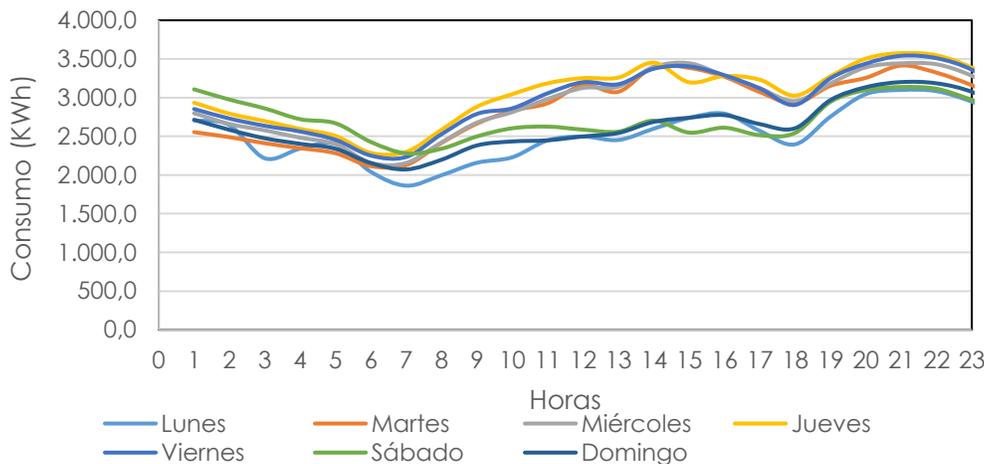


Figura 55. Consumo promedio por tipo de día para Puerto Carreño en junio 2020.
Fuente: tomada de (IPSE, 2020)

De acuerdo con la Figura 55, el consumo en Puerto Carreño tiene un comportamiento similar para cualquier día de la semana. Presentando mayor consumo los días martes a viernes, e inferior de sábado a lunes. En general, se identifican dos picos, uno iniciando alrededor de las 12 del mediodía y finalizando a las 17h, con un punto máximo a las 15 h y otro iniciando a las 18h y finalizando a las 22 h, con un punto máximo alrededor de las 21h. De acuerdo con esta figura, el potencial de reducción puede ser del orden de 500 kWh diarios.

Comparando los datos de telemetría de IPSE, de junio de 2019 y junio de 2020, se puede determinar que para el caso de la energía de la interconexión con Venezuela ha habido una reducción diaria de 9% en tanto que del total de consumo ha subido 7,09%, siendo esto indicativo de la potencialidad de aplicación de programas RD, que permitiría tener mayores reducciones del consumo y reducir también la dependencia con la interconexión con Venezuela.

Para determinar el tipo de usuarios con mayor potencial de implementación del piloto RD, se presenta la distribución por tipo de usuario en el municipio de Puerto Carreño, los resultados se muestran en la Figura 56.

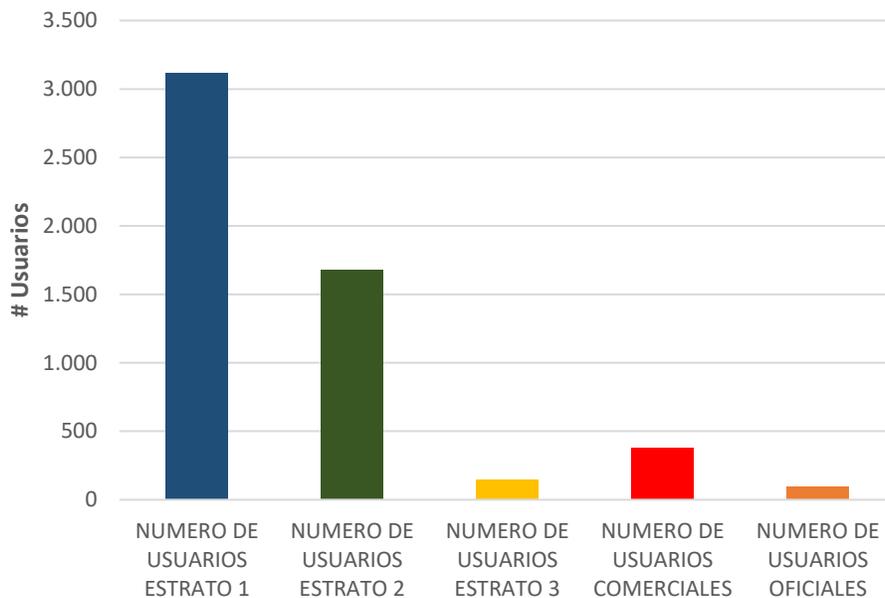


Figura 56. Distribución usuarios energía eléctrica por tipo en Puerto Carreño, junio 2020.
Fuente: Elaboración propia datos SUI

De acuerdo con la Figura 9, la mayor cantidad de usuarios se encuentra en el sector residencial, en los estratos 1 y 2. También se determinó la distribución del consumo de energía para cada tipo de usuario y los resultados se muestran en la Tabla 129.

Tabla 129. Distribución del consumo de electricidad en Puerto Carreño.
Fuente: Elaboración propia (datos SUI junio 2020)

Tipo de usuario	Consumo energía (%)
Estrato 1	36,6%
Estrato 2	24,5%
Estrato 3	2,5%
Sector comercial	11,0%
Sector oficial	25,3%

A continuación, se muestra en la Tabla 130 el potencial de aplicación de los programas RD, para algunos sectores, cuáles son las áreas y/o cargas de influencia para el programa piloto en Puerto Carreño.

Tabla 130. Potencial de aplicación RD en sector comercial y público en Puerto Carreño
Fuente: elaboración propia.

Áreas	Fuente energética	Usos	Aporte RD
Almacenes comercio	Eléctrico	Iluminación, aire acondicionado, refrigeración	R-D ●
Restaurantes	Térmico/eléctrico	Calor, gas, equipos eléctricos	R-D ●
Oficinas públicas	Eléctrico	Iluminación, aire acondicionado, equipos eléctricos	R-D ●

3.3.2. Ubicación

Una vez levantada y analizada toda la información teniendo en cuenta los 7 criterios de la metodología para identificar la ubicación del piloto RD en zona ZIN, se puede confirmar Puerto Carreño como zona para aplicar el piloto del programa RD. A continuación en la Figura 57 se muestra la ubicación del municipio en el mapa de Colombia.



Figura 57. Ubicación de lugar para implementar el piloto RD: Puerto Carreño
Fuente: elaboración propia.

Puerto Carreño (Zona 3) es la capital del departamento de Vichada, y cuenta con 24 horas de servicio de energía eléctrica, proveniente en su mayoría de interconexión Venezuela. Para junio de 2020 presentó un consumo de 2.093.680 kWh, de los cuales el 96% provino de la interconexión con Venezuela y el restante de fuentes térmicas a partir de diésel.

3.3.3. Programa RD

A partir del análisis anterior, se define el programa de Tarifa intradiaria, como programa RD para el piloto a implementar en la zona 3. A continuación, se describe el programa y se presentan las características particulares del mismo.

a. Atributos del programa RD, actores y roles

Para el caso de localidades vinculadas al ZNI se determinó la ejecución del programa de Tarifas intradiarias. En la Tabla 131, se presentan los requerimientos generales para el programa.

Tabla 131. Requerimientos generales del programa de tarifas intradiarias.
 Fuente: Elaboración propia

Tipo de Requerimiento	Fases del programa Tarifa Intradiaria		
	Preparación	Ejecución	Validación y Análisis
Informativos	Lo que se requiere para intervención e implementación de equipos de control de las cargas eléctricas a participar.	Beneficios para el usuario, mecanismos y canales de comunicación, las tarifas y su franja de duración.	Disponibilidad de históricos de consumo por períodos de tiempo especificados.
	Explicación beneficios y cambio de tarifas: tradicional vs programa RD. Despliegue de AMI: descripción técnica de los equipos, las etapas y tiempos del proceso.	Inicio y final de hora con cambio de tarifa, valor en \$de kWh.	Comparación de ahorros obtenidos vs la LBC para cada período de tiempo especificado y cada agrupación de usuarios.
Tecnológicos	Instalación y puesta en servicio del sistema de medición inteligente en el predio del cliente.	Gestión de la información de consumo.	Reporte de fallas del medidor y su incidencia en los registros del programa.
Operativos	Especificación de los atributos: Arquitectura, Período, Activación, Línea base, Monitoreo y verificación.	Establecer la línea base de consumo correspondiente a cada usuario/ grupo de usuario.	Comparativos frente a usuarios similares. Acumulados de ahorro: kWh, \$, CO ₂

Y en la En la Tabla 132, se muestran los atributos específicos para el programa de tarifa intradiaria a implementar como piloto en la zona 3. Información más detallada de cada programa puede consultarse en la Sección 1.1.2.

 Tabla 132. Atributos para el programa de tarifas intradiarias
 Fuente: (Colombia Inteligente, 2019)

Atributo	Aplicación Programa Tarifa intradiaria
Objetivo del programa	<ul style="list-style-type: none"> • Desplazar patrones de consumo a horas del día en las que resulta menos costosa la operación. • Mitigar emisiones GEI. • Suavizar el pico de la demanda/Gestionar restricciones de la red.
Incentivos del programa	Tarifas diferenciadas para dos franjas de acuerdo con el perfil de consumo para Puerto Carreño. Como sistema para emular los beneficios recibidos por el usuario se define un sistema de puntos que incluye puntos por desplazamiento + puntos por reducción, así: <ul style="list-style-type: none"> • 1 punto por cada kWh desplazado y/o reducido • 1 punto por reducciones del 3% • Cada punto tiene un valor de 10 pesos
Diseño de tarifas	Tarifas pico y valle basada en el promedio de octubre 2020 (\$/kWh) ⁶⁵ .
Mercado	Residencial (alta aplicabilidad), Oficial (mediana aplicabilidad) y Comercial (baja aplicabilidad). La aplicabilidad hace referencia al número de usuarios.
Prerrequisitos participación	Medidor de energía que registre los consumos en el periodo que corresponda al diseño de las tarifas.
Tiempo del programa (franja)	El tiempo no está asociado a alguna condición estacional o del año.
Restricciones de los eventos	Las restricciones las pone el usuario, según el nivel de comodidad en el hogar o actividad que esté dispuesto a modificar.

⁶⁵ <https://www.xm.com.co/Paginas/Mercado-de-energia/precio-promedio-y-energia-transada.aspx>

Atributo	Aplicación Programa Tarifa intradiaria
Duración del evento	El usuario decide la duración del consumo. La duración está acotada al periodo de tiempo de cada franja (máximo dos franjas). En general, una franja para el pico de la demanda, y una franja para consumos bajos.
Notificación - Arquitectura	Reporte de los precios y franjas para el uso del programa (se recomienda proceso de inscripción y periodo de prueba).
Comportamiento esperado	Los usuarios al conocer las tarifas intradiarias y los incentivos de emulación correspondientes del programa trasladarán sus consumos a las horas que les brinde un mayor beneficio.
Disponibilidad	No se requiere reportar disponibilidad.
Recurso	Climatización, refrigeración, Cocción, Iluminación.
Periodo	2 periodos franjas horarias definidas así: Período Pico Período Valle
Activación del funcionamiento programa	Se activa con definición del método de entrega de beneficios por participación en el RD y la expedición de resolución por parte de la empresa de servicios públicos de Vichada.
Línea base	No se requiere línea base para las franjas tarifarias y acceder a los beneficios.
Monitoreo y verificación	Se requiere monitoreo y verificación para acceder a los incentivos. Se realiza monitoreo para el seguimiento y evaluación del aporte del programa RD.
Requerimiento tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor avanzado (registro de datos) y web (versión escritorio y móvil), cartelera informativas. • No es indispensable automatizar equipos para hacer el cambio de comportamiento del consumo (acciones manuales).

A continuación, se presentan los actores con sus roles y responsabilidades para el caso de implementación del piloto RD en ZNI para el municipio de Puerto Carreño. La Tabla 133 muestra los actores y sus responsabilidades.

Tabla 133. Actores y responsabilidades.
Fuente: Elaboración propia

Actor	Responsabilidad
Usuario URD	Son los suscriptores servicio de electricidad de la cabecera municipal del Puerto Carreño. Son usuarios regulados, definidos según la CREG como persona natural o jurídica cuyas compras de electricidad están sujetas a tarifas establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). En esta categoría se encuentran la mayoría de los usuarios comerciales, oficiales y los residenciales clasificados por estratos socioeconómicos. Para ambos casos se realizaría un proceso de inscripción en el programa RD. Además, los usuarios que decidan participar contarían con una web que garantice el acceso a la información asociada al programa.
Comercializador ERD	Empresa Zona 3. Es la encargada de informar y capacitar a los usuarios sobre el programa, las condiciones para inscribirse y sus beneficios, proporcionando de manera clara, precisa y oportuna los planes tarifarios, es decir, el número de franjas, su duración y la tarifa correspondiente.
Operador de la Red- OO	Empresa zona 3. Será la encargada de planear la expansión, operación y mantenimiento de las redes de las zonas. Los OR habilitarían la infraestructura de medición (arquitectura, AMI/MDM), realizar la instalación de la unidad de medida y proveer la información del sistema de medición (almacenar las lecturas, validar la integridad y trazabilidad de los datos para su suministro al usuario y terceros autorizados).
Organismos de regulación y control- ORC	<p>Ministerio de Minas y Energía</p> <p>La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) se encargan de vigilar y controlar el comportamiento de los agentes y sancionar las violaciones a las leyes y reglas que correspondan</p> <p>IPSE</p> <p>CREG. Define las reglas para el diseño e implementación de los planes tarifarios, liquidación y facturación. Así como las condiciones para la prestación del servicio</p>

La tabla anterior define específicamente quienes son los actores involucrados en el desarrollo del piloto en la ciudad de Puerto Carreño. Incluye a los usuarios del sector residencial, oficial y comercial de la cabecera municipal de Puerto Carreño, la empresa de energía eléctrica del departamento de Vichada como oferente y operador del programa. A continuación, en Tabla 134, se presenta para cada actor, que rol desempeña en cada etapa de ejecución del piloto.

Tabla 134. Consolidado Actores, rol y función según la etapa del piloto RD
Fuente: Elaboración propia

Etapa	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador
Planeación	R	S	C	I	A
Preinstalación	S	C	R	I	A
Instalación	C	S	R	I	A
Ejecución	C	S	R	I	A
Evaluación	R	A	S	C	I

Planeación	Empresa zona 3 o un tercero contratado (Proyecto IPSE)	Empresa zona 3 o un tercero contratado	Empresa Zona 3 de Vichada o un tercero contratado	URD- Usuarios energía de Puerto Carreño	ORC
Evaluación	Empresa zona 3 /ORC	Empresa zona 3	Empresa Zona 3 /ORC o un tercero contratado	Empresa zona 3	URD- Usuarios energía de Puerto Carreño

b. Estrategia de fomento

En esta sección, se describe los elementos de la estrategia de fomento a implementar en el piloto RD. Dado que el piloto ZNI, permitirá establecer las herramientas para la implementación masiva de un programa de tarifa intradiaria en este tipo de zonas, la estrategia de fomento a implementar es la de Aprendizaje Vivencial. Esta estrategia tiene como foco la transformación de la cultura del consumidor de energía eléctrica, en torno a acciones que permitan la reducción y/o desplazamiento de la energía y está orientada a fomentar la participación activa del usuario de la zona 3 en el programa de Tarifa Intradiaria, mediante la potencialización de las experiencias que el mismo cliente puede tener en contacto con los sistemas de medición avanzada y las aplicaciones desarrolladas para la gestión de la información de consumos energéticos. Para esto, se establece una línea de acción enfocada a la transición hacia la digitalización del cliente.

La Tabla 135 muestra el mapa completo de la estrategia de fomento para el programa RD, se incluyen para cada actividad, los roles de los actores involucrados, el indicador o indicadores que se muestran en la Tabla 61 para validar la misma, los mensajes y los medios de difusión en la Tabla 26 y en la Tabla 27 respectivamente.

