

Transporte

Guía Metodológica de Auditoría Energética

©Agencia de Sostenibilidad Energética, Ministerio de Energía
Guía Metodológica de Auditoría Energética en Transporte
Primera Edición: Abril 2019

La “Guía Metodológica de Auditoría Energética en Transporte”, es un proyecto desarrollado por la Agencia de Sostenibilidad Energética y el Ministerio de Energía en el marco del Programa Bienes Públicos para la Competitividad - Convocatoria Eficiencia Energética y fue financiado por CORFO, el Ministerio de Energía y la Agencia de Sostenibilidad Energética.

Autores:

Rodrigo Balderrama
Sebastián Gopel
José Manuel Lobo
Patricio Meneses
Katherina Pérez

RODA Energía
comunicaciones@rodaenergia.cl
www.rodaenergia.cl

Revisión:

Alejandro Silva, Ministerio de Energía
Juan Pablo Payero, Agencia de Sostenibilidad Energética
Felipe Lagos, Agencia de Sostenibilidad Energética
Robert Schacht, Agencia de Sostenibilidad Energética

Diseño gráfico:

El Despacho
Víctor Vinagre, Agencia de Sostenibilidad Energética

Agradecimiento especial a las organizaciones y empresas que participaron en el desarrollo de las distintas instancias participativas de este programa y que con sus aportes contribuyeron a la creación de esta Guía: Centro de Transporte y Logística UNAB, Chile Transporte, Goldenfrost, Sotracer, Transporte de Combustibles Chile, Transporte Simunovic y Transportes del Sol.

Índice

05

- 5 Auditoría Energética
- 5 Etapas de una Auditoría Energética
- 7 Niveles de Auditorías Energéticas
- 10 ¿Cómo usar la guía?

15

2. Etapa Planificación AE

- 15 2.1 Solicitud y recopilación de la información requerida
- 17 2.2 Recorrido inicial y reuniones de coordinación
- 17 2.3 Plan de trabajo en terreno

43

4. Reporte

- 43 4.1 Reporte(s) de avance
- 43 4.2 Reporte final

44

Anexos

11

1. Etapa Preparación AE

- 11 1.1 Definición requerimientos de AE
- 12 1.2 Desarrollo de propuesta de AE
- 14 1.3 Selección de propuesta de AE

20

3. Etapa Ejecución AE

- 20 3.1 Trabajo en terreno
- 21 3.1.1 Levantamiento de información
- 23 3.1.2 Medición del uso de la energía
- 25 3.2 Tratamiento de información y análisis de situación actual
- 25 3.2.1 Análisis de operación
- 26 3.2.2 Distribución de energía
- 28 3.2.3 Línea base
- 30 3.2.4 IDE y análisis comparativo
- 31 3.2.5 Análisis de facturación
- 33 3.2.6 Análisis de mantenimiento
- 34 3.2.7 Análisis de calidad de energía
- 36 3.2.8 Análisis de planificación
- 36 3.3 Análisis de MMEE
- 36 3.3.1 Identificación de MMEE
- 38 3.3.2 Análisis técnico y económico
- 42 3.3.3 Plan de implementación para MMEE

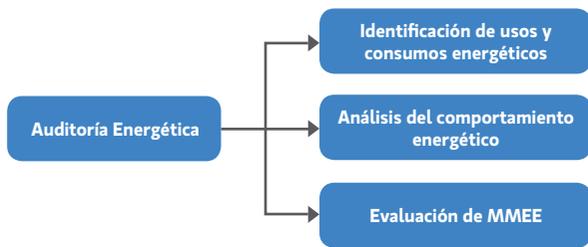
Glosario

AE	Auditoría Energética
AT	Alta Tensión.
BT	Baja Tensión.
CT	Cargas de Transporte.
CTP	Cargas de Transporte y/o Pasajeros.
EE	Eficiencia Energética.
FC	Factor de Carga.
FP	Factor de Potencia.
FT	Flotas de Transporte.
GEI	Gases de Efecto Invernadero.
GLP	Gas Licuado Petróleo.
GN	Gas Natural.
GPS	Sistema de Posicionamiento Global.
HH	Horas Hombre.
IDE	Indicador de Desempeño Energético.
IPMVP	Protocolo Internacional de Medida y Verificación (International Performance Measurement & Verification Protocol).
M&V	Medición y Verificación.
MMEE	Medidas de Mejora en Eficiencia Energética.
PAYBACK	Período de Retorno de la Inversión.
SGE	Sistema de Gestión de la Energía.
THD	Distorsión Armónica Total (Total Harmonic Distortion).
TIR	Tasa Interna de Retorno.
VAN	Valor Actual Neto.

Auditoría Energética

La Auditoría Energética (AE) o Diagnóstico Energético, es una revisión, análisis y comprensión del uso y consumo de energía de las Flotas de Transporte (FT) que permitan identificar medidas de eficiencia energética, que representen oportunidades para mejorar el desempeño energético.

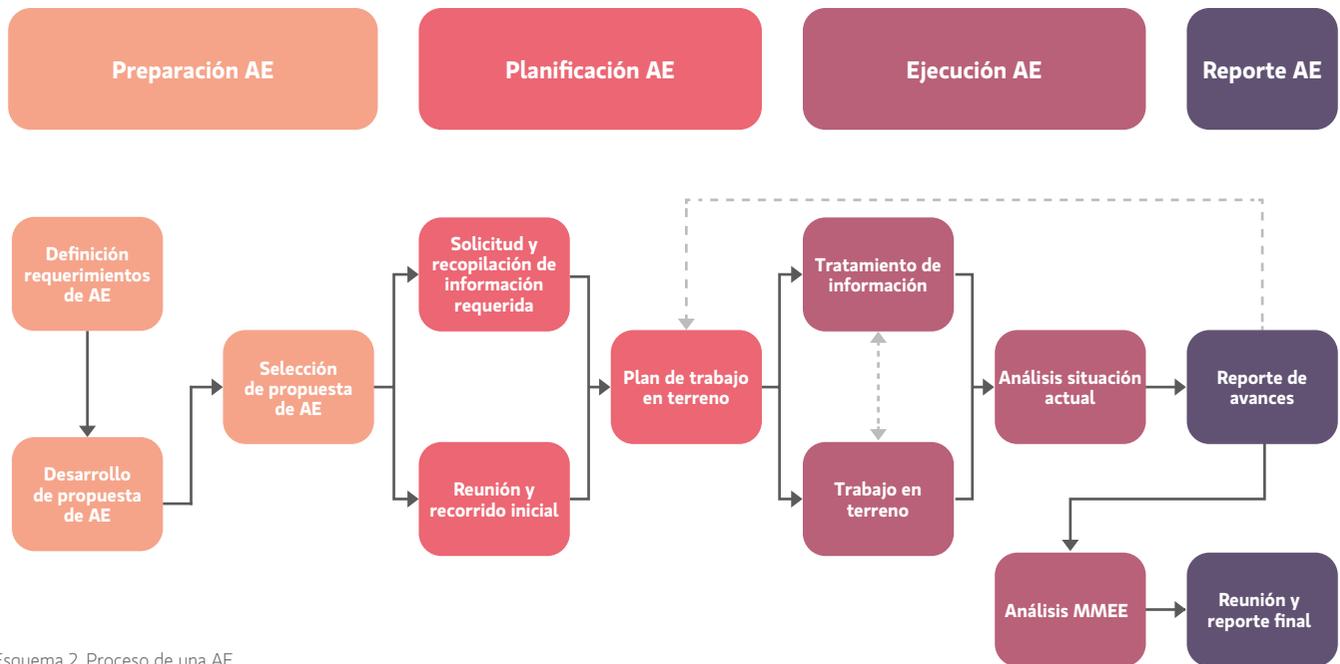
En el contexto de un SGE¹, la AE es una herramienta clave para identificar los vehículos y FT de uso significativo de energía y determinar el desempeño energético actual, permitiendo la elaboración de una línea base y la obtención de indicadores de desempeño energético.



Esquema 1. Objetivos de una AE

Etapas de una Auditoría Energética

El proceso de una AE consta de 4 etapas principales, correspondientes a *Preparación, Planificación, Ejecución y Reporte*. Cada una de ellas está compuesta por actividades con objetivos particulares y que en su conjunto responden a los objetivos de la AE, de acuerdo al Esquema 2 y la descripción que se realiza a continuación. La secuencia presentada es representativa, por lo que pueden existir iteraciones entre las actividades o variaciones en el orden de su desarrollo para casos particulares.



Esquema 2. Proceso de una AE

1. Sistema de Gestión de Energía, Guía de Implementación de Sistema de Gestión de Energía basado en ISO50001, Agencia de Sostenibilidad Energética.

1. Etapa Preparación AE: Definición por parte de la organización de los elementos y características de la AE que se solicitará realizar a sus FT, en base a los cuales uno o más candidatos a desarrollar la AE presentan propuestas para optar a ser seleccionados por la organización, para dar inicio así a las siguientes etapas de la AE.

1.1 Definición de requerimientos de la AE: Definición por parte de la organización de las FT que se incluirán en el diagnóstico, profundidad de los análisis y evaluaciones de MMEE a realizar, los aspectos del equipo auditor que serán evaluados y las expectativas de recursos a asignar para la realización de la AE. Estos requerimientos son presentados al equipo auditor para la elaboración de las ofertas de AE.

1.2 Desarrollo propuesta de AE: Identificación y/o análisis por parte del equipo auditor candidato a desarrollar la AE, de los antecedentes y características de las FT, para que en base a los requerimientos expuestos por la organización, les permitan generar una oferta de AE y recursos necesarios que se ajusten a lo solicitado.

1.3 Selección de propuesta de AE: Elección de propuesta y equipo auditor que mejor se ajuste a los requerimientos y expectativas de la organización, con lo cual se inicia el desarrollo de las siguientes etapas.

2. Etapa Planificación AE: Programación de los tiempos y tareas consideradas para el cumplimiento de los alcances y niveles de AE que fueron establecidos.

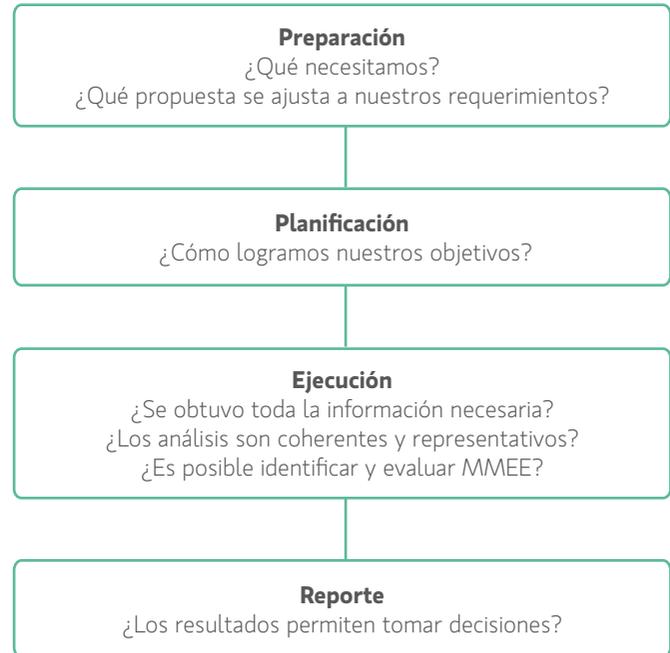
2.1 Solicitud y recopilación de información requerida: Solicitud y recopilación de información que ya maneja la organización y que sea de utilidad para los análisis de la AE, la que es complementada y validada junto con la información que se obtiene durante el *Trabajo en terreno*.

2.2 Recorrido inicial y reuniones de coordinación: Permite realizar un reconocimiento de las FT que entregue información de utilidad para elaborar el *Plan de trabajo en terreno*.