Tabla 135. Consolidado elementos estrategia Aprendizaje Vivencial
 Fuente: Elaboración propia

Act.	Duración	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador	Mensajes	Medios	Riesgo	Indicador
A1	2-3 meses	Empresa Zona 3 o tercero contratado para esta actividad	ORC: MME	CREG	CG Usuario RD Puerto Carreño	ORC	No aplica	No aplica	1,0	11
A2	2-3 meses	Empresa Zona 3	ORC: MME	Empresa Zona 3 o tercero contratado para esta actividad	CG Usuario RD Puerto Carreño	ORC CG Usuario RD Puerto Carreño	No aplica	No aplica	1,0	12
A3	Permanente	Empresa Zona 3	ORC: MME	ORC: CREG	CG Usuario RD Puerto Carreño	ORC	M1, M3, M7, M13, M15, M18, M19, M20, M21	MC9	2,0	14, 15
A4	2-3 meses	Empresa Zona 3	ORC: MME	ORC: MME	CG Usuario RD Puerto Carreño	ORC	M1, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M14	MC1, MC2, MC9, MC10	2,3	14
A5	2-3 meses	Empresa Zona 3 o tercero contratado para esta actividad	ORC: MME	Empresa Zona 3	CG Usuario RD Puerto Carreño	ORC	No aplica	No aplica	2,2	13
A6	Permanente	Empresa Zona 3	ORC: MME	Empresa Zona 3 o tercero contratado para esta actividad	CG Usuario RD Puerto Carreño	ORC, OO	M4, M13, M19, M20, M21, M22, M26	MC1, MC9, MC10	2,7	14, 15
A7	Permanente	Empresa Zona 3	ORC: MME	ORC: MME	CG Usuario RD Puerto Carreño	ORC OO	M25	MC1, MC2, MC9, MC10,	2,8	14
A8	Al final de cada mes	MME	ORC	Empresa Zona 3	CG Usuario RD Puerto Carreño	MME	M24	MC1, MC2, MC9, MC10,	3,1	14, 15

Act.	Duración	Diseñador	Promotor	Implementador	Receptor	Evaluador	Mensajes	Medios	Riesgo	Indicador
A9	Al final de cada mes	Empresa Zona 3	MME	Empresa Zona 3 o tercero contratado para esta actividad	CG Usuario RD Puerto Carreño	ORC CG URD	M23	MC1, MC2, MC9, MC10	3,2	14
A10	Permanente	Empresa Zona 3	Empresa Zona 3	Empresa Zona 3 o aliado estratégico o tercero contratado	Empresa Zona 3-ORC	Empresa Zona 3y/o ORC	No aplica	No aplica	2,8	16

3.3.4. Valoración piloto RD

En esta sección, se pretende determinar la conveniencia del proyecto piloto mediante la enumeración y valoración en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto. A continuación, se muestra la estructura de costos y beneficios para el piloto de Tarifa intradiaria en Puerto Carreño, lo que permitirá hacer una valoración del mismo.

d. Consideraciones generales

Para el cálculo de los beneficios y de los costos del piloto que se implementará en el ZNI se tuvieron en cuenta algunas consideraciones, **es importante resaltar que los datos usados en este caso son valores referenciales**, estos se muestran a continuación.

I. Caracterización del consumo base

En esta sección se pretende conocer el consumo de energía promedio de los usuarios diferenciado por tipo de usuario y los tipos de día de la semana (tipo 1: de lunes a viernes, tipo 2: sábado, y tipo 3: días festivos y especiales), también se mostrará la tarifa base de consumo por tipo de usuario y mes, y finalmente los costos operativos del sistema.

Energía promedio kWh-mes por tipo de usuario y días (horario si está disponible): En primer lugar, se debe conocer el número de suscriptores por estrato, la cantidad de kWh-mes que son consumidos y los kWh mes/ suscriptor, estos datos se muestran en la Tabla 136

Tabla 136. Caracterización de los usuarios
Fuente: elaboración propia

#	Zona 3			
	Tipo de usuario	Suscriptores	kWh-mes	kWh-mes/suscriptor
1	Estrato 1	3.120	597.922	113,5
2	Estrato 2	1.678	400.348	126,8
3	Estrato 3	151	41.383	124,9
7	Comercial	383	180.346	470,9
8	Oficial	93	414.286	4.454,7

Tarifa base de consumo por tipo de usuario y mes: Las tarifas base tipo de usuarios se muestran en la Tabla 137, estas fueron obtenidas de los tarifarios de la empresa de la zona 3, se puede observar que son tarifas fijas iguales para todos los tipos de usuarios de la zona 3.

Tabla 137. Tarifas del kW/h para cada tipo de usuario
Fuente: elaboración propia.

#	Zona 3	
	Tipo de usuario	\$kW/h
1	Estrato 1	584,4
2	Estrato 2	584,4
3	Estrato 3	584,4
7	Comercial	584,4
8	Oficial	584,4

Costos operativos del sistema por mes y hora: Los costos operativos del sistema se refieren al costo de generación que se da en la zona, en este caso se utiliza como valor referencial \$464,3.



Figura 58. Costos operativos promedio del sistema de la zona 3

Fuente: Elaboración propia

II. Características del piloto

En esta sección se ilustran las diferentes características que tiene el piloto, por ejemplo, la cantidad de medidores por usuario y la definición de participantes potenciales para el piloto, de igual manera se definen los meses del año en los que se va a implementar el piloto, y la clasificación de los meses del año según el tipo de días (T1, T2, T3)

Definición de usuarios, disponibilidad de medidores y definición potencial de participantes: En la definición de usuarios la cual se muestra en la Tabla 138, se tienen en cuenta aquellos usuarios que tienen medición AMI y en especial los que poseen medición AMI con telecomunicaciones, de estos se sacan los usuarios potenciales o el tamaño muestral para participar en el piloto RD aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Donde:

$Z_{95\%} = 1,960$

Probabilidad de ocurrencia $p = 50\%$

Probabilidad de no ocurrencia $q = 50\%$

Error muestral $e = 5\%$

Tamaño poblacional N

Tamaño muestral n

Tabla 138. Definición de usuarios, disponibilidad de medidores y definición potencial de participantes zona 3.

Fuente: elaboración propia

Tipo de usuario	Medidores convencionales	AMI	AMI Telco.	Priorizados	Potenciales RD
Estrato 1	3.120	1.204	1.065	672	672
Estrato 2	1.678	598	444	300	300
Estrato 3	151	53	25	15	15
Comercial	383	174	77	10	10
Oficial	93	41	3	3	3
Total	5.425	2.070	1.614	1.000	1.000

Meses del piloto: El piloto en ambas zonas se llevará a cabo en 9 meses de los cuales se emplearán 6 meses en la fase de ejecución.

Número de días por día tipo y mes: En la Tabla 139 se puede observar una clasificación de los días del mes, dependiendo si son tipo 1, tipo 2, o tipo 3.

Tabla 139. Número de tipos de días por meses

Fuente: elaboración propia

Día	Tipo	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Lunes a viernes	T1	22	20	20	20	20	20
Sábados	T2	4	4	4	4	5	3
Domingos y festivos	T3	5	6	7	6	6	7

III. Supuestos del piloto

Para obtener los valores de costos y beneficios se deben tener en cuenta los siguientes supuestos, estos son valores referenciales. Los supuestos consideran los siguientes valores referenciales:

- Consumo promedio.
- Número de participantes RD.
- Asignación de la franja.
- Valores tarifa base y por franjas.
- Valores costos operativos.
- Subsidios, valor punto por tipo de usuario, número de puntos por kWh reducido/desplazado.
- Factores impacto del programa RD.
- Curva típica de consumo.
- Curva Δ RD de consumo.
- Huella de carbono de la implementación del piloto RD.

Consumo promedio: este consumo se clasifica por el tipo de usuarios, y el mes, para el consumo promedio se suponen los valores mostrados en la Tabla 140:

Tabla 140. Consumos promedios para cada mes en la zona 3

Fuente: elaboración propia

Zona 3						
Tipo de usuario	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
Estrato 1	184,7	184,7	184,7	184,7	184,7	184,7
Estrato 2	234,4	234,4	234,4	234,4	234,4	234,4
Estrato 3	199,7	199,7	199,7	199,7	199,7	199,7
Comercial	301,3	301,3	301,3	301,3	301,3	301,3
Oficial	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0	191,0

Número de participantes RD: El número de participantes del piloto es el que se muestra en la Tabla 141, estos están divididos por el tipo de día y por el tipo de usuario, por ejemplo, en los días T1 se supone que todos los participantes definidos en el tamaño muestral van a participar en el programa RD, mientras que en los días T2 participarían el 100% de la muestra, y para los días T3 solo participarían el 20% de los usuarios.

Tabla 141. Participantes piloto RD por tipo de días

Fuente: elaboración propia

Tipo usuario	Zona 3 %			Zona 3 #		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Estrato 1	100%	100%	20%	245	245	122
Estrato 2	100%	100%	20%	169	169	84
Estrato 3	100%	100%	20%	14	14	7
Comercial	100%	100%	20%	10	10	5
Oficial	100%	100%	20%	3	3	1
Total				441	441	220

Asignación de la franja: Para la asignación de franjas se tuvo en cuenta las horas en las que se da el consumo en las horas valle (Franja 1) y las horas en las que se da el pico del consumo (Franja 2), en la Tabla 142 se muestra las diferentes franjas por tipos de usuario y tipos de día para la zona 3, se debe tener en cuenta que se consideraron franjas no mayores a 8 horas como valor referencial.

Tabla 142. Franjas por tipo de días para la zona 3
Fuente: elaboración propia

#	Tipo de usuario zona 1	Día T1, T2, T3		
		Franja 1	Franja 2	Franja 3
1	Estrato 1	18	6	0
2	Estrato 2	18	6	0
3	Estrato 3	18	6	0
7	Comercial	18	6	0
8	Oficial	18	6	0

Ahora bien, en la Figura 59 se muestran las franjas promedio por tipo de usuarios para la zona 3.

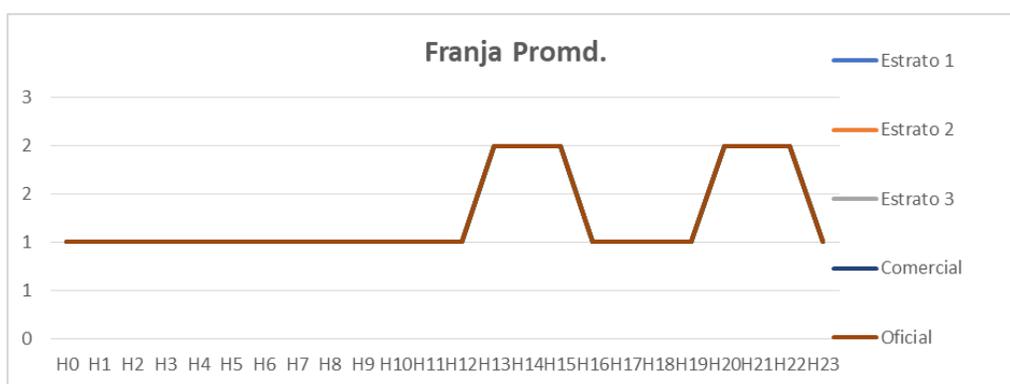


Figura 59. Franja de consumo para los diferentes tipos de usuarios de la zona 3
Fuente: Elaboración propia

Valores tarifa base y por franjas: Las tarifas bases se obtienen a partir de las mostradas en la Tabla 137. Para los días T1, T2 y T3, las tarifas se muestran en la Tabla 143. Se debe tener en cuenta que según recomendaciones de experiencias internacionales (The Brattle Group, 2019), para lograr la respuesta del cliente se asume una diferencia entre la tarifa valle y la tarifa pico de 2.5 veces como valor referencial para ambas zonas.

Tabla 143. Tarifas de los días T1, T2 y T3 para las franjas 1 y 2
Fuente: elaboración propia

Tipo de usuario	Zona 3 días T1, T2 y T3		
	Tarifa Fija	Tarifa franja 1	Tarifa Franja 2
Estrato 1	584,4	379,9	949,6
Estrato 2	584,4	379,9	949,6
Estrato 3	584,4	379,9	949,6
Comercial	584,4	379,9	949,6
Oficial	584,4	379,9	949,6

Valores costos operativos: Los costos operativos se asumen como los valores del precio de bolsa que se dan para cada hora del día, los cuales se mostraron previamente en la Figura 58.

Subsidios, valor punto por tipo de usuario, número de puntos por kWh reducido/desplazado: En este ítem se deben tener en cuenta los diferentes subsidios que se dan a los usuarios por sus consumos de energía eléctrica, en la Tabla 144 se muestra los subsidios para los usuarios de la zona 3.

Es importante considerar que estos son valores referenciales y que los subsidios serán iguales para los diferentes tipos de día que se proponen (T1, T2, T3).

Tabla 144. Subsidios para los diferentes tipos de usuarios
Fuente: elaboración propia

#	Tipo de usuario Zona 1	Subsidios
1	Estrato 1	32,74%
2	Estrato 2	20,89%
3	Estrato 3	14,69%
7	Comercial	10,50%
8	Oficial	10,50%

Es necesario considerar también que cuando se implementen los programas RD se deben tener en cuenta que los incentivos se manejarán a través de un sistema de puntos, los cuales tendrán un valor de 10 pesos, en la Tabla 145 se muestra el número de puntos (valores referenciales) que se darán a los usuarios por la hacer disminución o desplazamiento de los consumos cuando participe en el piloto RD. Se debe tener en cuenta que estos puntos serán iguales para los diferentes tipos de día que se proponen (T1, T2, T3). En cuanto al desplazamiento se dará 1 punto por kWh desplazado, y 1 punto por cada kWh reducido.

Tabla 145. Puntos por la reducción en el consumo
Fuente: elaboración propia

#	Tipo de usuario Zona 1	Tipo de usuario Zona 2	Puntos por reducción del 3%	Puntos por reducción del 5%	Puntos por reducción del 10%	Puntos por reducción del más del 10%
1	Estrato 1	Estrato 1	1	2	5	10
2	Estrato 2	Estrato 2	1	2	5	10
3	Estrato 3	Estrato 3	1	2	5	10
7	Comercial	Comercial	1	2	5	10
8	Oficial	Oficial	1	2	5	10

Factores impacto del programa RD: Los factores que se consideran en este ítem corresponden a la disminución de la duración y el número de las interrupciones, la disminución de las pérdidas de energía, la mitigación de emisiones de GEI, la disminución en el consumo del combustible, y las mitigaciones de GEI de las actividades conexas a la implementación del piloto. En la Tabla 146 se muestran los valores referenciales considerados para la obtención de los factores mencionados anteriormente para la zona 3.

Tabla 146. Factores de impacto del programa RD para la zona 3
Fuente: elaboración propia

Beneficios	Base		Programa RD		Costo unitario	
	Unidad	Valor	Unidad	Valor		
Disminución en la duración de las interrupciones	Minutos/año	1095,0	%	5%	\$/kWh-min	\$ 24,8
Disminución en el número de interrupciones	Veces/año	10	%	5%	\$/kWh-min	\$ 24,8
Disminución de las pérdidas de energía	%	10,00%	kWh	10%	\$/kWh	\$ 46,57
Mitigación de emisiones GEI	kg/kWh	0,73567	tCO2e	0,73567	\$/tCO2e	\$ 17.210,7
Disminución consumo de combustible	MBTU/kWh	0,0000813	kWh		\$/kWh	\$ 246,7
Mitigación de emisiones GEI - actividades conexas	kg/kWh	0,0	tCO2e	0,0	\$/tCO2e	\$ -

Curva típica de consumo: En la Figura 60 se muestra la curva de consumo por tipo de usuarios para los diferentes tipos de días, en el caso de la zona 3 por ejemplo en el día T1 para el estrato 3 se puede observar un pico a las 6 de la mañana, mientras que para el sector oficial y asistencial el pico se presenta aproximadamente desde las 7 de la mañana hasta las 4 de la tarde. En los días T2 los picos se ven un poco más dispersos, al igual que en los días T3.

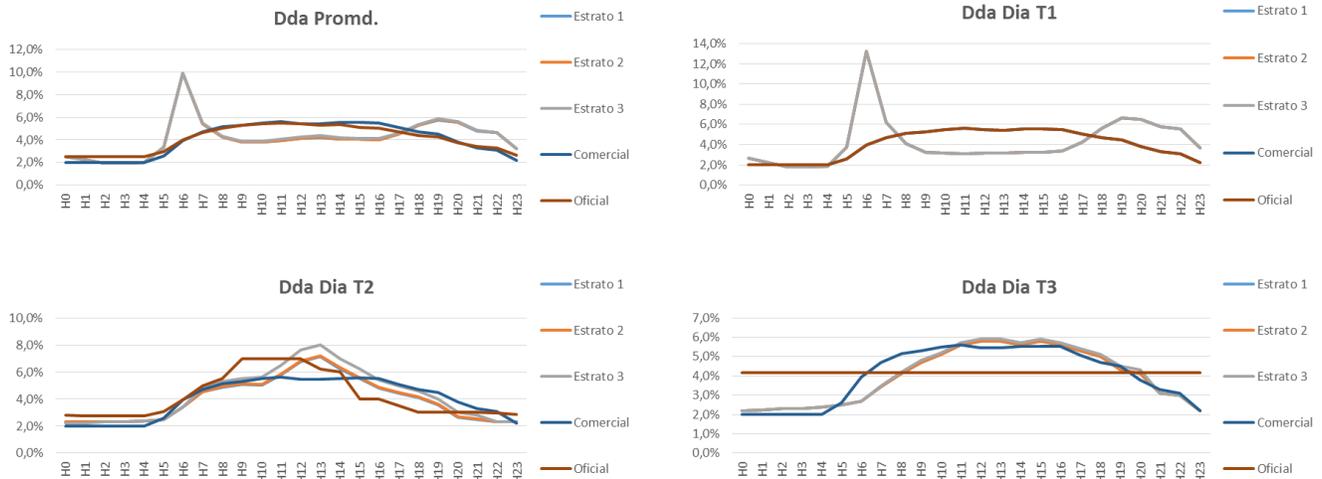


Figura 60. Curva típica de consumo de la zona 3
Fuente: Elaboración propia

Curva Δ RD de consumo: La idea de implementar un piloto RD es que los usuarios puedan reducir o desplazar sus consumos de energía, en la Tabla 147 se muestran los valores referenciales de las reducciones o el aumento de la demanda por tipos de día, en caso de que el número sea positivo se está refiriendo a una reducción en el consumo y en caso de que el resultado sea negativo se está hablando de un aumento.

Tabla 147. Impacto del programa RD
Fuente: elaboración propia

#	Zona 3				
	Tipo usuario	Promd.	Día T1	Día T2	Día T3
1	Estrato 1	1,96%	5,35%	-7,14%	-3,54%
2	Estrato 2	1,96%	5,35%	-7,14%	-3,54%
3	Estrato 3	4,34%	7,85%	-3,35%	-2,55%
7	Comercial	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
8	Oficial	0,57%	0,43%	0,43%	1,20%

En la Figura 61 se puede observar cómo sería el impacto de los programas RD en la zona 1, por ejemplo, en la curva del día T1 el pico del estrato 3 que se tenía en el ítem anterior se ve disminuido, y para los demás tipos de usuarios, los picos se ven desplazados a lo largo del día.

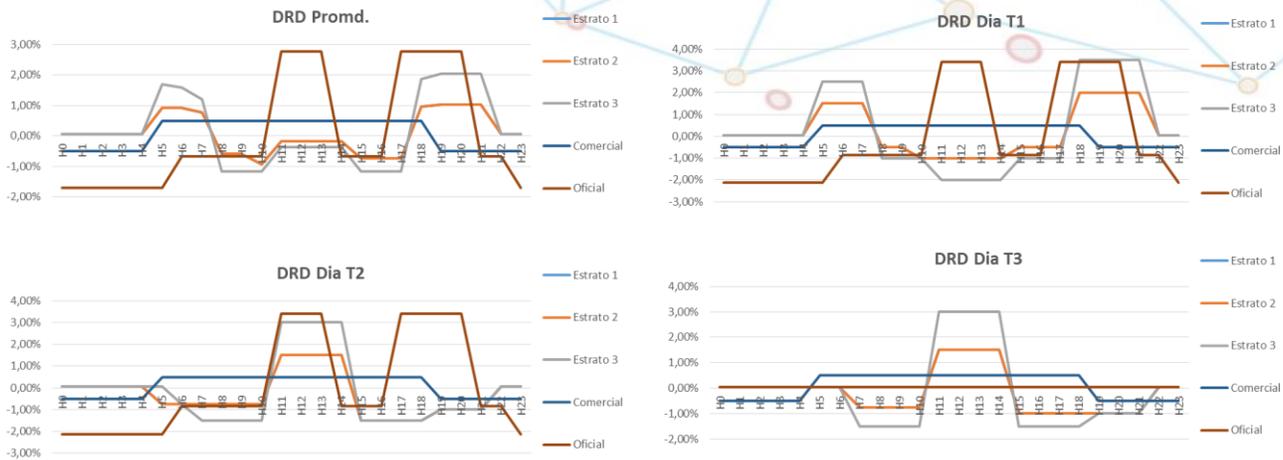


Figura 61. Curva Δ RD de consumo para la zona 3
Fuente: Elaboración propia

Huella de carbono de la implementación del piloto RD: A continuación, se presentan los resultados de cálculo de huella de carbono para el piloto RD de la zona 3 para el tiempo definido en el cronograma (ver Tabla 46) y para cada una de las etapas. Es importante mencionar que se tiene en cuenta las actividades desarrolladas en los pilotos, de acuerdo a la información de la, aquellas que involucran la planeación, las sesiones de convocatoria de los usuarios, capacitación y retroalimentación y evaluación de desempeño del piloto. Cada una de estas actividades involucra tres grupos de personas, el equipo de gestión RD, el equipo de capacitación y los usuarios que participan del piloto. A continuación, en la Tabla 148, se muestra el número de personas involucradas en la ejecución del piloto y la etapa en la cual participa cada uno.

Tabla 148. Personal responsable de las actividades del piloto
Fuente: Elaboración propia

Etapa	Equipo Gestión RD	Capacitación	Usuarios
Planeación	1 ingeniero 2 administrativo	-	-
Preinstalación	1 administrativo + 1 auxiliar	2 capacitadores	529 IPSE
Instalación	Cuadrilla (1 ingeniero + 2 técnicos) 1 administrativo + 1 auxiliar	2 capacitadores	441 IPSE
Ejecución	Una cuadrilla (1 ingeniero + 2 técnicos) 1 administrativo + 1 auxiliar	2 capacitadores	441 IPSE
Evaluación	1 ingeniero 1 administrativo + 1 auxiliar	-	-

En cada una de estas etapas, para el personal involucrado en la ejecución del piloto, se tienen en cuenta como fuentes de GEI, las actividades que se señalan a continuación en la Tabla 149.

Tabla 149. Actividades responsables de emisiones de GEI en el piloto
Fuente: Elaboración propia

Actividad	Unidad representativa
Hospedaje,	# noches
Movilidad terrestre	Km de recorrido (ida y vuelta)
Movilidad aérea,	# viajes (ida y vuelta)
Consumo de energía eléctrica,	# kWh
Consumo de materiales (principalmente papel),	# Kg
Consumo de alimentos	# Kg
Uso de agua de la red.	# m ³
Generación de residuos (papel y orgánicos)	# Kg

Cada una las actividades de la tabla anterior, se cuantifica a partir del cronograma.

- Hospedaje. Este se cuantifica solo para el personal de capacitación de los pilotos que deben implementarse en la zona 2, que debe desplazarse desde Bogotá a Cali. Se asume como base de cálculo, que, por cada noche de alojamiento, están en capacidad de realizar 6 sesiones de capacitación para para la zona 2. En el caso del piloto de la zona 2 se considera solo alojamiento.
- Movilidad Aérea. Tiene en cuenta el número de viajes ida y vuelta en avión desde Bogotá a Cali, necesarios para el desplazamiento de los capacitadores.
- Movilidad Terrestre. Hace referencia a los kilómetros recorridos por todo el personal involucrado en el piloto. Desplazamiento redondo (ida y vuelta) al aeropuerto, a los lugares de trabajo y al hospedaje. Para determinar las distancias se usó Google Maps.
- Consumo de electricidad. Tiene en cuenta los elementos que consumen electricidad y son usados durante el periodo de desarrollo del piloto (computadores, impresoras y/o copiadoras, proyectores, iluminación acondicionamiento de espacios, internet). Los datos de consumo de electricidad media para los equipos en mención se obtuvieron de la información técnica encontradas en almacenes de cadena.
- Consumo de materiales. Se asume que se trata solo de consumo de papel para impresión de la información que se maneja.
- Consumo de alimentos. Se tiene en cuenta la alimentación de los capacitadores (2 almuerzos y 1 cena, el desayuno se incluye en el alojamiento) por cada noche de alojamiento, refrigerio para los usuarios en capacitación y almuerzo para el equipo RD y la cuadrilla.
- Consumo de agua de la red. Se tiene en cuenta el agua consumida en las sesiones de capacitación y las sesiones de trabajo en oficina.
- Generación de residuos. Incluye los residuos generados por el uso de papel y consumo de alimentos. Se asume un 15% de residuos del total de papel y alimentos consumidos que finalmente llegaría a relleno sanitario a su disposición.

Los otros datos necesarios para el cálculo de huella de carbono son los factores de emisión (FE), los cuales proporcionan la cantidad de CO₂ emitida por la realización de cada una de las actividades enunciadas anteriormente. Dada la imposibilidad de mediciones directas para determinar los FE de la zona, se emplean FE de diferentes fuentes, principalmente de calculadoras específicas para las actividades y/o estudios relacionados. A continuación, en la Tabla 150 se presentan los resultados de la determinación de la huella de carbono para el piloto usando los datos de la Tabla 66 y la metodología del Anexo IV. Metodología cálculo de huella de carbono.

Tabla 150. Resultados de huella de carbono para los pilotos por actividad
Fuente: Elaboración propia

Actividad	Huella (Kg CO _{2e})
	Empresa Zona 3
Hospedaje	273
Movilidad terrestre	640

Actividad	Huella (Kg CO _{2e})
	Empresa Zona 3
Movilidad aérea	16.254
Consumo de energía eléctrica	3.873
Consumo de materiales	18
Consumo de alimentos	3.228
Uso de agua de la red	1
Generación de residuos	960
Total piloto	25.246

Los resultados de la Tabla 150 indican que las actividades de mayor emisión de GEI para el caso de la zona 3 son, la movilidad aérea, el consumo de electricidad y de alimentos. A continuación, en la Tabla 151 se muestran los resultados de huella para cada piloto, teniendo como referencia cada etapa en el cronograma.

Tabla 151. Resultados de huella de carbono para los pilotos por etapa
Fuente: Elaboración propia

Etapa	Huella (Kg CO _{2e})
	Empresa Zona 3
Planeación	69,8
Preinstalación	1.748,3
Instalación	4.472,8
Ejecución	16.955,9
Evaluación	1.999,5
Total piloto	25.246,3

En el caso de la huella de carbono por etapas la tabla anterior muestra que es la etapa de ejecución en la que se genera la mayor cantidad de GEI, 68,24%, para la zona 3, debido al mayor tiempo de incidencia de las actividades, seguido de la etapa de instalación y preinstalación.

e. Análisis de Beneficios

Los beneficios asociados a la ejecución del piloto RD pueden ser de varios tipos como se muestran en la Tabla 62. A continuación, se muestran los valores referenciales para el cálculo de los beneficios que están dentro del alcance del piloto ZNI; para este caso no se tendrán en cuenta aquellos beneficios que no pueden ser contrastados por la duración del piloto (Disminución costo atención servicio (digitalización), Disminución de las actividades comerciales, Disminución de inversiones en infraestructura, Mitigación de emisiones GEI - actividades conexas.)

Los datos mostrados anteriormente en la Tabla 146 se tuvieron en cuenta para la obtención de los valores relacionados con los beneficios de la disminución en la duración de las interrupciones, disminución en el número de interrupciones, disminución de las pérdidas de energía, mitigación de emisiones GEI, y en la disminución consumo de combustible. Por ejemplo, para el caso del cálculo de la disminución de las interrupciones, se multiplica los minutos al año del SAIDI (1095) con la reducción que se va a lograr mediante el programa RD en porcentaje (5%) con el costo unitario de las interrupciones que es el valor de racionamiento por minuto (24,8) y con el número de beneficiarios (441), se procede con los demás beneficios mostrados en la Tabla 146.

La Tabla 152 muestra los beneficios monetizados por la implementación del piloto RD en la zona 3. En la tabla también se muestra cuáles son los beneficios base que deben calcularse y cuales se pueden hallar de manera opcional.

Tabla 152. Beneficios estimados pilotos RD para la zona 3
 Fuente: Elaboración propia

Tipo	Beneficio	Piloto	Beneficiarios #	Valoración \$COP	Beneficio Unidad / Valor	
Técnico	Disminución en la duración de las interrupciones	Base	1.000	\$ 1.357.800	min-año	54,8
	Disminución en el número de interrupciones	Base	1.000	\$ 1.357.800	Veces-año	0,5
	Disminución del consumo en horas pico	Base	1	\$ 10.939.380	kWh	11.520
	Disminución de las pérdidas de energía	Base	1	\$ 39.656	kWh	852
Económico - Financiero	Pago de incentivos -Reducción-	Base	1	\$ 144.136	kWh	14.414
	Pago de incentivos -Desplazamiento-	Base	1	\$ 58.983	kWh	5.898
	Disminución de subsidios -Reducción y desplazamiento-	Base	1.000	\$ 18.901.419	kWh	2.378
	Ahorro en la factura -Gstos evitados-	Base	1	\$ 67.694.147	kWh	8.515
	Disminución de costos operativos del sistema	Base	1	\$ 3.953.803	kWh	8.515
	Disminución inversiones de infraestructura	Opcional	1	\$ 122.400.000	kW	-
	Disminución costo atención servicio (digitalización)	Opcional	-	-	kWh	-
	Disminución costo actividades comerciales (digitalización)	Opcional	-	-	kWh	-
Ambiental	Mitigación de emisiones GEI	Base	1	\$ 79.316.049	tCO2e	6.264
	Disminución consumo de combustible	Base	1	\$ 50.050	kWh	8.515
	Mitigación de emisiones GEI - actividades conexas	Opcional	-	-	tCO2e	-30,2
TOTAL BENEFICIOS				\$ 306.213.222,3		

f. Análisis de costos

Para el análisis de costo se tuvo en cuenta la información mostrada en la Tabla 64 y la Tabla 65, para el caso de la zona 3 se deben tener en cuenta, que solo se calculan los beneficios de: adecuación instalación - equipos programa RD, equipos de telecomunicación y plan de datos, plataforma de información -escritorio/móvil-, adecuación y certificación equipos -AMI u otros-, gestión programa RD - Equipo RD, plan de comunicación y capacitación, plan de seguimiento, y los incentivos, en la Tabla 153 se muestran los resultados de los costos de inversión y de Administración, Operación, y Mantenimiento (AOM) del piloto que será implementado en la zona 3.

 Tabla 153. Relación de Costos estimados pilotos RD para la zona 3
 Fuente: Elaboración propia

Rol	Ítem	Piloto	Valor Piloto - \$COP	
			Inversión	AOM
Participante RD	Formación	Opcional	\$ -	\$ -
	Adecuación instalación - equipos programa RD	Base	\$ -	\$ -
	Equipo de generación	Opcional	\$ -	\$ -
	Equipo de almacenamiento	Opcional	\$ -	\$ -
	Electrodomésticos/Iluminación	Opcional	\$ -	\$ -
	Otros	Opcional	\$ -	\$ -

Rol	Ítem	Piloto	Valor Piloto - \$COP	
			Inversión	AOM
Gestor RD	Medidores avanzados -postpago o prepago-	Opcional	\$ -	\$ -
	Equipos de telecomunicación y plan de datos	Base	\$ -	\$ 90.000.000
	Equipos de visualización	Opcional	\$ -	\$ -
	Plataforma de información -escritorio/móvil-	Base	\$ -	\$ 12.000.000
	Adecuación y certificación equipos -AMI u otros-	Base	\$ -	\$ -
	Gestión programa RD - Equipo RD	Base		\$ 27.503.786
	Plan de comunicación y capacitación	Base	\$ 71.500.000	-
	Plan de seguimiento	Base	\$ 66.800.000	-
	Incentivos	Base	\$ -	\$ 1.218.711
	Otros	Opcional	\$ -	\$ -
Subtotal programa RD			\$ 138.300.000	\$ 130.722.497
Costo programa RD				\$ 269.022.497

g. Valoración de beneficios y costos

En esta sección se muestra un consolidado de la valorización de los beneficios obtenidos, y de los costos asociados en la implementación del piloto en la zona 3

Tabla 154. Resumen beneficio y costo para los pilotos de la zona 3
Fuente: Elaboración propia

Piloto	Beneficios	Costos
Zona 3	\$ 306.213.222,3	\$ 269.022.497

h. Análisis de Sensibilidad del Piloto

El diseño del piloto plantea algunas preguntas como: ¿Cuál será el nivel de respuesta de la demanda (elasticidad de la demanda), ¿Cuál será el número eficiente de franjas y su duración?, ¿Cuál es el valor eficiente de las franjas? Y ¿Existe certeza sobre la materialización de los beneficios y costos?. Para responder a ellas, se requiere evaluar la sensibilidad del piloto. Para ello, se realizó un análisis que permite establecer como varían los beneficios cuando modificamos el valor del costo de la tarifa en la hora pico frente al cambio en la relación de la tarifa valle frente a la tarifa base de la energía en la zona. Como resultado de este análisis se presenta la Figura 62.