2.3 Plan de trabajo en terreno: Planificación de las actividades que se desarrollarán para el *Levantamiento de información en terreno y mediciones del uso de la energía*, que permitan coordinar y optimizar los tiempos de *Ejecución de la AE*.

3. Etapa Ejecución AE: Obtención y recopilación de información, tratamiento y análisis requeridos para el cumplimiento de objetivos de acuerdo al alcance y nivel de AE.

3.1 Trabajo en terreno: Levantamiento de información y mediciones que permitan caracterizar los vehículos para el posterior *Tratamiento de información, análisis de situación actual y Análisis de MMEE*.



3.2 Tratamiento de información y análisis de situación actual: Procesamiento de la información entregada por la organización y la recopilada durante el *Trabajo en terreno*, para la obtención de distribución de consumos y otros análisis que se abordan en la guía.

3.3 Análisis de MMEE (Medidas de Mejora en Eficiencia Energética): Identificación de MMEE, aplicación de criterios para la evaluación técnica y económica y priorización de medidas de mayor conveniencia para las FT.

4. Etapa Reporte AE: Registro y clasificación de la información de utilidad para la entrega de resultados y conclusiones a la organización auditada.

4.1 Reporte de avances: Traspaso de información y validación de las primeras conclusiones obtenidas del *Análisis de situación actual* y MMEE identificadas.

4.2 Reunión y reporte final: Traspaso de información de todas las conclusiones obtenidas y las MMEE evaluadas de acuerdo al nivel de detalle definido en los alcances de la AE.

Niveles de Auditorías Energéticas

De acuerdo a las expectativas y requerimientos de la organización, se puede desarrollar uno o más tipos de niveles de AE que se diferencian en el grado de detalle en que se realizan la identificación y análisis del comportamiento energético y, también, en qué tan exacta es la evaluación de MMEE, según el nivel de estudio que se desarrolle, como se resume en la Tabla 1. La definición por parte

de la organización del nivel de AE de interés, determina el grado de dedicación y el tipo de actividades que deben ser consideradas para cumplir con los objetivos del diagnóstico energético, lo cual influye directamente en los tiempos, costos y recursos necesarios para realizar la AE, como se ve reflejado en la Tabla 1.

Tabla 1. Niveles de AE

Objetivo de la AE	Se diferencia en	Nivel de AE			
		Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Identificación de usos y consumos energéticos Análisis del comportamiento energético	Nivel de detalle en que se obtienen resultados	General	Básico	Detallado	Preciso
	Nivel de estudio de MMEE identificadas	Idea	Idea	Perfil	Prefactibilidad
Evaluación de MMEE	Nivel de estudio de MMEE de mayor interés		Perfil	Prefactibilidad	Factibilidad

- + Costo, tiempo y recurso

La dedicación y asignación de recursos para cada nivel, también se relaciona con el tipo de información que se debe obtener de las FT, ya que esta debe ser coherente con los resultados que entrega la auditoría en cuanto a la identificación y análisis del comportamiento energético, respaldando, además, los resultados de los estudios de las MMEE detectadas. Este requerimiento define la cantidad y detalle de información que debe ser recopilada y, en consecuencia, las fuentes de información que es adecuado utilizar para cada nivel, como se muestra en la Tabla 2. En ella se señala que, como base para todos los niveles, se debe utilizar información que se levante en terreno por inspección visual o consultas al personal,

diferenciando la cantidad de la información requerida por nivel de AE. Luego, desde el nivel 1, se considera aquella información que pueda entregar la organización de sus FT. De forma particular para los niveles 2 y 3, se debe incluir como fuente de información la medición de variables energéticas, diferenciando de un nivel 2 a un nivel 3 un mayor detalle en el seguimiento de la operación y las variables energéticas de las FT, la extensión de tiempo en que se obtiene data representativa y los instrumentos de medición y/o sistemas de telemetría necesarios para cumplir el alcance de la AE. El detalle de la información a recopilar para la realización de las auditorías se aborda en las siguientes secciones de la guía.

Tabla 2. Fuentes de información requeridas por nivel de AE

Fuentes de información requeridas por nivel de AE			
Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
 Levantamiento de información en terreno			
 Información con que ya cuenta la empresa			
 Medición de variables energéticas			

- + Detalle y cantidad de información requerida

A partir de las principales diferencias que fueron presentadas en la Tabla 1 y Tabla 2 para los distintos niveles de AE, se realiza una descripción más detallada para cada una de ellas considerando algunos de los principales aspectos del proceso de la auditoría.

Nivel 0: Revisión simple y rápida de las FT para identificar las principales características de los vehículos. Se identifican oportunidades de mejora en base a las observaciones que se realicen durante la inspección de los vehículos, para así presentar ideas de MMEE con resultados estimados, basados generalmente en la experiencia del equipo consultor o en información básica de las FT. Las distintas recomendaciones de MMEE, pueden servir como base para generar interés en la realización de análisis más detallados en auditorías de mayor nivel.

Nivel 1: Revisión de las FT y los aspectos del consumo energético incluidos en la AE, identificando oportunidades de mejora en base a la información levantada durante la inspección de los vehículos y la información que sea solicitada a la organización. Los antecedentes recopilados permiten estimar una distribución representativa de las FT, y contar con antecedentes para evaluar las MMEE identificadas, estimando potenciales ahorros y costos a nivel de estudio de perfil. Los resultados del estudio permiten realizar una priorización de MMEE que indiquen en cuáles es conveniente recopilar antecedentes más detallados en auditorías de mayor nivel, para obtener evaluaciones de mejor precisión.