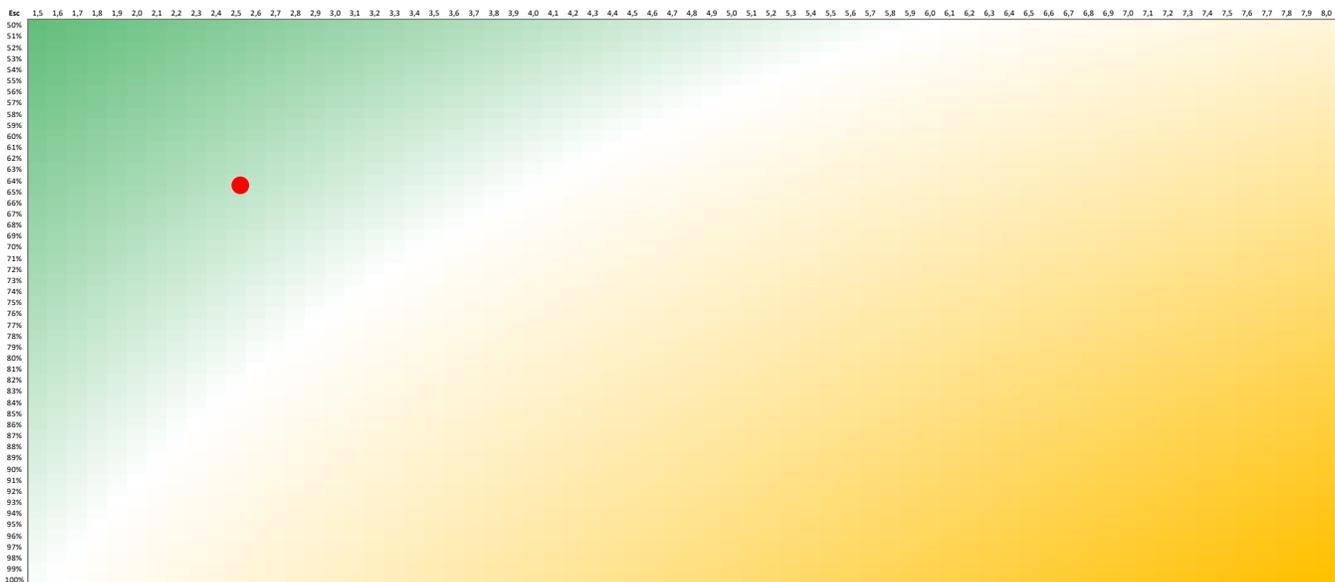


Figura 62. Sensibilidad beneficio del piloto ZIN en función de la relación costo valle/pico frente a valor promedio vs diferencia en la hora valle y pico.

En esta figura, el eje vertical representa la relación entre el costo de la franja pico y el costo base de energía y el horizontal el costo de la hora pico (número de veces el costo de la hora valle). La región verde muestra los valores que permite obtención de beneficios positivos para el usuario en tanto que la amarilla presenta las condiciones en las que el beneficio es negativo. El punto de intersección muestra el valor óptimo para el caso particular del piloto en el ZNI. De la figura, para la zona 3, el valor óptimo se encuentra para un valor de la hora pico de 2.5 veces la hora valle y en el caso de la relación hora valle/hora base, la relación se encuentra en 65%.

Por otro lado, si se analiza la sensibilidad al modifica el nivel de respuesta de la demanda y el número de participantes también se puede determinar cómo responde la relación de beneficio/costo para el piloto. Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 155.

Tabla 155. Sensibilidad de beneficios del piloto en función de la RD y el número de participantes.
Fuente: elaboración propia

B/C	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%	110%	115%	120%	125%	130%	135%	140%	145%	150%
50%	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90
55%	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,95
60%	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,97	0,98	0,99
65%	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,92	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	1,01	1,02	1,03
70%	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,94	0,95	0,97	0,98	0,99	1,01	1,02	1,03	1,05	1,06	1,08
75%	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,99	1,00	1,02	1,03	1,04	1,06	1,07	1,09	1,10	1,12
80%	0,85	0,86	0,88	0,89	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,99	1,00	1,02	1,04	1,05	1,07	1,08	1,10	1,11	1,13	1,15	1,16
85%	0,87	0,89	0,90	0,92	0,94	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02	1,04	1,05	1,07	1,09	1,11	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,25
90%	0,89	0,91	0,93	0,95	0,97	0,98	1,00	1,02	1,04	1,05	1,07	1,09	1,11	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,21	1,23	1,25
95%	0,92	0,94	0,96	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,25	1,27	1,29
100%	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,31	1,33
105%	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,27	1,30	1,32	1,34	1,36	1,38
110%	0,99	1,01	1,03	1,05	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33	1,36	1,38	1,40	1,42
115%	1,01	1,04	1,06	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17	1,19	1,22	1,24	1,26	1,28	1,31	1,33	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	1,46
120%	1,04	1,06	1,08	1,11	1,13	1,15	1,18	1,20	1,22	1,25	1,27	1,30	1,32	1,34	1,37	1,39	1,41	1,44	1,46	1,48	1,51
125%	1,06	1,08	1,11	1,13	1,16	1,18	1,21	1,23	1,26	1,28	1,31	1,33	1,35	1,38	1,40	1,43	1,45	1,48	1,50	1,52	1,55
130%	1,08	1,11	1,13	1,16	1,19	1,21	1,24	1,26	1,29	1,31	1,34	1,36	1,39	1,41	1,44	1,47	1,49	1,52	1,54	1,57	1,59
135%	1,11	1,13	1,16	1,19	1,21	1,24	1,27	1,29	1,32	1,35	1,37	1,40	1,42	1,45	1,48	1,50	1,53	1,56	1,58	1,61	1,63
140%	1,13	1,16	1,19	1,21	1,24	1,27	1,30	1,32	1,35	1,38	1,40	1,43	1,46	1,49	1,51	1,54	1,57	1,60	1,62	1,65	1,68
145%	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,30	1,32	1,35	1,38	1,41	1,44	1,47	1,49	1,52	1,55	1,58	1,61	1,64	1,66	1,69	1,72
150%	1,18	1,21	1,24	1,27	1,30	1,32	1,35	1,38	1,41	1,44	1,47	1,50	1,53	1,56	1,59	1,62	1,65	1,68	1,71	1,73	1,76

En la tabla anterior, la columna 1 representa el porcentaje en el que puede variar la respuesta de la demanda y la fila 1, el porcentaje en el que puede variar el número de usuarios participantes del piloto. Las celdas en color verde representan el valor de la relación beneficio/costo que resulta apropiado para el piloto, con valores superiores a 1, lo que indica mayores beneficios frente a los costos

3.4. Lecciones aprendidas y Mejores prácticas

Esta sección muestra un listado de mejores prácticas y lecciones aprendidas de experiencias de pilotos identificadas que pueden ser tenidas en cuenta en la implementación de los pilotos en el país. Para efecto de entenderlas mejor, se han clasificado en tres grupos: i) desde el punto de vista técnico y tecnológico, donde se incluye infraestructura y equipos, ii) desde el punto de vista de la gestión del programa RD y iii) desde el punto de vista de la interacción con el usuario que participa del programa RD. A continuación, se presentan en la Tabla 156, las lecciones aprendidas y mejores prácticas.

Tabla 156. Lecciones aprendidas y mejores prácticas para los pilotos RD
 Fuente: elaboración propia

Tipo	Lección aprendida	Mejor práctica
Técnicas y Tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> Implementar sistemas de control de carga automáticos (usuarios industriales) y manuales (usuarios residenciales) para obtener mejores respuestas del programa RD.⁶⁶ Verificar previamente que los dispositivos en poder tanto de los usuarios como la empresa oferente de programas RD cumplan con los requisitos y características mínimas necesarias para participar de estos mecanismos, en caso negativo, considerar un tiempo adecuado para la preparación previa a la implementación del piloto RD que permita realizar la correcta integración de la infraestructura y los equipos necesarios para su buen funcionamiento. Revisar, para el caso de implementación del programa de gestión de cargas, que los dispositivos que van a participar en este programa permitan el control remoto. Se debe establecer un límite de tiempo en el almacenamiento de la medición (un par de años o un par de meses), y se debe mencionar en los contratos realizados. Realizar anticipadamente a la implementación del piloto RD, el cálculo de la línea base de consumo (LBC) de los usuarios participantes, con el objetivo de realizar una correcta planificación del proyecto. La LBC, junto con información adicional de tipos de carga y patrones de consumo, permite determinar el grado de flexibilidad de los usuarios y con esto, conocer el programa RD que mejor se adapta a su modo de consumo. 	<ul style="list-style-type: none"> Seleccionar el medidor avanzado de acuerdo con su funcionalidad y las necesidades del programa RD⁶⁷ Optimizar el rendimiento del medidor avanzado: la recopilación de datos debe hacerse de acuerdo con la frecuencia de lectura del medidor y la capacidad de almacenamiento disponible. El medidor que se instale en el hogar debe causar un impacto mínimo para los usuarios. Evaluar la correcta implementación de los programas RD, a partir de la aplicación de los diferentes índices de desempeño, los cuales se debieron haber definido previamente. Masificar la instalación de medidores inteligentes. La disponibilidad de estos puede permitir que las empresas de servicios públicos hagan uso de plataformas de comunicación ya existentes, lo que elevaría la confianza y la satisfacción del cliente. La disponibilidad de AML permitiría, además, introducir nuevos programas de precios para atraer más usuarios con el objetivo de conseguir, potencialmente, mayores ahorros, a la vez que permite la verificación de los consumos para asegurar el pago de incentivos o la aplicación justa de las sanciones. Invertir en redes y medidores inteligentes. Esto permite ofrecer a los usuarios precios que reflejen el consumo real de energía de cada uno, lo que permite alcanzar una curva de consumo cada vez más plana en todo el sistema, garantizando la confiabilidad en la prestación del servicio y la reducción de costos.

⁶⁶https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_USING_FLEXIBILITY_MANUALLY_OR_AUTOMATICALLY.pdf

⁶⁷https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_SMART_METER_MONITORING_AND_CONTROLLING_FUNCTIONALITIES.pdf

Tipo	Lección aprendida	Mejor práctica
Interacción con el Usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionar los incentivos dependiendo de las necesidades de los usuarios. • El lenguaje utilizado debe estar a nivel de los usuarios, con el fin de que las comunicaciones sean entendibles. • Las preguntas frecuentes deben estar organizadas por categorías, para garantizar una rápida navegación por parte de los usuarios. • Seleccionar incentivos monetarios y no monetarios que respalden los esquemas de tarifas. Los incentivos pueden ir acompañados de productos y servicios de acuerdo a la segmentación de los usuarios⁶⁸. • Usar la comparación social como mecanismo para educar y motivar a los usuarios a través de la información de sus consumos⁶⁹. • Medir periódicamente el índice de satisfacción del usuario. Muchos pilotos de precios han indicado que los consumidores responden a señales de precios; sin embargo, persisten las reservas y el temor de que el público rechace los precios basados en el tiempo o que los cambios de comportamiento no persistan. Cuando se mide el índice de satisfacción del usuario, parece mostrar mejores resultados entre los usuarios que han experimentado programas dinámicos de precios y prepago. • Disponer de un funcionario(s) con función de Gestor para los programas RD. En la región donde se vaya a implementar el piloto RD, se deberá contar con un gestor de programas RD que sirva de intermediario entre los usuarios de la localidad y la empresa oferente del programa RD. Dicho gestor debe tener claras las implicaciones técnicas, económicas y de cultura energética necesarias para la implementación del piloto. El Gestor(es) debe ser identificable por los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que los usuarios participantes, cuenten con las herramientas necesarias sobre cultura energética, garantizando la implementación de las estrategias de comunicación definidas previamente en este documento. • Verificar los niveles de comodidad que los usuarios poseen, antes de implementar el piloto RD (calefacción, refrigeración u otros), y en caso de que ellos no estén dispuestos a modificarlos, se debe revisar qué tipo de dispositivos se pueden cambiar o mejorar para permitir la participación de estos en algunos programas RD. • Segmentar a los usuarios para enriquecer los productos y servicios ofertados a cada uno, no para esperar predicciones precisas acerca del comportamiento de grupo. La segmentación debe ser multivariable, incluyendo no sólo factores socioeconómicos y demográficos, sino también psicológicos, sociales y situacionales⁷⁰. • Para aumentar la cantidad de nuevos usuarios vinculados al programa RD se deben agrupar los destinatarios de las campañas y utilizar diferentes canales de comunicación e incentivos⁷¹. • Proporcionar al usuario la información relevante sobre el piloto RD. En la capacitación inicial que se brinda a los usuarios sobre el piloto RD, se debe informar sobre los objetivos del programa, los beneficios disponibles y los posibles errores que se pueden cometer a la hora de implementar los programas RD, además, se debe proporcionar información sobre los canales de comunicación disponibles para que el usuario pueda manifestar inquietudes, quejas y reclamos. • En la nueva era de Internet de las cosas, los programas de respuesta a la demanda se deben centrar cada vez más en capacitar a los usuarios con más opciones y control sobre su uso de energía. • De acuerdo con la experiencia de empresas que ofrecen programas RD en el mundo, y después de años de probar y perfeccionar los equipos y procesos de los programas, se descubrió que ofrecer una variedad de opciones y desarrollar canales de marketing específicos son las formas más efectivas de educar e involucrar a los usuarios.

⁶⁸ https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3c toolkit/user/guidelines/GUIDELINE_TESTING_TARIFF_SCHEMES_IN_A_PILOT_CONTEXT.pdf

⁶⁹ https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3c toolkit/user/guidelines/GUIDELINE_MOTIVATING_CONSUMERS_WITH_SOCIAL_COMPARISON_AND_COMPETITION.pdf

⁷⁰ https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3c toolkit/user/guidelines/GUIDELINE_USING_SEGMENTATION_TO_BETTER_TARGET_USER_GROUPS.pdf

⁷¹ https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3c toolkit/user/guidelines/GUIDELINE_RECRUITING_PARTICIPANTS.pdf

Tipo	Lección aprendida	Mejor práctica
Gestión programa	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un plan de incentivos que sea escalable, replicable y se ajuste con las metas del piloto. • Diferenciar los mensajes para los usuarios por tipo de incentivos (dinero u otro tipo) dependiendo la fase en la que se encuentre el piloto. • Los funcionarios encargados de instalar los medidores avanzados deben estar capacitados para responder a los usuarios las dudas que pueden surgir durante el proceso de instalación. • Utilizar un sistema de suscripción automática, que además de notificar también permita a los clientes la opción de no participar en ciertos eventos RD. Esto permite minimizar los inconvenientes y aumentar la participación. Además, se debe hacer que la participación en los programas sea voluntaria y permitir que los procesos sean fáciles y agradables, nada onerosos. Permitir que los clientes salgan de los programas si cambian de opinión en cualquier momento. • Ofrecer programas de precios que ayuden a las personas a desarrollar nuevos hábitos y rutinas diarias que se adapten a sus horarios y que los resultados de participación puedan comunicarse visualmente. • Se debe contar con un portal de información en el que se muestre todo lo relacionado con los programas RD, equipos necesarios, beneficios que se pueden recibir, además de una sección de preguntas frecuentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener los esquemas de incentivos transparentes y entendibles para todos. • En caso de implementar encuestas para conocer el impacto del piloto, estas deben ser cortas y claras. • Cuando se realice la instalación de equipos las personas encargadas de esta tarea pueden recolectar las preguntas frecuentes que se tengan. • Implementar procesos de autoevaluación del programa, basándose en KPIs⁷², e involucrar a todos los miembros del equipo de trabajo. • Evaluar la participación de los usuarios en el programa RD, monitoreando permanentemente los cambios de los perfiles de consumo en relación a la LBC.⁷³ • Las empresas oferentes de los programas y los operadores de estos deben construir la cultura de escuchar a sus usuarios y garantizar los canales de comunicación adecuados para ello. • Ayudar a las personas a elegir los programas más adecuados para ellos haciéndoles preguntas sencillas que reflejen sus situaciones de vida y sus preocupaciones. Una combinación de herramientas interactivas de investigación preliminar, comparaciones seguras de tarifas específicas de cuentas y soporte del servicio de atención al cliente permitirá a los clientes determinar la "mejor tarifa" para su residencia y permitirá que la empresa de servicios logre una amplia adopción y continua participación.

⁷² https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_SELF-ASSESSMENT_TO_CREATE_A_REFLECTING_TEAM_CULTURE.pdf

⁷³ https://www.smartgrid-engagement-toolkit.eu/fileadmin/s3ctoolkit/user/guidelines/GUIDELINE_USER-CENTRED_KPIS_FOR_THE_EVALUATION_OF_SMART_GRIDS.pdf

Recomendaciones

En esta sección, se presenta una serie de recomendaciones para el fomento de los programas RD, la implementación de las estrategias de fomento y el diseño e implementación de pilotos de programas RD.