Nivel 2: Revisión y levantamiento de información de las FT y los aspectos del consumo energético incluidos en el alcance de AE, identificando oportunidades de mejora en base a la información levantada en terreno, la información recopilada por la organización y la caracterización del comportamiento de operación de los vehículos, obtenida de la medición y pruebas de rendimiento de las principales variables energéticas de los vehículos, lo que aporta nuevos antecedentes para reconocer oportunidades adicionales a las identificadas durante el levantamiento en terreno. Los datos recopilados permiten estimar una distribución del consumo energético, el análisis de mantenimiento de las FT y la evaluación de las MMEE a nivel de estudio de perfil, que entrega una priorización en base a la estimación de potenciales ahorros y costos, para luego estudiar, a nivel de prefactibilidad, las MMEE que resulten de mayor conveniencia, obteniendo resultados que suelen incluir cotización de los equipos principales para la cuantificación de los costos de la medida.

Nivel 3: Revisión y levantamiento de información de las FT y aspectos del consumo energético incluidos en los alcances de la AE, identificando oportunidades de mejora en base al *Trabajo en terreno*, la información que sea solicitada a la organización y la caracterización del comportamiento de operación de los vehículos, obtenida de la medición y pruebas de rendimiento de las variables energéticas principales y específicas de los vehículos analizados; lo que aporta nuevos antecedentes para reconocer oportunidades adicionales a las identificadas durante el levantamiento en terreno. Los datos recopilados permiten calcular una distribución del consumo energético de los vehículos de forma más precisa,

incluir análisis de mantenimiento y planificación, y la evaluación de MMEE a nivel de estudio de prefactibilidad, que posibilita una priorización en base a la estimación de potenciales ahorros y costos, para luego estudiar a nivel de factibilidad las MMEE que resulten de mayor conveniencia, obteniendo como resultados los proyectos de mejora que responden a los requerimientos y condiciones de la organización, con antecedentes suficientes para continuar en los diseños de ingeniería para su implementación. Cabe mencionar que un análisis de factibilidad cuenta con cotizaciones de equipos principales y secundarios.

De esta forma, los niveles 0 y 1 son útiles para tener una primera orientación de hacia dónde podría ser adecuado enfocar los esfuerzos en revisiones más detalladas, para así identificar y evaluar medidas en diagnósticos de mayor nivel. Al elegir o avanzar a niveles 2 o 3, es posible obtener antecedentes e información técnica más detallada que facilite los próximos pasos, para realizar implementación de las MMEE más convenientes.

Para identificar con mayor claridad las diferencias y aspectos descritos para los niveles de AE, la Tabla 3 resume aquellas actividades que se desarrollan por tipo de auditoría para cada etapa del proceso del Esquema 2, indicando si está presente, en qué grado de detalle se considera su realización y recordando las fuentes de información que deben ser consideradas para cumplir con los objetivos del diagnóstico energético.

Tabla 3. Etapas y actividades por nivel de AE

Preparación		Definición requerimientos de AE					
		Desarrollo de propuesta de AE					
Nivel de AE		Selección de propuesta de AE					
		0	1	2	3		
Planificación		Reunión y recorrido inicial					
		Solicitud y recopilación de información requerida					
		Plan de trabajo en terreno:					
		Plan de levantamiento					
		Plan de mediciones					
Ejecución	Trabajo en terreno		Levantamiento de información				
			Medición del uso de la energía				
	Tratamiento de información y análisis de situación actual		Análisis de operación				
			Distribución de energía				
			Línea Base				
			IDE y análisis comparativo				
			Análisis de facturación				
			Análisis de mantenimiento				
			Análisis de calidad de energía				
			Análisis de planificación				
			Análisis de MMEE		Identificación de MMEE		
					Análisis Técnico y Económico		
	Plan de acción de MMEE						
	Reporte				Reporte de Avances		
	Reporte Final						

Nivel de detalle ▸ General ● Básico ●● Detallado ●●● Preciso

¿Cómo usar la guía?

Esta guía busca apoyar por medio de distintos criterios y herramientas, la realización de auditorías exitosas para la comprensión de los consumos energéticos y la evaluación de MMEE. Algunos de estos aspectos están dirigidos en forma particular a alguna de las partes que integran la realización de la AE, para identificarlos y hacer referencia a ellos, la guía utiliza los siguientes términos y simbologías:



Organización auditada: FT y aspectos del consumo energético en que se desarrolla el servicio de AE, pudiendo ser la totalidad o una parte de los vehículos. Esta organización cuenta con encargados que lideran internamente el desarrollo de la AE y mantienen contacto directo con el equipo auditor.



Equipo auditor: Grupo de personas que desarrolla la AE, ya sean externas a la organización o que forman parte de ella. Este equipo cuenta con responsables del desarrollo de la AE que mantienen contacto directo con la organización auditada.

Ambas partes participan activamente en las distintas actividades de la auditoría, por lo que es fundamental la comprensión de las tareas que se realicen en función del nivel de AE que se desarrolle y el grado de precisión que se debe esperar de los análisis y evaluación de MMEE.

La guía realiza un recorrido por las etapas y actividades de la Tabla 3, por lo que, de acuerdo al nivel de AE de interés, se puede efectuar una revisión de las secciones particulares que deban ser incluidas de acuerdo a la información presentada. Para recordar esta diferenciación de actividades por nivel de AE en las secciones de la guía, se utiliza la simbología observada en la Tabla 3, por medio del siguiente recuadro tipo:

Nivel de detalle:

▸ General ● Básico ●● Detallado ●●● Preciso



En el recuadro tipo de ejemplo, la simbología indica que la actividad que se aborde en la sección de la guía, se desarrolla en los niveles 1, 2 y 3. Y que a mayor nivel, la realización de la actividad considera mayor detalle para obtener los resultados acorde a las características de la AE.