Con el objetivo de construir la guía de fomento que proporcione toda la información necesaria para la implementación de los programas RD en los pilotos, a continuación, se hacen una serie de recomendaciones teniendo en cuenta cada uno de los elementos contenidos en este documento. De esta forma, se estructuran las recomendaciones en tres grupos: i) Recomendaciones para los programas RD, ii) Recomendaciones para el usuario activo y iii) Recomendaciones para los pilotos RD.

a. Programas RD

Estas recomendaciones atienden las generalidades que se deben tener en cuenta a la hora de formular, caracterizar, monitorear y evaluar un programa RD.

a1. Para la formulación de los programas RD se debe identificar el tipo de mecanismo que se va a implementar, si es basado en incentivos o si es basado en precios, dependiendo de la necesidad de los actores implicados.

a2. El diseño de los programas RD debe considerar los siguientes elementos, denominados atributos

- Descripción del objetivo del programa.
- Descripción del programa.
- Incentivos del programa.
- Diseño y tipo de tarifas.
- Mercado objetivo.
- Prerrequisitos para inscripción.
- Tiempo de operación del programa.
- Restricciones de los eventos RD.
- Duración del evento RD.
- Proceso de notificación del evento.
- Descripción del comportamiento esperado.
- Descripción del recurso.
- Disponibilidad requerida del recurso.
- Periodo de operación del recurso.
- Mecanismo de activación para el funcionamiento del programa.
- Metodología de la Línea Base Consumo (LBC, si aplica).

a3. Mecanismo de monitoreo y verificación de la LBC. Para caracterizar y monitorear el comportamiento de los usuarios se debe construir la línea base de consumo teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Calidad.
- Exactitud.
- Integridad.
- Simplicidad.
- Alineación (sesgo).

a4. La evaluación de los programas RD se debe hacer usando indicadores de desempeño y considerando entre otros, riesgos técnicos, ambientales, económicos y sociales.

b. Usuario Activo RD

Las recomendaciones de esta sección se hacen con el fin de profundizar en los mecanismos que podrían potenciar y fomentar la participación activa de los usuarios en los programas RD teniendo en cuenta la identificación y segmentación, tipo y calidad de la información transmitida, el conocimiento de las preferencias relacionadas con los programas RD y las estrategias de fomento que deben ser aplicadas para el desarrollo de los pilotos RD.

A continuación, se listan recomendaciones para lograr un usuario activo:

- b1. Las estrategias de comunicación se deben hacer de tal forma que permitan a los usuarios conocer los diferentes programas RD y los esquemas de funcionamiento de estos mecanismos.
- b2. Las estrategias de comunicación se pueden hacer a través de campañas de expectativa, marketing digital, experiencias vivenciales, etc.
- b3. Para garantizar la interacción continua entre los usuarios y la empresa oferente del programa, es necesario entregar de forma oportuna las denominadas notificaciones del programa RD. A continuación, se listan todas las notificaciones que deben ser entregadas al usuario que participa en los programas RD:
 - Notificación de inscripción.
 - Notificación de confirmación del programa RD.
 - Notificación de prueba.
 - Notificación del evento.
 - Notificación de desempeño en el evento RD.
 - Notificación de liquidación.
- b4. La caracterización y segmentación de los usuarios juega un papel importante a la hora de seleccionar los canales de comunicación idóneos para transmitir la información. En general, se puede usar internet, teléfonos celulares, comunicaciones escritas, etc, lo importante es identificar cual es más afín al usuario, y en todo caso, se debe garantizar que se transmita la información relacionada con preguntas e inquietudes generales que puedan hacerse los usuarios como las que se señalan a continuación y que pueden ampliarse en el Anexo II. Definiciones y Preguntas frecuentes.
 - ¿Qué es un programa RD?
 - ¿Qué beneficios ofrece el programa RD?
 - ¿Cómo funcionan los programas RD?
 - ¿Quién lo está ofreciendo?
 - ¿Dónde se puede encontrar más información al respecto?
 - ¿Hay un costo inicial por parte del usuario para participar en los programas RD?
- b5. La información que se brinda al usuario que esté inscrito en los programas RD sobre los mecanismos debe incluir la importancia que tiene poseer medidores avanzados para conocer sus patrones de consumo y en caso de que el usuario este participando en un programa de tarifas intradiarias, se le debe informar el precio de la energía por horas. De igual forma se le debe dar a conocer los diferentes beneficios de participar en un programa RD.
- b6. Con el fin de identificar las preferencias que tienen los usuarios para participar en los programas RD y bajo qué condiciones prefieren hacerlo, se sugiere implementar una herramienta de investigación que sea corta, sencilla y entendible para identificar las preferencias de los personas.
- b7. Con respecto a las estrategias de fomento que se exponen en este documento se proponen las siguientes recomendaciones:
 - No perder de vista la caracterización y segmentación de los usuarios. Para el desarrollo de cada estrategia es importante considerar el tipo de usuario al que se aplica cada una, teniendo en cuenta, por ejemplo, que no es igual implementar la estrategia en usuarios regulados y en usuarios no regulados y sus características socioculturales y geográficas.

- A las personas les gusta explorar y descubrir, más de lo que les gusta estudiar o ser enseñados. Si se pretende obtener el interés y la implicación de los usuarios en los programas y evitar las dificultades muchas veces por falta de interacción que caracteriza típicamente las relaciones con quien provee los servicios públicos; entonces los usuarios deben poder aprender a su propio ritmo, a su manera, en la medida que desee y sientan que conocen más a partir de sus propios hallazgos.
- Se debe tener cuidado con los mensajes emitidos a los usuarios. Estos deberán ser siempre positivos y alentadores para aumentar la posibilidad de enganche. Estos deberían encajar en tres categorías, mensajes que justifican e intentan atraer a los usuarios para aprobar los servicios que rodean al programa en su conjunto, mensajes que promuevan las razones para involucrarse y mensajes que eliminan las razones para no involucrarse.
- Es importante cuidar la comunicación con el usuario para evitar la saturación con mensajes excesivos o repetitivos a través de diferentes medios dado que esto puede reducir el interés del usuario hasta el punto de que la información sea ignorada.
- El empoderamiento del usuario siempre debe mantenerse presente en la ejecución de las actividades que componen las estrategias, a pesar de que se tenga un foco específico diferente, finalmente es el usuario quien tomará las decisiones para cambiar sus patrones de consumo.
- Es importante que el usuario y las empresas tengan presente, que el papel de los proveedores del servicio de energía no termina con el suministro de la misma. Los proveedores son responsables de capacitar a los usuarios para que aprovechen de manera más efectiva las oportunidades de los programas RD. Por ello la información suministrada en las estrategias debe ser muy explícita y sencilla. Aunque los beneficios económicos son atractivos, muchos usuarios podrían apreciar también la educación de cómo mejorar sus acciones en torno al consumo de energía y fidelizarlos en los programas RD.
- Las empresas que ofertan los programas RD deben ser flexibles y creativas. Es necesario, romper las preconcepciones desfavorables que puedan tener los usuarios frente al uso de nuevas tecnologías.
- Respetar los roles de cada actor involucrado. Durante la ejecución de las estrategias es importante que se cumplan todos los roles dado que estos permiten incluir perspectivas necesarias de los actores.
- Si en algún caso la entidad encargada de una función se ve impedida para cumplirla, es necesario que ésta se delegue en otro actor u organización que la ejecute.
- Tener presente los riesgos asociados. Es importante tener en cuenta los diferentes riesgos que se presentan en cada estrategia, con el fin de hacerles un correcto seguimiento y no se afecte el desarrollo de las diferentes actividades propuestas.
- Atención a los tiempos de ejecución, se recomienda tener presente el cronograma de actividades para cada estrategia pues existen algunas de estas que se pueden desarrollar de manera simultánea, y de esta manera se optimiza su ejecución.
- Se deben considerar los diferentes indicadores de desempeño de cada estrategia, y de igual manera a medida que se desarrollan las diferentes actividades hacerles un seguimiento para validar los resultados y tomar las decisiones correspondientes.

c. Pilotos Programas RD

Para el diseño y la implementación de los pilotos se brindan las recomendaciones por cada una de las etapas en las cuales se aplica el piloto: planeación, preinstalación, instalación, ejecución y evaluación.

A continuación, se listan recomendaciones para el diseño de los pilotos RD:

Planeación: las recomendaciones se están relacionadas desde el punto de vista del usuario y como tal se enfocan a la selección de la ubicación, la asignación de los roles y responsabilidades, la definición de la estrategia de fomento y la selección de los programas RD que se van a implementar en los pilotos, y por último la valoración del piloto.

- c1. Seleccionar la ubicación de los pilotos RD a través del cumplimiento de los siguientes criterios y teniendo en cuenta los siguientes datos:
 - Índice de cobertura de energía eléctrica (ICEE).
 - Disponibilidad de servicios públicos (Energía eléctrica, acueducto, alcantarillado, gas natural, Internet).
 - Estrato socioeconómico.
 - Densidad poblacional.
 - Medición avanzada.
 - Experiencias en programas sociales y tecnológicos.
 - Potencial de sostenibilidad.
 - Potencial de cultura energética.
- c2. Se deben definir los diferentes actores que estén involucrados en el desarrollo del piloto, es necesario resaltar que estos actores pueden ser entes gubernamentales, empresas del sector y los usuarios del servicio de energía.
- c3. Para la implementación de los pilotos RD se debe revisar qué estrategia de fomento es la más acertada, teniendo en cuenta el propósito del piloto y los objetivos planteados en cada estrategia mostrada en este documento.
- c4. Conociendo la población objetivo y la ubicación del piloto RD es importante definir el tipo de programa RD que más se adapta a las necesidades de los usuarios, de la red y de la empresa prestadora de los servicios de respuesta de la demanda, teniendo en cuenta los atributos de cada programa, la infraestructura y los incentivos.
- c5. La valoración del piloto RD debe considerar el desarrollo de habilidades y capacidades del personal, la infraestructura y los equipos necesarios para esta tarea y la cuantificación de beneficios y costos.

Preinstalación: en esta fase las recomendaciones van orientadas a la validación de los participantes, los atributos de los programas RD y definición de la estrategia de fomento.

- c6. Una vez definida la estrategia de fomento en la etapa de planeación, en la preinstalación es necesario implementar la estrategia para entregar a los usuarios participantes validados la información completa respecto de los programas RD en los cuales han acordado participar, también las herramientas de cultura energética para potenciar su participación de forma exitosa.
- c7. Se deben verificar el cumplimiento de los atributos y requisitos mínimos para el correcto funcionamiento del programa RD a implementar.

Instalación: las recomendaciones de esta fase giran en torno a los requisitos técnicos como los sistemas de medida, las telecomunicaciones, los elementos encargados del control de las cargas y la implementación de la estrategia de fomento.

- c8. Los usuarios que van a participar de los programas RD deben contar con sistemas de medición avanzada que almacenen los datos por cierto periodo de tiempo y que permitan que estos sean transmisibles a la empresa prestadora de los servicios RD.
- c9. Considerar que algunos programas RD deben contar con dispositivos de control de cargas.
- c10. La estrategia de fomento elegida se implementará a través de las actividades mencionadas en este documento, además de considerar los riesgos para cada actividad, los mensajes de fomento que deben ser transmitidos.

Ejecución: para esta fase las recomendaciones van ligadas con la aplicación de los incentivos y la medición de los consumos de los usuarios.

Fomento de programas RD

- c11. Luego de que se aplique la herramienta de investigación se puede conocer el incentivo que más atrae a los usuarios de los programas RD, es importante que la aplicación de estos sea transparente y clara para todos los actores de los programas RD.
- c12. La medición de los consumos se debe realizar a través de una LBC, el cálculo de esta debe ser sencillo, claro y replicable para todos los usuarios (es importante considerar que la LBC sería una herramienta para informar al usuario y motivar su participación mediante datos comparativos y logros individuales o referenciales respecto a otros usuarios dado que no necesariamente un programa RD requiere la LBC para las señales de precios).

Evaluación: en esta fase las recomendaciones están relacionadas con la valoración de los cambios en los consumos, la aplicación de indicadores de desempeño de los programas RD y la evaluación de los incentivos y el comportamiento de los usuarios.

- c13. Para determinar el cambio en el comportamiento de la demanda, es imprescindible la disponibilidad de datos de medición de consumo de energía eléctrica para cada uno de los usuarios participantes y su respectiva LBC.
- c14. Se debe evaluar el desempeño de la aplicación de los incentivos y la respuesta de los usuarios durante la ejecución del piloto. Tal evaluación se debe realizar a partir del análisis de la información recolectada durante la fase de ejecución, lo que incluye datos de consumo de energía de cada usuario participante.
- c15. Con el fin de medir el desempeño del piloto RD, en la etapa final de evaluación de mismo, se deberán aplicar los indicadores establecidos.

Anexo I. Metodología de cálculo Línea Base de consumo

Cuando se construye una línea base cabe resaltar que no todos los programas RD necesitan el cálculo de estas, como es el caso del programa de tarifa intradiaria, ya que se trata de un programa de participación voluntaria, en el cual los incentivos se dan por medio de ahorros en la factura de energía. Para la construcción de una LBC se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- **Calidad:** Calidad de la información para obtener la línea base de consumo, ventana de observación, medición directa, variables ambientales, confiabilidad de la fuente, entre otros.
- **Exactitud:** Cuando un usuario participe en un programa RD, este debe recibir el beneficio justo que esté acorde a los aportes que se realicen al programa.
- **Integridad:** En caso de que haya un consumo irregular de cualquier tipo, este no debe influir en el cálculo de la LBC, por lo que se debe evitar el uso de datos atípicos, resguardando la confiabilidad de la LBC.
- **Simplicidad:** Los cálculos de la LBC deben ser lo suficientemente simples, para que cualquier persona interesada pueda estimarlos.
- **Alineación (sesgo):** Una LBC debe estar alineada con los objetivos que tengan los programas, y así evitar resultados indeseados para las partes involucradas en los programas RD.

a. Requerimiento de información

La LBC requiere cierta información de entrada para su construcción, los requerimientos de información entrada para su creación son:

- **Información de la línea base:** A continuación, se describen los insumos utilizados para la estimación de la carga en una LBC.
- **Ventana de referencia para la LBC:** Esta se refiere a la selección del periodo adecuado para la obtención de datos de referencia. En caso de seleccionar una ventana muy corta el usuario puede aumentar su consumo antes de un evento de RD, con el fin de maximizar el consumo de su línea base y por lo tanto sobreestimar los niveles de reducción reales, y se puede prestar para que la LBC sea fácilmente manipulable e imprecisa. Para la implementación de programas RD se sugiere una ventana de 10 días, ya que en este periodo se puede evidenciar los comportamientos a largo y corto plazo de los usuarios.
- **Tipo de Cálculo:** Para el cálculo de un LBC se pueden utilizar distintas metodologías de cálculo, las cuales se pueden dividir en tres grupos: promedio, regresión y aprendizaje automático.
- **Precisión y exactitud del muestreo:** Los datos de consumo que se utilizan para construir la LBC deben tener un estimado de confianza del 90%; un nivel más alto de confiabilidad refleja la fiabilidad de los cálculos, y reduce los riesgos operacionales asociados a programas RD.
- **Normas de exclusión:** Se refiere a la tolerancia para excluir cualquier dato que resulte atípico al comportamiento de la curva de carga del consumidor dispuesto a participar de un programa RD.
- **Ajustes de la línea base:** Para hacer ajustes de la línea base en el día del evento se utilizan cálculos basados en las diferentes condiciones de los usuarios, tales como, temperatura, costumbres, ubicación geográfica, topología de la red eléctrica, entre otros.
- **Ventana de ajuste:** periodo de tiempo a partir del cual se puede realizar la evaluación de los datos para que la línea base ajustada coincida con la carga base deseada.
- **Información del evento:**

La información de esta categoría describe los datos utilizados para la medición y evaluación de los eventos de RD.

 - **Uso de AMI en tiempo real:** Establece la necesidad de utilizar un medidor bidireccional en tiempo real administrado por el evaluador del programa RD; con el fin de revisar el rendimiento que se obtuvo durante el evento.
 - **Uso de AMI después del evento:** Establece la necesidad de utilizar un medidor bidireccional después del evento; con el fin de revisar el rendimiento que se obtuvo.
 - **Ventana de rendimiento:** Periodo de tiempo del evento que se usa para evaluar el rendimiento del recurso utilizado para el programa RD.
 - **Tipo de medición:** Método que se utiliza para cuantificar la reducción de la demanda durante un evento.

- **Procesos especiales:**

Esta información complementaria puede ser detallada en caso de que la demanda tenga cargas altamente variables, como el caso de una siderúrgica.

- **Inclusión de cargas altamente variables:** En caso de que el evento RD cuente con cargas altamente variables estas deben proporcionar cualquier tipo información que permita dimensionar la capacidad de aportes ante el evento.
- **Inclusión de generación en sitio:** Declarar la disponibilidad en plantas de generación para la participación de los programas RD.

El proceso para determinar una LBC incluye tres pasos: i) Selección de datos, ii) estimación y iii) ajuste de resultados. La combinación de estos depende de los consumos que hagan los usuarios, de su ubicación geográfica y el impacto del clima en ellos. El agrupamiento de estos debe representar de la forma más exacta posible el esquema de consumo del usuario. A continuación, se describen los diferentes pasos para la construcción de la línea base de consumo, resaltando que se pueden tener variaciones al proceso descrito dependiendo de las características y criterios definidos en el programa de respuesta de la demanda.

i. Selección de datos:

En esta instancia se debe definir el intervalo de captura de los datos para generar la ventana de referencia, teniendo en cuenta el intervalo de medición de los datos, el tipo de día, esta selección puede ir desde pocos días, hasta varios meses, tal como se puede observar en la *Tabla 157* (se compara la selección de datos de diferentes protocolos). Para la selección de datos se recomienda establecer un intervalo lo suficientemente amplio con el fin de reducir la volatilidad en el cálculo de la LBC ya que se puede diferenciar los días característicos del consumo de energía en el país.