Luego, al llegar a la sección *Tratamiento de información y análisis de situación actual*, se utilizan recuadros para indicar la informa-

ción que es requerida para realizar los análisis descritos, la que puede provenir de los datos recopilados en terreno, los entregados por la organización o de resultados de análisis previos, acorde al nivel de auditoría que se esté desarrollando, como se muestra en el siguiente recuadro:

Información requerida	
Nivel 1	Niveles 2 y 3
<ul style="list-style-type: none"> • Facturación energéticos • Información requerida de variables del consumo eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Facturación energéticos • Información requerida de variables del consumo eléctrico • Mediciones variables del consumo energético

Para una persona que por primera vez deba realizar la contratación o el desarrollo de una AE, se recomienda recorrer todas las secciones de la guía, teniendo siempre en cuenta identificar las diferencias en los nivel de la auditoría, recordando que a mayor nivel, mayor será la dedicación de todas las partes, para lo cual también se deben considerar los vehículos de las FT que serán incluidos en la AE.

Dicho lo anterior, para aquella organización que desee contar con una AE desarrollada por personal interno o empresas externas, el capítulo 1 es esencial, ya que es la organización quien define los límites y el grado de detalle que solicitará. Para ello será de utilidad analizar el capítulo 3, lo que le permitirá tener claridad de las diferentes actividades que podrá solicitar y la cantidad de información que será necesaria reunir. Para esta misma organización, el capítulo 4 muestra los elementos que deberá considerar solicitar para el reporte de resultados.

Por otra parte, para el equipo auditor, el capítulo 1 presenta una caracterización del sector bajo análisis para orientar la identificación de los aspectos del consumo energético que la organización solicite incluir en la AE. Luego, el capítulo 2 le entregará lineamientos para la planificación de las tareas a realizar durante la ejecución de la auditoría. A continuación, el capítulo 3 se enfoca en las actividades que se deberán desarrollar para la obtención de análisis y evaluación de MMEE y, finalmente, el capítulo 4 presentará maneras en que se pueden entregar los resultados.

Como se mencionó anteriormente, lo fundamental para un trabajo conjunto de las partes, es la definición del alcance de la AE, y por tanto, el entendimiento mutuo de los productos asociados a cada uno de los niveles de AE.

A continuación se inicia la descripción de cada una de las etapas y actividades presentadas en la Tabla 3.

1. Etapa Preparación AE

En este capítulo se presentan criterios para orientar a la organización en la definición de los requerimientos para solicitar el desarrollo de una AE a un equipo auditor y, una vez realizado el contacto entre las partes, se entregan lineamientos para guiar al equipo auditor en la definición de la propuesta para el desarrollo de la auditoría. El cierre de esta etapa se realiza por medio de la elección, por parte de la organización, de la propuesta y equipo auditor que más se ajusta a sus requerimientos y expectativas para la realización de la AE.

1.1 Definición requerimientos de AE



El éxito del desarrollo de una auditoría depende, en gran parte, de definir con claridad los principales aspectos y características que estructuran su realización. Para lograrlo, el primer paso para la organización es establecer cuáles son los requerimientos y expectativas para el desarrollo del diagnóstico energético en sus FT.

Los aspectos que deben evaluar y definir quienes lideren la AE en la organización, y que permiten establecer los requerimientos que serán expuestos al equipo auditor, corresponden a:

- **Vehículos de interés a incluir en la AE:** Se debe establecer cuáles son los vehículos que serán incluidos en los análisis de la auditoría, de acuerdo a si se requiere una revisión que abarque la mayor parte de sus FT, o si se desea enfocar los recursos a evaluar vehículos específicos, considerando los siguientes criterios:

- **FT:** Todas o algunas flotas de transporte y/o todos o algunos vehículos.
- **Aspectos del consumo energético:** Todos o algunos de los aspectos que interfieren el consumo energético de los vehículos incluidos en la AE, tales como: estaciones de carga de combustible, electrolineras, depósitos de vehículos, entre otros.

- **Nivel de AE requerido para los vehículos de interés:** La organización debe identificar qué tan detallado espera que se realicen los análisis de la auditoría y qué tipo de evaluaciones desea obtener de las MMEE que sean identificadas. Para ello, la organización puede optar por un único nivel de AE para todas las FT que sean incluidas o elegir un nivel distinto para vehículos específicos. Para orientar la elección del nivel de AE, el Anexo 1 entrega criterios que pueden ser evaluados por la organización para identificar el tipo de auditoría que responda a sus requerimientos y expectativas.

Para orientar a la organización auditada en la elección del nivel de AE, el Anexo 1 entrega criterios de evaluación que permiten identificar el Nivel de AE que mejor se ajuste a sus requerimientos

- **Cantidad de MMEE a estudiar y criterios de evaluación:** Del total de MMEE que pueden ser identificadas durante el desarrollo de la AE, la organización debe definir el número de MMEE que son de interés incluir a nivel de estudio, los indicadores a utilizar para la evaluación económica de estos y los criterios que deban ser aplicados para la elaboración del ranking de las MMEE estudiadas (*Análisis de MMEE*).

- **Características de los reportes de avance y finales:** Durante el desarrollo y al finalizar la AE, el equipo auditor realiza traspaso de información de avances y conclusiones a la organización. Para estas instancias, es importante definir:

- Necesidad y cantidad de reportes y/o reuniones de avances.
- Tipo de información a incluir en los reportes.
- Formato de reporte de avance y final. Estos pueden ser informes, presentaciones ejecutivas, planillas de evaluación, entre otros.
- Forma o instancia de entrega de resultados.

- **Aspectos a evaluar del equipo auditor:** Además de establecer los requerimientos para el desarrollo de la auditoría, la organización debe definir aquellos aspectos que evaluará del equipo auditor para ser considerados candidatos a desarrollar la auditoría solicitada. Algunos de estos aspectos pueden ser:

- Pertenencia al registro de consultores².
- Posesión de certificaciones validadas nacional o internacionalmente.
- Experiencia y conocimientos de los sistemas de transporte de mercancías y/o pasajeros, según sea el contexto de la organización auditada.
- Posesión de la instrumentación requerida en base al nivel de AE definido.
- De acuerdo a las políticas y reglamento interno de la organización, puede ser necesario considerar elementos profesionales de forma contractual con el equipo auditor, tales como confidencialidad, integridad de la información, transparencia, entre otros.