Tabla 157. Criterios LBC

Fuente: Adaptado de (ISO/RTO Council, 2018)

Protocolo LBC	Selección de datos			Tipo de cálculo
	Ventana de referencia LBC	Selección final	Días excluidos (además de los días de eventos anteriores)	
PJM-Base 1	45 días calendario anteriores al evento, ampliados hasta 15 días adicionales para reemplazar los días excluidos	<u>Eventos entre semana:</u> Máximo 4 a 5 días de calificación más recientes, <u>Eventos de fin de semana/ días festivos:</u> Máximo 2 a 3 días de calificación más recientes,	<u>Eventos entre semana:</u> fines de semana, festivos y días de bajo consumo, <u>Eventos de fin de semana/días festivos:</u> días de semana, días de bajo consumo	Promedio
CAISO estándar LBC	Últimos 10 días	10	<u>Eventos entre semana:</u> fines de semana, festivos, <u>Eventos de fin de semana/días festivos:</u> días de semana	Promedio
ERCOT mediana 8 o 10	Últimos 10 días	8	Días de altos y bajos consumos	Promedio
Mediana 4 o 6	Últimos 6 días	4		

Protocolo LBC	Selección de datos			Tipo de cálculo
	Ventana de referencia LBC	Selección final	Días excluidos (además de los días de eventos anteriores)	
NYISO-Base1	<u>Días de semana:</u> 10 días laborares recientes a partir de 2 días antes del día del evento, <u>Fines de semana:</u> 3 días recientes de fin de semana (sábado o domingo), Sin exclusiones por días festivos o días de eventos	<u>Días de semana:</u> 5 a 10 días de alto consumo <u>Fines de semana:</u> 2 a 3 días de alto consumo	Días de bajo consumo	Promedio
ISO-NE-Type1-WSA-Symmetric	Línea Base del día anterior y datos reales del día actual	0,9* LBC día anterior+ 0,1*carga medida del día actual		Promedio
PJM Emergencia cambios de carga "GLD" día comparación (no sensible al clima)	El día laboral más cercano (antes o después del evento)	1 día	días del evento y los días festivos	Aprendizaje automático
PJM Emergencia cambios de carga "GLD" día comparación (sensible al clima)	Índice de temperatura y humedad (THI siglas en ingles)	1 día de acuerdo al THI	días del evento y los días festivos	Aprendizaje automático
ERCOT- Matching Day Pair	Año anterior	10 pares de días similares	Días de eventos	Aprendizaje automático
PJM Emergencia cambios de carga "GLD" mismo día	día del evento	Horas antes y después del evento		promedio
ERCOT Emergencia de energía	Horas antes	hora antes del evento		Plana(promedio)
ERCOT-Regression	Año anterior	365 días clasificados		Regresión
ERCOT-Nearest 20	20 días similares previos al evento	20 días		Regresión

ii. Método de estimación:

Se trata de elegir el método para calcular la línea base que más se ajuste al perfil de consumo de los usuarios, se puede elegir entre los siguientes:

- **Promedio:** Esta es una técnica simple, en la cual tanto usuarios como los encargados de analizar los eventos pueden calcularla; una de las características de este tipo de cálculo es que promueve la integridad y la exactitud, Esta técnica es utilizada en programas de Nueva York y California.
- **Regresión:** El uso de esta técnica requiere de herramientas estadísticas sofisticadas las cuales permiten un grado más alto de exactitud en el cálculo de la curva, evitando así las oportunidades de manipular la LBC. La consecuencia de utilizar esta técnica es que se viola el criterio de simplicidad, al mismo tiempo también se ve afectado el cálculo de la LBC antes de la terminación del evento; afectando así el interés de los participantes de los programas RD.
- **Aprendizaje automático:** Este tipo de cálculo también se conoce como Machine Learning y consiste en hallar correlaciones entre los consumos de los usuarios que participen de programas RD y las variables externas, Al igual que el tipo de cálculo anterior, se presenta como consecuencia un

Fomento de programas RD

desinterés por parte de los interesados en los programas RD debido a su complejidad en la realización de los cálculos.

- **Otras técnicas:** Además de los algoritmos tradicionales para el cálculo de la línea base, es posible obtener resultados aceptables utilizando diferentes combinaciones de procesos matemáticos y heurísticos, en los cuales se incluyen autodeclaraciones por los usuarios y metas de reducción impuestas por algún agente basadas en el comportamiento histórico del usuario.

iii. Ajuste de resultados:

En este paso se modifica el resultado del cálculo de la LBC para alinearlo con el consumo real del usuario, este se realiza con el fin de disminuir la influencia de variables fortuitas que pueden llegar a afectar la medición.

Anexo II. Definiciones y Preguntas frecuentes

A. Definiciones

Acuerdo RD: Acuerdo contractual entre las partes participantes en un programa RD en el cual se describen las responsabilidades y la compensación.

Agregador: Agente que reúne múltiples recursos y los presenta a los proveedores de los programas RD como un único recurso.

Cargo por confiabilidad: Remuneración que se paga a un agente generador por la disponibilidad de activos de generación con las características y parámetros declarados para el cálculo de la ENFICC, que garantiza el cumplimiento de la Obligación de Energía Firme que le fue asignada en una Subasta para la Asignación de Obligaciones de Energía Firme o en el mecanismo que haga sus veces. Esta energía está asociada a la Capacidad de Generación de Respaldo de que trata el artículo 23 de la Ley 143 de 1994 y es la que puede comprometerse para garantizar a los usuarios la confiabilidad en la prestación del servicio de energía eléctrica bajo condiciones críticas (CREG 071 2006).

Comportamiento del consumo de energía eléctrica: Se refiere al comportamiento del consumo de demanda de energía en el Colombia, el cual se encuentra marcado por una tendencia dependiendo del tipo de día; por ejemplo, entre el lunes y viernes se mantiene un consumo promedio, el cual puede ser clasificado como un día ordinario. El sábado mantiene un consumo particular, el cual puede seguir siendo identificado de esta forma, mientras que los domingos y festivos es posible agruparlos dado su consumo de energía eléctrica similar. Adicionalmente, existen 3 puntos importantes que caracterizan la curva de demanda de energía. Por ejemplo, la amanecida (05:00 a 07:00), punta uno (11:00 a 13:00) y la punta dos (18:00 a 21:00), siendo este último punto el de mayor consumo de potencia eléctrica en el agregado del país.

Cultura energética: Costumbres o modos de vida para empoderar y apropiar hábitos de consumo de energía consciente y eficiente que contribuyen al desarrollo sostenible y resiliencia del sector eléctrico.

Días de evento: Día en que ocurre un evento de DR. La mayoría de los programas tienen limitaciones en cuanto a la cantidad de días de eventos permitidos en un período de calendario determinado.

Duración del evento: La mayoría de los programas definen restricciones en cuanto a la duración de un evento, así como las horas del día durante las cuales puede ocurrir el evento.

Evento: es una notificación de la empresa proveedora de programas RD en la cual se exigen recursos de carga durante un momento y una duración específica, los eventos pueden incluir información de orientación para el usuario o agregador en la que informe que recursos específicos deberían participar en el evento.

Evento RD: es la participación de cargas eléctricas (reducción o desconexión) durante un tiempo determinado y acordado por cada usuario previamente.

Generación Distribuida (GD): Es la producción de energía eléctrica, cerca de los centros de consumo, conectada a un Sistema de Distribución Local (SDL). La capacidad de la generación distribuida se definirá en función de la capacidad del sistema en donde se va a conectar, según los términos del código de conexión y las demás disposiciones que la CREG defina para tal fin (Ley 1715 de 2014, Resolución CREG 030).

Gestión eficiente de la energía (Art.19, Ley 1715-2014): Conjunto de acciones orientadas a asegurar el suministro energético a través de la implementación de medidas de eficiencia energética y respuesta de la demanda.

Incentivo: Estimulo proporcionada al usuario o al agregador (según sea el caso) sí cumple con las metas estimadas en el acuerdo.

Línea base de consumo: Estimación de la curva de demanda referencial que caracteriza de forma cuantitativa el consumo de energía de los usuarios.

Mercado mayorista de energía eléctrica: El mercado mayorista es el ámbito en el cual actúan, por un lado, los agentes productores (generadores, autogeneradores, cogeneradores e interconexiones internacionales) y por el otro, los agentes consumidores (distribuidores, grandes clientes y la exportación de energía), realizan sus transacciones comerciales de compra venta de energía, potencia y servicios complementarios de un sistema interconectado, con sujeción a las normas aplicables.

Microrred sostenible: Sistema eléctrico que integra la demanda (cargas) y los recursos energéticos distribuidos con la capacidad de operar durante un periodo de tiempo y con diferentes niveles de automatización y de coordinación, bien sea de modo aislado o interconectado a una red principal, bajo criterios técnicos, económicos, ambientales y socioculturales.

Notificación: Período de tiempo anterior a la hora de inicio de un evento donde el propietario del recurso es notificado del evento a realizar.

Participante: Se refiere a quien le da el uso final a la energía y puede participar potencialmente de un programa de respuesta de la demanda. En el contexto de este proyecto, se considera que el participante también puede generar, almacenar y administrar el uso de la energía (prosumidor). Tradicionalmente, han sido divididos en residencial, comercial o industrial.

Periodo activo del evento: Periodo de tiempo en el cual se solicita un cambio en el perfil de carga como parte de un evento RD.

Prerrequisitos: Criterios que deben cumplirse para que un usuario o agregador se inscriba en un programa de RD.

Programas basados en precios (Time-Based Rate Programs): Los programas basados en precios son aquellos en los que la demanda responde a una señal de precio, en casos donde se presentan grandes consumos en horas en las que los costos del suministro de energía son altos, La señal de precio es trasladada al usuario final con el objetivo de que éste traslade su consumo hacia horas con precios más bajos, logrando así que se aplane la curva de carga. Existen variaciones de los mecanismos basados en precios, dependiendo del contexto del país y del mercado (Albadi & ElSaadany, 2008) (DOE, 2016).

Programas basados en Incentivos: Los programas basados en incentivos buscan modificar los hábitos de consumo de los usuarios a partir de estímulos económicos vía tarifa, disminución en la factura, contratos o monetización del servicio. El pago recibido por el usuario es acordado previamente (Albadi & El-Saadany, 2008) (DOE, 2016).

Programa RD a day-ahead: Programa RD que se inicia el día anterior al evento real.

Programa RD day-of: Programa RD que se inicia el mismo día del evento.

Programa respuesta de la demanda: Conjunto de criterios y requisitos (atributos) para planear, incentivar-activar, medir, verificar y reportar la respuesta de la demanda de energía eléctrica individual o agregada para optimizar la operación técnico-económica y ambiental del sistema eléctrico.

Pronóstico de respuesta de la demanda: Cantidad de potencia que se espera en el evento RD.

Prosumidores: En las nuevas infraestructuras de la cadena de energía eléctrica asociadas a redes inteligentes los usuarios finales pueden participar del mercado como consumidores y a la vez como

productores de energía; el término prosumidor fusiona las funciones de productor y consumidor para referirse a este fenómeno. Los nuevos roles de los usuarios finales cambian el panorama del mercado energético y plantean nuevos retos para los modelos de Negocios; las estrategias de gestión de la demanda deben dar respuesta a estas necesidades del mercado y del prosumidor.

Proveedor de programas de respuesta de la demanda: Cualquier entidad que proporcione programas de respuesta de la demanda.

Recurso energético distribuido – DER (por sus siglas en inglés): Recurso energético gestionable para el suministro, almacenamiento o consumo, conectado a nivel de la distribución o en las instalaciones de uso final con la posibilidad de participar activamente, individual o de forma agregada por medio de un tercero, en los servicios del sistema eléctrico.

Red inteligente: Una red inteligente es aquella que puede integrar de forma eficiente el comportamiento y las acciones de todos los usuarios conectados a ella, de tal forma que se asegure un sistema energético sostenible y eficiente, con bajas pérdidas y altos niveles de calidad y seguridad de suministro. Para ello se emplean tecnologías de última generación en comunicación y automatización en las redes eléctricas.

Respuesta de la demanda -RD-: Reducción o desplazamiento del consumo de energía eléctrica generado por mecanismos de precios o incentivos a los consumidores.

Restricciones de los eventos: Los períodos de tiempo durante los cuales el cliente puede esperar recibir eventos y restricciones relacionadas, como la ausencia de eventos los fines de semana o días consecutivos.

Resultados de la respuesta de la demanda: Cantidad real de MW de respuesta de la demanda entregada según la línea de base y utilizada para comparar con el pronóstico de la RD.

Señales de evento: la información procesable contenida en un evento, como el precio de la electricidad o los niveles específicos de carga solicitados, que generalmente activan un comportamiento preprogramado por parte del receptor del evento.

Servicios complementarios: Son funcionalidades provistas por generadores, cargas, equipos de transmisión, entre otros elementos de los sistemas eléctricos, que se requieren para soportar la operación confiable del sistema como Regulación de frecuencia, soporte de tensión, etc. (CREG, 2010).

Sistema inteligente: Aquellos que incorporan funciones de detección, actuación y control para describir y analizar una situación, y tomar decisiones basadas en los datos disponibles de forma predictiva o adaptativa, realizando así acciones inteligentes. En la mayoría de los casos, la "inteligencia" del sistema se puede atribuir al funcionamiento autónomo basado en el control de ciclo cerrado, la eficiencia energética y las capacidades de red.

B. Preguntas frecuentes de participación en programas RD

A continuación, se listan preguntas referenciales que podrían hacerse los usuarios. Se hace una clasificación teniendo en cuenta el área particular a la que pertenece o puede asociarse cada pregunta y su respuesta a manera referencial y suministrar dentro de la información que se le entregue al usuario.

a) Asociadas a la prestación del servicio de electricidad

- **¿Qué es el pico crítico de demanda?**
Es cuando una demanda inusualmente alta de electricidad potencialmente degrada la operatividad y confiabilidad de la red. Esto suele ocurrir durante los calurosos días de verano, cuando el uso de aire acondicionado y otros tipos de electricidad es mayor.
- **¿Qué es el pico de demanda?**
El pico de demanda se refiere al consumo máximo de electricidad, generalmente causado por la demanda de aire acondicionado y refrigeración en las calurosas tardes de verano en zonas como la costa atlántica.
- **¿Qué es un evento de pico de demanda?**
El evento de pico de demanda se refiere al periodo de duración definido por los prestadores de servicios para que los usuarios participantes de los programas RD reduzcan o desconecten las cargas.
- **¿Qué es una carga discrecional?**
Son aquellas cargas eléctricas que pueden ser gestionadas más fácilmente y con menor impacto en la operación (bombas, ventiladores, por ejemplo) contrario a las cargas estáticas como la iluminación y las bombas de agua que no pueden reducirse sin afectar las operaciones críticas.
- **¿Qué es la gestión de la demanda?**
La gestión de la demanda es la planificación e implementación de distintas medidas destinadas a influir en el modo de consumir energía, con el fin de contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂, a la mejor integración de las energías renovables en el sistema eléctrico y a una mayor eficiencia energética del sistema en su conjunto
- **¿Qué pasaría si no se cuenta con la energía suficiente para suplir la demanda?**
El resultado más obvio es un apagón, que dejará a la región en completa oscuridad. Para evitar un apagón total, las empresas de servicios públicos a veces reducen el voltaje hasta que se acumule nuevamente una reserva de electricidad. Los apagones dejan a todos sin electricidad, pero pueden tener mayores repercusiones. Las fluctuaciones en el voltaje pueden ser peligrosas para las empresas, causando serios daños al equipo de una instalación, cuyo reemplazo puede costar miles de dólares.

b) Asociadas a la Respuesta de la Demanda - RD

- **¿Qué es la RD y para que se diseña?**
Son programas diseñados para que el usuario final reciba beneficios por reducir o desplazar sus consumos de energía eléctrica, es decir; para que modifique sus patrones de consumo. Los programas de respuesta de la demanda compensan a los grandes usuarios de energía que ayudan a aliviar la alta demanda de energía durante las horas pico. Están diseñados para equilibrar la oferta y la demanda de la red eléctrica con el fin de evitar cortes cuando la demanda de electricidad es mayor que la oferta de electricidad disponible. También evita la necesidad de utilizar generadores de combustible fósil de respaldo, que son responsables de las emisiones de GEI.
- **¿Por qué la RD es una alternativa efectiva para la estabilidad de la red?**
Cuando la red eléctrica experimenta una gran demanda, las empresas de servicios públicos tienen un par de opciones para estabilizarla. Pueden comprar electricidad fuera de la región, pero la transmisión puede resultar costosa; pueden poner en marcha centrales eléctricas "de reserva", pero estas usan combustibles fósiles y pueden ser ineficientes y perjudiciales para el medio ambiente; o pueden confiar en la RD, donde se pide a los participantes que reduzcan temporalmente su consumo eléctrico para estabilizar la red de manera segura y eficaz.