• **Expectativas de recursos a asignar:** Finalmente, la organización debe evaluar los recursos disponibles a asignar para realizar la auditoría, que implica el tiempo total para su desarrollo, el tiempo que la misma organización deba destinar y el valor económico que se espera pagar por el servicio solicitado. Estas expectativas deben ser acorde a los requerimientos que fueron definidos con anterioridad, considerando que mientras mayor es el nivel de AE, mayor dedicación requiere su realización, lo que también involucra mayores costos. Además, si la ubicación y características de las instalaciones implican dificultades de acceso, desplazamiento y/o disposición de servicios básicos que el propio equipo auditor pueda cubrir durante la ejecución en terreno de la AE, es adecuado que estos aspectos sean considerados tanto en la cuantificación de recursos, como en las consideraciones a ser expuestas al equipo auditor para definir cómo serán abordadas.

Luego de evaluar y establecer cada uno de los puntos descritos, la organización cuenta con los requerimientos y expectativas para la realización de la auditoría. Con ello define, de acuerdo a sus políticas internas, si estos serán expuestos en una instancia de licitación o serán comunicados directamente a equipos consultores que sean de interés para realizar un proceso de cotización.

Una vez que la organización de inicio a una de estas instancias, los equipos consultores que decidan participar de la licitación o respondan a la solicitud de cotización, requerirán realizar una caracterización preliminar de las FT y otros aspectos de la organización, que les permita cuantificar adecuadamente los recursos que considerarán en la propuesta de AE a elaborar para responder a los requerimientos indicados.

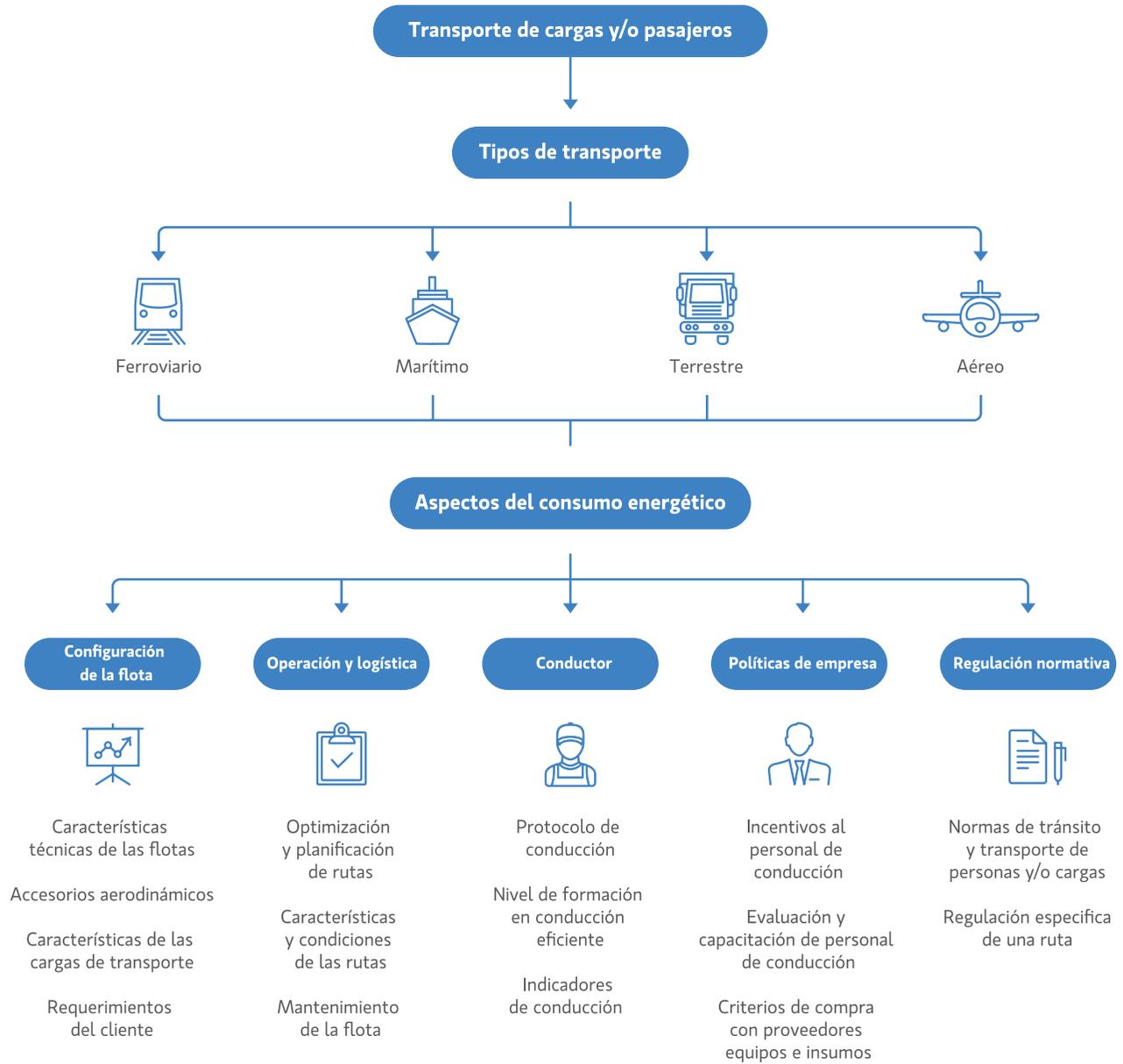
1.2 Desarrollo de propuesta de AE

 Para elaborar una propuesta para el desarrollo de la auditoría, el equipo auditor candidato a su realización, debe identificar aspectos relevantes de las FT que impacten en la definición de recursos que sean necesarios para responder a los requerimientos expuestos por la organización.

Esta instancia puede ser desarrollada en espacios de consulta y/o visitas previas, en el caso de licitaciones, o por medio de comunicaciones y/o visitas coordinadas con la organización en caso de que el contacto se haya realizado directamente entre las partes. El objetivo es identificar las principales características de los vehículos y FT incluidos, ya que con ello se podrá realizar una cuantificación más acertada de los recursos que serán requeridos por el equipo auditor, para realizar el diagnóstico energético en base a los requerimientos, los alcances definidos por la organización y las actividades que serán necesarias incluir para cumplir con ellos.

Para orientar la identificación de los elementos del transporte que la organización solicita incluir en la auditoría, se presenta el Esquema 3 que muestra un diagrama de los principales aspectos del consumo energético presentes en el rubro³. El Anexo 2 entrega una breve descripción de principales aspectos que pueden estar presentes en las FT.

3. Si la organización auditada desea incluir edificios con usos administrativos en la auditoría, se sugiere revisar *Energuías* del rubro Edificación.



Esquema 3. Diagrama de aspectos del consumo energético de transporte

Una vez realizada la verificación de los alcances considerados en la AE y la identificación de los principales aspectos de los vehículos que serán auditados, el equipo auditor contará con antecedentes para definir las tareas a desarrollar durante el diagnóstico, estimar los tiempos necesarios para su realización y cuantificar los costos de su ejecución.

Las definiciones realizadas por el equipo auditor se presentan en una propuesta u oferta a la organización auditada para su evaluación. Algunos de los puntos que deben estar incluidos en este documento corresponden a:

- Equipo de trabajo que desarrollará la auditoría, que deberá contar con un jefe de proyecto e ingenieros y/o técnicos para su desarrollo.
- Extensión de tiempo necesario para la realización de la AE.
- Metodología del desarrollo de la AE.
- HH que dedicará el equipo auditor por actividad y por tipo de profesional.
- HH requeridas de la organización auditada y el tipo de apoyo necesario del personal para la realización de consultas, intervención de equipos, mediciones, etc.
- Información que será solicitada de las áreas a incluir en la AE.

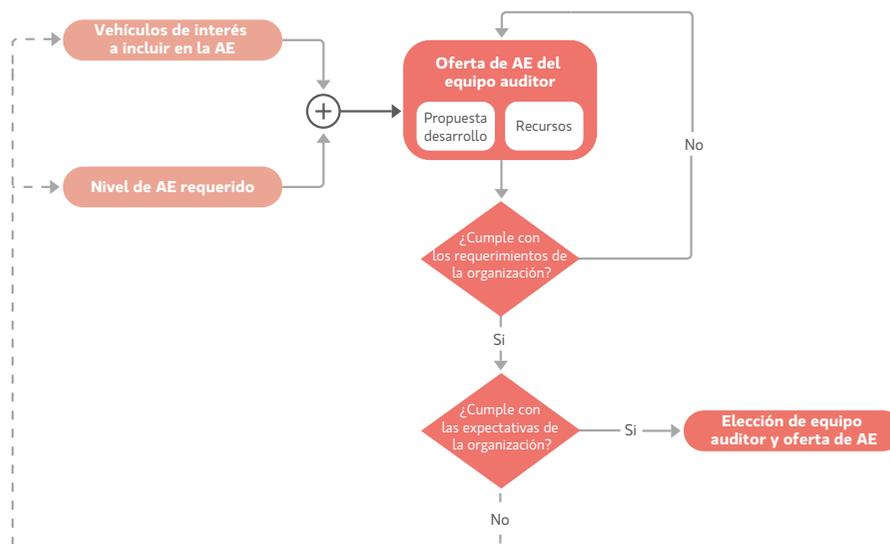
1.3 Elección de propuesta de AE



Durante la recepción y evaluación de las ofertas para el desarrollo de la AE, la organización define si estas responden a los requerimientos que fueron definidos y si se ajusta a las expectativas de recursos que deberá asignar para su realización.

El flujo de información que se desarrolla en este proceso se presenta en el Esquema 4, donde a partir de los requerimientos de la organización el equipo auditor presenta la propuesta del desarrollo de la auditoría y los recursos para su realización. Si esta no cumple con lo requerido, la organización puede definir si solicita al equipo auditor revisar su oferta o evaluar a otros candidatos. Si se presentan propuestas que cumplen con lo requerido, pero no se ajustan a las expectativas de recursos, la organización podría realizar una redefinición de los requerimientos expuestos que permita impactar en los costos de la auditoría solicitada, principalmente reevaluando los vehículos de interés a incluir en la AE y/o el nivel de auditoría requerido.

Finalmente, cuando la organización define que cuenta con una propuesta que cumple con sus requerimientos y expectativas de recursos, realiza la elección de la oferta y equipo auditor para el desarrollo de las siguientes etapas de la AE.



Esquema 4. Flujo de información para elección de oferta y equipo auditor

2. Etapa Planificación AE

Para desarrollar la programación de los tiempos y tareas consideradas para el cumplimiento de los alcances y niveles de AE que fueron establecidos, este capítulo detalla la información que debe ser solicitada a la organización, la utilidad y principales objetivos de realizar visitas iniciales y reuniones de coordinación, y aborda aquellos criterios relevantes para elaborar la planificación del *Trabajo en terreno*. El cierre de esta etapa permite al equipo auditor y a la organización auditada contar con fechas y horarios definidos para la ejecución de actividades en terreno. Posibilitando al equipo auditor optimizar los tiempos de trabajo, y a la organización auditada, la comunicación a su personal de las actividades que se desarrollarán.

2.1 Solicitud y recopilación de información requerida

Para un correcto análisis es de gran importancia recopilar la información con que ya cuenta la organización auditada y que permita respaldar su comportamiento energético. Su requerimiento se encuentra asociado al nivel de AE que se haya establecido en la etapa de preparación, tal como se muestra en la Tabla 4, donde se indica si la información a solicitar es deseable o necesaria.

La recopilación de esta información, permite obtener resultados de mayor utilidad, al comparar, validar y complementar aquella que se obtenga en el *Trabajo en terreno*.