- **¿Cómo puede el usuario reducir la demanda de energía?**
La reducción de energía se produce a partir de la combinación de gestión de equipos y procesos, y a través del desplazamiento del consumo de horas pico a horas fuera de pico y también mediante el uso de otros recursos energéticos distribuidos (autogeneración, almacenamiento de energía, vehículos eléctricos).
- **¿Quién califica como usuario de programas RD?**
Los programas RD existen para todo tipo de clientes, ya sean residenciales, comerciales, industriales o agrícolas. Este deberá verificar los requisitos de elegibilidad de un programa en particular para determinar si califica o no. Los grandes consumidores, como las industrias de fabricación, puntos de venta minoristas, centros de datos y distribución, unidades residenciales y centros comerciales, hospitales e instalaciones de atención médica, plantas de tratamiento de agua y estaciones de bombeo municipales, escuelas y universidades y grandes hoteles.
- **¿Existen beneficios directos que pueden recibir los usuarios de un programa RD?**
Sí. Dependiendo del programa, pueden recibir dinero por kW/año desplazado, además de reducir los costos mensuales de energía. Los programas de RD se pueden utilizar como una iniciativa para proteger el medio ambiente y ayuda a reducir la necesidad de la construcción de nuevas plantas de energía al aumentar la confiabilidad del sistema eléctrico. La participación requiere cierto esfuerzo, pero los beneficios económicos y de otro tipo merecen la pena. Participar en un programa de respuesta de la demanda puede resultar rentable ya que reduce los costos asociados a la producción de energía.
- **¿Cómo funciona el programa de respuesta a la demanda?**
El operador de los programas RD evaluará su uso de la energía y lo inscribirá en el plan que se adapte a sus parámetros operativos. Gestionarán todos los aspectos de inscripción, incluidas las notificaciones y los pagos en su nombre. También desarrollarán un plan de reducción para maximizar sus ingresos a través del programa y garantizar que la RD sea una estrategia de gestión de energía a largo plazo para su instalación.
- **¿Cuáles son las diferencias entre los programas de gestión del lado de la demanda (DSM) y de respuesta a la demanda (RD)? ¿Se puede considerar RD dentro de DSM?**
El término Gestión del lado de la demanda (DSM) se utiliza para referirse a un grupo de acciones diseñadas para gestionar de manera eficiente el consumo de energía de un sitio con el objetivo de reducir los costos incurridos para el suministro de energía eléctrica, desde los cargos de la red y los cargos generales del sistema, incluidos los temas impositivos. El objetivo de estas acciones de optimización es modificar las características del consumo eléctrico con referencia al panorama general de consumo, perfil de tiempo de consumo, parámetros de suministro contractual (potencia contractual y parámetros de conexión a red) para lograr ahorros en las tarifas eléctricas. DMS abarca un concepto más amplio de gestión de la demanda de energía, mientras que la RD trabaja en detalle en la demanda eléctrica. La DMS busca un equilibrio entre la demanda y el suministro de energía tanto del lado de las empresas de servicios públicos, como de los operadores del sistema y de los consumidores. Mientras que la RD lo hace desde el lado del consumidor. La RD busca que los consumidores reduzcan su demanda de energía a corto plazo, mientras que la DSM incluye no solo estos en la RD, sino también medidas de eficiencia energética a largo plazo o permanentes (iluminación, climatización o máquinas térmicas).
- **¿Existe algún riesgo involucrado por participar en programas RD?**
La participación en un programa RD podría implicar riesgos económicos, técnicos y ambientales. Algunos riesgos para los usuarios son: Que al participar en un programa de control de carga incluya cargas críticas y se interrumpa o se vea afectada su actividad comercial o industrial. Que no se asegure que sus instalaciones cumplen con todos los requisitos técnicos para satisfacer la reducción de carga durante el evento, o que el cliente manipule directamente su sistema

eléctrico de forma inapropiada para reducir su carga durante un evento. Otro riesgo se presenta si el cliente no conoce las penalidades en las que puede incurrir en el caso de no cumplir con las condiciones pactadas en programa RD. Durante la ejecución de los programas RD pueden ocurrir pérdidas de información o ataques que vulneren la ciberseguridad de los datos del cliente. Desde el punto de vista ambiental, si bien uno de los objetivos es la reducción de los GEI, derivado de la reducción de la demanda de energía y/o desplazamiento de la energía para evitar la operación de plantas de respaldo que usan combustibles fósiles, existe riesgo que las emisiones aumenten, si no se controla la participación de usuarios que cuentan con sistemas de autogeneración de naturaleza térmica. Por otro lado, los riesgos económicos que se podrían presentar es que al incumplir con lo pactado en el contrato del programa RD se podrían incursionar en multas o en aumentos en la factura de electricidad.

c) Asociadas al programa RD

- **¿A qué tipos de programa RD puede acceder un determinado usuario?**

Un usuario puede acceder a programas basados en precios y a programas basados en incentivos. En los primeros se cuenta el programa de tarifa intradiaria, en el cual se establecen tarifas para la energía según el tiempo en el cual se consume. En los segundos se encuentra la gestión de carga, en el cual las empresas prestadoras de servicios públicos cuentan con dispositivos de control remoto para comunicarse con los usuarios cuando es necesario o ideal para reducir el consumo a cambio de beneficios económicos.

- **¿Cómo un usuario puede participar de un programa de RD?**

Las empresas oferentes del programa RD deben ocuparse de los detalles complejos para acceder al programa, identificando para cada interesado, el potencial de ahorro de energía y ofreciendo una estrategia para acceder al mayor beneficio con el menor impacto en sus operaciones. En algunos casos deberán instalar algunos dispositivos de medición necesarios para establecer comunicación con el centro de control de la empresa oferente, permitiendo monitorear en tiempo real. Una vez inscrito como participante del programa, estaría el usuario listo para responder de forma positiva ante un evento para participar del programa.

- **¿Cuándo y qué tan a menudo se ofertan los eventos RD?**

Los eventos de respuesta a la demanda generalmente se llevan a cabo en los meses de verano, cuando todos están explotando sus unidades de aire acondicionado en un intento por mantenerse frescos. Cada año es diferente y la cantidad de eventos puede variar, pero la mayoría de los eventos solo durarán unas pocas horas.

- **¿Cuáles son algunos de los métodos de reducción?**

Cada instalación tendrá un plan de reducción diferente, pero algunos métodos incluyen la reducción del uso de aire acondicionado, el apagado de la iluminación o equipos de gran consumo, cambiar la hora en que se realizan las actividades laborales o en el hogar e incluso el funcionamiento de sistemas de autogeneración y sistemas de almacenamiento de energía.

- **¿Cómo se notifica a los usuarios para reducir o desplazar el consumo de electricidad?**

Los clientes inscritos serán notificados por mensaje telefónico, correo electrónico, y/o una llamada telefónica personal del proveedor de RD con el que se inscribió. Dependiendo de su ubicación, las notificaciones se podrían enviar con 10 minutos a 4 horas de anticipación.

- **¿Cómo pueden participar los usuarios de un evento de reducción de demanda?**

El primer paso es esperar la notificación por parte de la empresa oferente del programa. La notificación será recibida por correo electrónico, mensaje de texto al celular y/o una llamada telefónica indicándole un tiempo previo al inicio del evento. Durante el evento, el usuario reducirá el uso de energía de acuerdo con el plan de reducción predeterminado, este proceso

podrá realizarse de forma manual o a través del control directo desde la empresa oferente del programa. Después, serán enviados los datos para la aplicación de los beneficios correspondientes. Antes, durante y después del evento, habrá comunicación constante bidireccional.

- **¿Qué pasa si el usuario no puede participar en un evento determinado porque interfiere con las operaciones de las instalaciones del hogar o establecimiento?**

Los diferentes programas de respuesta a la demanda tendrán diferentes requisitos durante un evento. Los beneficios se reciben por lo que reduce, así que no realizarlo simplemente resultará en ningún beneficio.

- **¿Qué es la línea base de consumo del cliente?**

Corresponde con el valor o valores basados en datos históricos de consumo del usuario, a partir de la cual se define la capacidad o disponibilidad de energía para cada programa RD. El proveedor del servicio RD establece el método para definir la carga de referencia de un usuario, y establece cuanta electricidad usaría un usuario si no aplicara un programa RD. La línea base de consumo se compara con su carga real durante un evento de respuesta a la demanda con el fin de determinar la reducción de carga.

- **¿Existe alguna línea base de consumo alternativa para medir la energía de la RD?**

Si se considera la carga horaria de demanda, esta podría considerarse como una línea base alternativa de medición y capacidad de respuesta del usuario.

- **¿Cuántos tipos de roles de usuarios hay en RD?**

El usuario puede tomar un rol activo participando en el programa, por ejemplo, respondiendo a las señales de tarifa intradiaria o aceptando las condiciones del programa control de carga. El usuario puede adoptar un rol pasivo cuando no participa en el programa RD.

d) Asociadas a los dispositivos

- **¿Qué es un control de carga?**

Se refiere a la manipulación de los dispositivos que consumen energía eléctrica para reducir o desplazar los consumos. También se puede referir a reducir los consumos durante los eventos de RD.

- **¿Qué es el cambio de carga?**

El cambio de carga se refiere a cambiar el uso de la electricidad, generalmente de una hora pico a una hora que no es pico, para evitar costos más altos o capitalizar los beneficios de los programas.

- **¿Qué es un medidor avanzado y qué papel juega en la implementación de un programa RD?**

Los medidores avanzados son medidores digitales que registran con precisión el consumo de energía y permiten la comunicación bidireccional entre el consumidor y el sistema eléctrico para obtener mediciones e informes más precisos sobre el uso de la electricidad. El principal objetivo de la medición inteligente es el control del consumo directo y la eficiencia energética. Estos influyen en el comportamiento del consumidor y son incentivados con beneficios económicos. Los datos generados y transmitidos por los medidores inteligentes mejoran la operación de la red, el seguimiento y control del uso de la energía (Valencia Uribe, 2014).

- **¿Se debe instalar algún hardware y/o software para participar de algún programa RD?**

Principalmente, se requiere un medidor que registre el consumo en los periodos definidos en el programa. Se debe contemplar que para el control de cargas la forma de hacerlo es de

forma automática, por ende, se debe realizar una implementación tecnológica tanto de hardware y software.

- **¿Qué es una red inteligente?**

Es una red que usa comunicaciones digitales bidireccionales para permitir el control del uso de electricidad para reducir el uso de la electricidad, reducir costos y aumentar la confiabilidad y la transparencia.

- **¿Sí el programa control directo de carga ofrece el mismo beneficio y a menor costo que el de reducción de carga en hora pico, tiene sentido instalar sistema de almacenamiento del lado del usuario, teniendo presente que estos dispositivos son costosos?**

Ciertamente, los dispositivos de almacenamiento de energía son muy costosos, pero a largo plazo son muy beneficiosos, se podría acceder a ellos a través de soporte gubernamental, o elegir los lugares adecuados para colocarlos, por ejemplo, lugares o empresas con altas cargas. El almacenamiento de energía ayuda a la aplicación de RD, así como a controlar el uso de la unidad de autogeneración y todo lo que sea capaz de cambiar efectivamente el balance de energía del cliente (prosumidor). La RD se puede realizar de forma continua, sin embargo, la operación de algunas fuentes no convencionales de energía requiere dispositivos que permitan gestionar la energía producida, al tratarse de fuentes de operación intermitente, siendo útil la instalación de sistemas de almacenamiento como apoyo a la RD cuando se disponen de estas fuentes.

- **¿Cómo una batería en las instalaciones del usuario final puede ayudar en un programa de RD?**

Estos dispositivos son muy útiles para gestionar la energía principalmente cuando se dispone de sistemas alternativos de generación, como las provenientes de recursos renovables, cuya fuente de energía al ser climática no es posible controlar. A medida que aumenta la fracción de fuentes de energía renovable, la respuesta de la oferta es cada vez más limitada. La RD puede ayudar, por ejemplo, controlando la carga de los coches eléctricos, incrementándola cuando otras demandas son bajas, reduciéndola cuando otras demandas son altas. Sin embargo, para el ajuste fino habrá un requisito de almacenamiento de energía.

- **¿En programas RD del tipo control directo de carga, la empresa que oferta el programa tiene control total sobre las cargas registradas o el usuario podría controlar eventualmente?**

Los participantes en el programa pueden controlar su carga durante la ocurrencia del evento siempre y cuando no excedan los límites previamente pactados. Para una participación de las cargas se realizan pruebas que permitan confirmar con el usuario el tiempo que puede ser ajustada para una participación de un evento.

Anexo III. Herramienta de investigación.

- Selecciona el tipo de inmueble donde habitas el mayor número de horas al día

- Apartamento
- Casa
- Finca, casa de campo, lugar fuera de la ciudad
- Infraestructura comercial
- Infraestructura industrial
- Otro, ¿cuál?

- ¿Qué tipo de usuario eres en el servicio de energía eléctrica? (eres un usuario regulado si NO negocias directamente el valor al cual pagas la energía eléctrica) Nota: todas las consultas de la investigación responderlas con el tipo de usuario seleccionado

- Usuario Regulado (UR)
- Usuario No Regulado (UNR)

- Seleccione el tipo de suscriptor (si no lo sabes, podrás identificarlo en la factura de tu servicio de energía eléctrica)

- Estrato 1
- Estrato 2
- Estrato 3
- Estrato 4
- Estrato 5
- Estrato 6
- Comercial
- Industrial o Industrial Bombeo/Distrito Riego

- ¿En cuál región geográfica estas ubicado? (departamento)

- | | |
|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Antioquia | <input type="checkbox"/> Nariño |
| <input type="checkbox"/> Atlántico | <input type="checkbox"/> Norte de Santander |
| <input type="checkbox"/> Bolívar | <input type="checkbox"/> Quindío |
| <input type="checkbox"/> Caldas | <input type="checkbox"/> Risaralda |
| <input type="checkbox"/> Cauca | <input type="checkbox"/> Santander |
| <input type="checkbox"/> Córdoba | <input type="checkbox"/> Tolima |
| <input type="checkbox"/> Cundinamarca | <input type="checkbox"/> Valle del Cauca |

- Durante el aislamiento obligatorio -Covid19- su consumo de energía eléctrica:

Subió
 No cambió
 Bajó

- ¿Qué hábito de consumo de energía cambió producto del aislamiento obligatorio -Covid19-?

Hago teletrabajo y estoy utilizando aún más los equipos electrónicos (PC, portátil, TV, Tablet, entre otros)
 Cambié todos mis hábitos de consumo porque estoy más consciente del costo del servicio (hago un mejor uso de la iluminación, aire acondicionado, ventiladores, ciclos de lavado o planchado, cocina/nevera u otros)
 No he cambiado ningún hábito de consumo
 Hago teletrabajo y cambié la hora en las que realizo las actividades del hogar
 Aunque no hago teletrabajo, cambié la hora en las que realizo las actividades del hogar (lavar, planchar, cocinar, aspirar, entre otros)

- ¿Por qué es importante la etiqueta de eficiencia energética en los electrodomésticos?

Da información de la eficiencia en el consumo de energía del equipo
 Da información del fabricante del equipo
 No me fijo cuando compro algún electrodoméstico
 Porque en caso de cambio del equipo, me permite acceder a algún beneficio económico
 Otro, ¿cuál?

- ¿Qué es un programa de respuesta de la demanda?

Es un programa para recibir beneficios por reducir o desplazar el consumo de la energía eléctrica
 Es un programa para controlar la forma en que consumo energía eléctrica
 Es un programa para mitigar los problemas de escasez de energía en el país
 Es un programa para ahorrar energía
 Es un programa para incentivar el desarrollo de las fuentes no convencionales de energía renovables
 No sé

- ¿Cuál es su expectativa al participar en un programa que incentive cambios en la forma en que consumo la energía eléctrica?

Obtener un ahorro significativo sobre el valor de la factura
 Aportar a la sostenibilidad medioambiental
 Lograr cualquier ahorro
 Modernizar la instalación eléctrica
 Otro, ¿cuál?
 No tengo expectativas

- ¿Ha implementado alguna de las siguientes estrategias para consumir energía eléctrica de forma más eficiente?

- He priorizado la compra de electrodomésticos que tengan la etiqueta de eficiencia energética
- He instalado dispositivos que permitan un mejor uso o control del consumo (electrodomésticos, iluminación, actividades de limpieza o arreglo, entre otras)
- No he considerado ninguna estrategia
- He utilizado los incentivos para la gestión eficiente de la energía (Ley 1715-2014 u otro de tipo tributario)
- He definido las estrategias para mejorar el consumo de energía, pero no las pongo en práctica
- No dispongo de recursos económicos para implementar alguna estrategia
- Otro, ¿cuál?

- ¿Cuál estrategia cree usted que aceleraría la implementación de programas que incentiven cambios en la forma que se consume la energía eléctrica?

- Habilitar tarifas horarias
- Que cada comercializador ofrezca dentro de su portafolio de servicio un programa de respuesta de la demanda
- Definir una política pública que establezca un porcentaje obligatorio de participación en dichos programas (meta nacional)
- Realizar campañas que fomenten el consumo consciente y eficiente de la energía eléctrica como herramienta para la recuperación económica del país
- Habilitar la oferta de la demanda de energía en el mercado de energía (bolsa de energía o en el mercado de contratos de energía)
- Incluir los programas dentro la programación de los recursos que se utilizan para garantizar la operación confiable y económica bajo cualquier condición del sistema eléctrico

- ¿Cuál estrategia cree usted que fomentaría la participación de los consumidores en un programa que tiene como objetivo modificar la forma en que se consumen la energía eléctrica?

- Otorgar un incentivo a los usuarios por participar en estos programas (descuentos en factura, bonos de compra, puntos para redimir u otro)
- Suministrar el medidor avanzado junto con sus aplicaciones que permitan conocer el consumo de la energía eléctrica y su costo a nivel horario
- Ofrecer planes de tarifas diferenciadas (tarifas diferentes por periodo de tiempo)
- Facilitar el acceso a tecnologías (paneles solares o baterías para suplir las necesidades de consumo de energía eléctrica -parcial o total-, equipos de alta eficiencia energética, dispositivos inteligentes -domótica-)
- Realizar campañas a nivel nacional/regional acerca de la importancia de participar en estos programas
- Otro, ¿cuál?

- ¿Cuál cree usted es la principal barrera para modificar el consumo horario de la energía eléctrica?

- No disponer de un medidor avanzado que registre e informe al usuario el consumo horario
- La falta de información o herramientas para gestionar el consumo de energía
- La falta de cultura energética para promover o mejorar hábitos de consumo de energía
- La inflexibilidad en el cambio del horario de las actividades del hogar o por fuera de el
- No se conoce el costo horario de la energía eléctrica
- No se saben los beneficios por cambiar la hora en que más se consume
- La información del consumo solo se conoce cuando llega la factura (1 mes o 2 meses después)
- No se sabe cuál es el electrodoméstico o el dispositivo que consume más energía
- Otra, ¿cuál?

- ¿Tiene alguno de los siguientes dispositivos en el lugar que habitas el mayor número de horas? Generador distribuido (AGPE/GD) (por ejemplo, solar, hidro, diesel, ...)

- Si
- No, pero me gustaría
- No lo conozco
- No estoy interesado
- No aplica

- ¿Tiene alguno de los siguientes dispositivos en el lugar que habitas el mayor número de horas? Equipo de almacenamiento de energía eléctrica (por ejemplo, baterías para tu consumo propio)

- Si
- No, pero me gustaría
- No lo conozco
- No estoy interesado
- No aplica

- ¿Tiene alguno de los siguientes dispositivos en el lugar que habitas el mayor número de horas? Equipo de almacenamiento de energía térmico (por ejemplo, calentador de agua)

- Si
- No, pero me gustaría
- No lo conozco
- No estoy interesado
- No aplica

- ¿Tiene alguno de los siguientes dispositivos en el lugar que habitas el mayor número de horas?
Medidor avanzado de energía eléctrica

Si
 No, pero me gustaría
 No lo conozco
 No estoy interesado
 No aplica

- ¿Tiene alguno de los siguientes dispositivos en el lugar que habitas el mayor número de horas?
Vehículo eléctrico (carro, bicicleta, patineta u otro)]

Si
 No, pero me gustaría
 No lo conozco
 No estoy interesado
 No aplica

- ¿Tiene alguno de los siguientes dispositivos en el lugar que habitas el mayor número de horas?
Teléfono inteligente (smartphone)

Si
 No, pero me gustaría
 No lo conozco
 No estoy interesado
 No aplica

Anexo IV. Metodología cálculo de huella de carbono

El objetivo de determinar la huella de carbono es conocer el impacto de la organización, proyecto o individuo sobre el medio ambiente y con los resultados, poder emprender acciones que conduzcan a la reducción de la huella de ser posible y en caso negativo, poder hacer al menos compensaciones, por ejemplo, a través de iniciativas de mitigación y adaptación como: reforestación, eficiencia energética y energías renovables, fomentar transporte público y movilidad sostenible, entre otras. La Huella de Carbono se puede calcular con distintos criterios:

- Huella de carbono de una organización: Mide la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos de manera directa o indirecta en el desarrollo de las actividades de una organización (empresa). Se suele considerar la huella temporal, que permite hacer comparaciones anuales.
- Huella de carbono de producto: Mide los GEI emitidos durante todo el ciclo de vida de un producto: desde la extracción de las materias primas, pasando por el procesado y fabricación y distribución, hasta la etapa de uso y final de la vida útil (depósito, reutilización o reciclado). se hace el cálculo de huella para la unidad funcional, lo que permite hacer comparaciones entre empresas del mismo sector.

A nivel internacional existen diferentes protocolos y directrices para el cálculo de la Huella de Carbono en función al alcance de la misma. Por ejemplo, la metodología del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) para las Comunicaciones Nacionales de Gases de Efecto invernadero, el PAS 2050 o el GHG Protocolo Estándar para la huella de carbono de productos y la ISO 14064 o el GHG Protocolo estándar corporativo para el cálculo de la huella de carbono de una organización. Para las organizaciones se diferencian tres tipos de emisiones:

- Emisiones Directas o de alcance 1: Son las emisiones de GEI emitidos de forma directa por la organización, por ejemplo, por el uso de combustibles fósiles en maquinaria o vehículos, por pérdidas de gases refrigerantes, en equipos que son propiedad de la empresa o por reacciones químicas durante los procesos productivos de la organización.
- Emisiones Indirectas o de alcance 2: Son los GEI emitidos de forma indirecta asociadas al consumo de electricidad.
- Otras Emisiones Indirectas o de alcance 3: Son las atribuibles a los productos y servicios adquiridos por la organización, que a su vez habrán generado emisiones previamente para ser producidos. Son las más difíciles de contabilizar debido a la gran cantidad de productos y servicios utilizados por las organizaciones y a la dificultad en conocer las emisiones de estos productos o servicios si no son aportadas por el propio productor. Incluye las emisiones debidas a la extracción y producción de materiales que adquiere la empresa, viajes de trabajo, consumo de agua y papel, movilidad, producción de residuos, edificación, etc.
- Absorciones: También se deben contabilizar las absorciones de CO₂, que la organización realiza de forma directa y contrarresta las emisiones generadas. No se deben contabilizar dentro de un inventario, aunque la organización sí puede informar de sus compensaciones si las ha realizado.

Para la determinación de la huella de carbono de una organización se debe tener en cuenta:

- a. Definición de los límites del sistema (Qué considerar)
 - Tipología de emisiones a incluir: sólo CO₂, una parte de los GEI o todos.
 - Emisiones directas/indirectas.
 - Emisiones internas del proceso o incluyendo cadena de suministro y otras operaciones de la cuales la organización es indirectamente responsable
- b. Determinar los límites de la organización
- c. Determinar los límites operacionales (Qué tipo de emisiones van a ser incluidas)

- Emisiones directas o de "alcance 1".
 - Emisiones indirectas o de "alcance 2".
 - Otras emisiones indirectas" o de "alcance 3".
- d. Recopilación de datos, consumos y actividades de manejo (se puede obtener de)
- fuentes de información primarias, consistentes en mediciones directas, datos propios o información proporcionada por la cadena de suministro,
 - o en su defecto a fuentes secundarias basadas en estimaciones medias normalizadas.
- e. Calcular las emisiones y las remociones de GEI
- Identificación y documentación de las fuentes y sumideros de GEI.
 - Selección y justificación de un método de cálculo que minimice al máximo la incertidumbre de las estimaciones y produzcan resultados lo más precisos posible.
 - Selección y recopilación de los datos de la actividad (consumos, residuos, superficie ocupada, etc.).
 - Selección o desarrollo, y justificación, de los factores de emisión o de absorción cuidando que procedan de un origen reconocido.
 - Cálculo de las emisiones y remociones, aplicando la herramienta de cálculo elegida.

A nivel de un individuo, para determinar cuál es el impacto que tienen sus actividades sobre el planeta existe un método de cálculo accesible a todo el mundo e ideado por el ingeniero francés experto en cambio climático *Jean-Marc Jancovici*. Este método incluye multitud de variables que recogen datos cotidianos del usuario para calcular cuál es el nivel de emisiones de CO₂ directas e indirectas que su actividad supone. Estas emisiones son las debidas a las actividades básicas del individuo: alojamiento, transporte, alimentación y consumos varios. Siguiendo este modelo, existen diferentes opciones para calcular la huella de carbono de una persona, el de la empresa inglesa *Carbon Footprint* (Norma ISO, el *Sustainable Business Network* e IEMA (*Institute of Environmental Management and Assessment*)).

La huella de carbono se mide en masa de CO₂ equivalente (CO₂eq). Una unidad que además del CO₂ toma en cuenta los otros Gases de Efecto Invernadero que contribuyen al calentamiento global. Finalmente, los resultados individuales de cada gas se convierten a equivalentes de CO₂. La manera más simple de determinarla es multiplicando los llamados datos de actividad (kg de alimento, kWh de energía, Km recorridos, etc.) por el correspondiente factor de emisión normalizado, que corresponde a la cantidad de CO₂ emitido por unidad de actividad a que hace referencia (kg CO₂/Kg alimento, kg CO₂/ kWh, kg CO₂/ Km recorrido, etc.).

Para el caso del piloto, por razones de alcance del mismo, la huella de carbono, solo involucra el cálculo matemático de la suma de las emisiones de todas las actividades, que se determinan del producto de los factores de emisión y los datos de cada actividad considerada. No los elementos adicionales que se indican en las metodologías previamente descritas. Así, la herramienta de cálculo usada para determinar las emisiones debidas a las actividades llevadas a cabo durante el piloto es la siguiente:

$$\text{Emisión de GEI}_T = \sum_i DA_i * FE_i$$

Y las unidades, que dependen del tipo de actividad llevada a cabo, son:

$$[Kg CO_{2e}] = [Kg, L, Km, kWh] * \left[\frac{Kg CO_{2e}}{Kg, L, Km, kWh} \right]$$

Bibliografía

- ABB. (2018). *We are bridging the gap. Enabling Digital Substations*. Retrieved from <https://library.e.abb.com/public/60353>
- AGUAZA, B. (2012). *Analisis coste beneficio*. eXtoikos N° 5. 2012pp149
- ALBI, P., SÁNCHEZ, J., RODRÍGUEZ, C., FERNÁNDEZ, A., RAMOS, D., CABALLERO, A., . . . VÉLEZ, R. (2018). Process bus interoperability under IEC 61869-9 + differential protection (87L) scheme with one conventional end. *B5-214 CIGRE*. Paris.
- Benítez Lobato, M. (2015). Implementación práctica del protocolo IEC 61850 en subestaciones eléctricas. Problemas y soluciones. *Universidad de Sevilla*.
- Catapult. (2020). *Demand Side Response: Putting consumers in the driving seat*.
- Colombia Inteligente. (2018). *Respuesta de la demanda: Estrategia para la mitigación GEI*. Medellín.
- Colombia Inteligente. (2019). *Respuesta de la Demanda: Estrategia para la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero*. Medellín, Colombia.
- CORTES, M. GONZÁLEZ, O. MORENO, E. CUSGÜEN, C. MOJICA, E. PAVAS, F. 2017. Gestión de demanda en usuarios residenciales evaluando su impacto a través de un modelo de dinámica de opinión. *Revista UIS Ingenierías*. Bucaramanga
- De BHOWMICK, B., SUNKARA, B., PRAKASH, C., SEN, U., & YASHWANT, K. (2018). Operational Experience of IEC 61850 Process Bus Systems Deployed in POWERGRID. *B5 - 211 CIGRE*. Paris.
- ENERGY AGENCY AUSTRALIA. 2018. What is demand response?. Retrieved from <https://arena.gov.au/blog/what-is-demand-response/>
- ENGLERT, H., FLEMMING, S., BISALE, C., RUFF, C., & RUDD, A. (2018). Design, Concept, Commissioning, Maintenance, Cyber Security of a IEC61850 Process Bus Brown Field Application. *B5-213 CIGRE*. Paris.
- European Comission: Joint research center. (2013). *Smart Grid projects in Europe: Lessons learned and current developments*. Luxembourg.
- Gartner. (2019). *Digital Business Transformation*. Retrieved from <https://www.gartner.com/it-glossary/digital-business-transformation>
- GE. (2018). *WHY GO DIGITAL? Evolving from Conventional to Intelligent Digital Substations*. Retrieved from http://www.energyreps.com/files/Why_Go_Digital_White_Paper_GEA-32016.pdf
- Hinkley, K., & Mistry, C. (2018). First digital substation in TransGrid – Australia: a journey, business case, lessons. *The 14th International Conference on Developments in Power System Protection (DPSP 2018)*, (pp. 1135-1139).
- IEEE Std 2030.100. (2017). IEEE Recommended Practice for Implementing an IEC 61850-Based Substation Communications, Protection, Monitoring, and Control System.
- LEWIS, P. (2012). EMPOWER DEMAND 2: ENERGY EFFICIENCY THROUGH INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY -BEST PRACTICE EXAMPLE AND GUIDANCE. *VaassaETT Global Energy Think Tank*. Finland.

LEITLOFF, V., KURTZ, A., LADRIERE, J., CAYUELA, J., & BRUN, P. (2018). Experience Feedback of Testing and Commissioning of a fully Digital IEC 61850 based PACS. *B5-215 CIGRE*. Paris.

LOKEN, R., HURZUK, N., STENSRUD, L., OHRN, B., SIMENSEN, F., LOSNEDAL, S., . . . NORDENG, J. (2018). Experience with process bus in Statnett R&D project Digital substation. *CIGRE Study Committee B5 – Protection and Automation* -. Paris.

NEWMAN, P., POPESCU, C., MOHAPATRA, P., QIN, H., BALASUBRAMANI, P., PATTERSON, C., . . . ABDULLA, A. (2018). FITNESS Multi-Vendor Interoperability in Digital Substations. *CIGRE B5: PS2 - User Experience and Current Practice with IEC 61850 Process Bus*. Paris.

POTTER, J. CAPPERS, P. (2017). DEMAND RESPONSE ADVANCED CONTROLS FRAMEWORK AND ASSESSMENT OF ENABLING TECHNOLOGY COSTS. *Lawrence Berkeley National Laboratory*. Retrieved from: <https://www.osti.gov/biblio/1393639/>

RICHARDS , S., VARGHESE, A., & PROCOPIOU, A. (2015). BACK ON INSTALLED EXPERIENCE WITH FULLY-DIGITAL SUBSTATIONS. *International Conference on Electricity Distribution*, (pp. 1-5). Lyon.

Santana, H., López, D., & Rivas, E. (2012). COMMUNICATION AND AUTOMATION NETWORKS FOR POWER SYSTEMS – A STEP TOWARDS SMART GRIDS. *Redes de Ingeniería*, 77-91.

SEL. (2019). *Improve Protection Communications Network Reliability Through Software-Defined Process Bus*. Washington. Retrieved from <https://cdn.selinc.com/assets/Literature/Publications/>

Téllez, S., Duarte, O., & Rosero, J. (2020, June). Demand-side management strategies based on energy key performance indicators in real-time: case study. *CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro*, Vol 10, Num 1, 5 - 16.

UPME-UNAL. (2017). *Especificaciones y requisitos de la arquitectura de información de un centro de gestión de medida y caracterización de la demanda del usuario basado en medición inteligente*. Bogotá.

The Brattle Group. (2019). *A Survey of Residential Time-Of-Use (TOU) Rates*. Boston.

Vardhan, H., Ramlachan, R., Szela, W., & Gdowik, E. (2018). Deploying Digital Substations: Experience with a Digital Substation Pilot in North America. *71st Annual Conference for Protective Relay Engineers (CPRE)*, (pp. 1-9). College Station.

WEF. (2018). *Frameworks for the Future of Electricity: Leading the Transformation through Multistakeholder Cooperation*. Geneva, Switzerland. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/Frameworks_Future_Electricity_2018.pdf

ZHUKOV, D., & MOROZOV, A. (2018). Experience of implementation, testing and operation of electronic instrument transformers, merging unit devices, power-system protection and automation devices realizing IEC 61850 process bus for the generator-transformer unit of Nizhegorodskaya HPP. *B5-216 CIGRE*. Paris.

Zongzhan, D. (2016). Development of Virtual Reality Simulation Training System for Substation. *6th International Conference on Mechatronics, Materials, Biotechnology and Environment (ICMMBE 2016)* .



Colombia
inteligente

Red colaborativa para habilitar
y acelerar la transformación
del sector eléctrico

Datos de contacto

Teléfono: +(574) 444 12 11 ext.190 - 171 - 117

Dirección: Carrera 46 # 56 – 11, Edf. Tecnoparque Piso 13

Medellín – Colombia

e-mail: difusión@colombiainteligente.org

Página Web: www.colombiainteligente.org

Twitter: [@colombiaintelig](https://twitter.com/colombiaintelig)