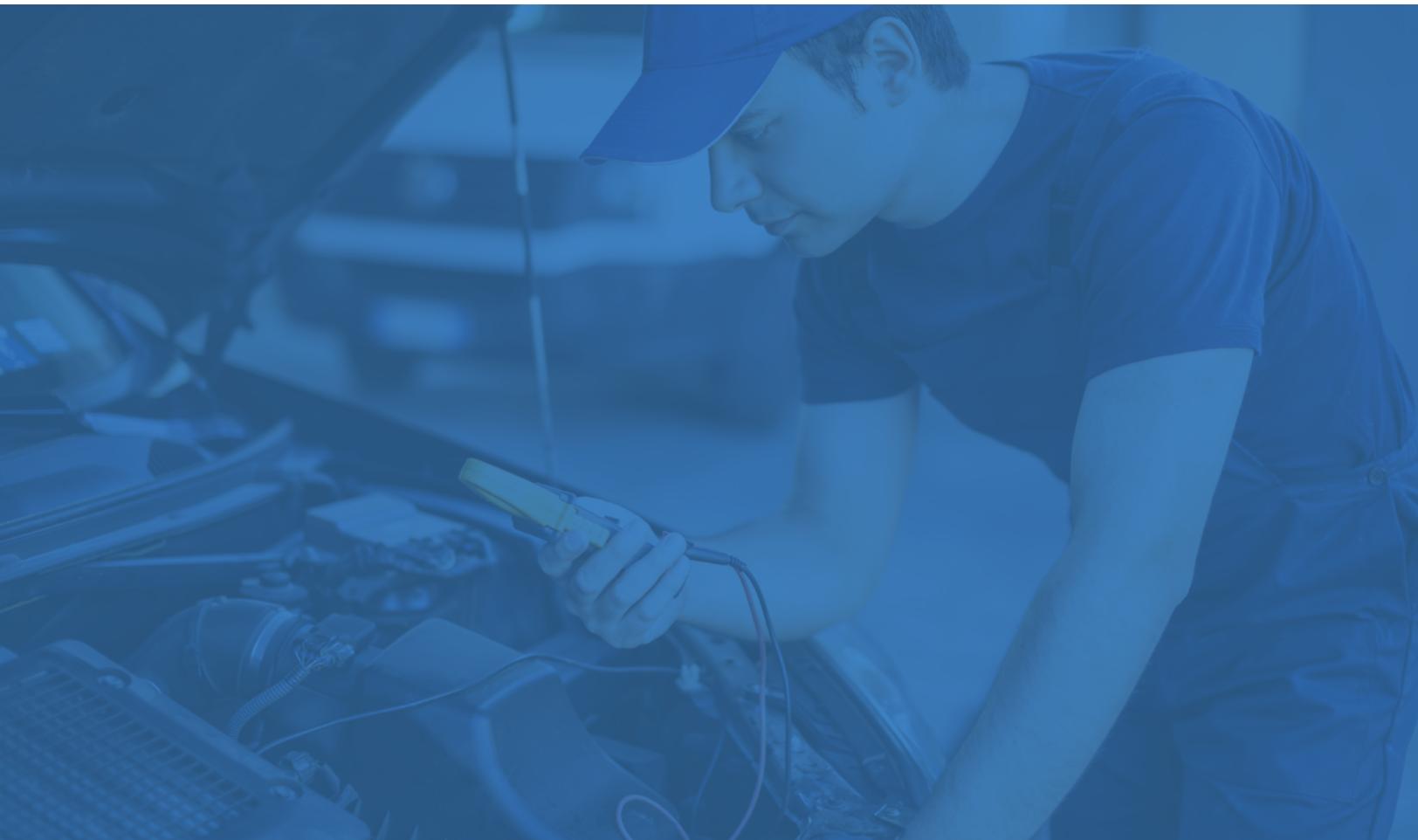


Tabla 4. Información requerida según nivel de AE

INFORMACIÓN REQUERIDA	DESCRIPCIÓN	Nivel de Auditoría Energética			
		0	1	2	3
Identificación de las FT	Listado de vehículos seleccionados para ser analizados por la AE que incluyan tags de identificación		●●	●●	●●
Características del medio de transporte	Información de las características técnicas de los vehículos (marca, modelo, año, cantidad y disposición de los ejes, tipo de carrocería, dimensiones máximas y capacidad admisibles de CTP)		●●	●●	●●
Información de consumo energético	Registros de consumo energético del último año (facturas de combustible/electricidad, registros de consumo de ECU y/o softwares para el control/monitoreo de los vehículos, idealmente los últimos 2 años)		●●	●●	●●
Nivel de operación vehicular	Distancia recorrida y números de horas de operación de transporte (idealmente por ruta y vehículo) de los últimos 2 años (pueden ser abordados por registros de telemetría y/o GPS)		●●	●●	●●
Características de las CT	Especificaciones de CT y su variabilidad en el tiempo (dimensiones, masa, carga en seco, condiciones de conservación, nivel de fragilidad y/o peligrosidad)		●	●●	●●
Antecedentes del transporte de pasajeros	Especificaciones y variabilidad de transporte de pasajeros por ruta de trabajo de los últimos 12 meses por vehículo de transporte (idealmente de los últimos dos años)		●	●●	●●
Formación de operadores de vehículos	Documentación que describan la formación en conducción de los operarios (enfocado en conducción eficiente)		●	●●	●●
Programas de mantenimiento	Características de procedimientos de mantenimiento y servicios de inspección técnica (idealmente incluir bitácora de mantenimiento por vehículo)		●	●	●●
Descripción de las rutas de trabajo	Principales características de las rutas de transporte (desplazamientos, consumo energético estimado por tramo, georreferenciación, condiciones climáticas, altura sobre el nivel del mar, tiempos de traslado y ralentí, entre otros)			●	●●
Criterios y políticas de planificación de transporte	Antecedentes para las asignaciones de operaciones de transporte (antecedentes para la selección de la ruta de transporte, criterios para la planificación del transporte, datos de software para el control y/o planificación de FT, entre otros)			●	●●
Abastecimiento de combustible	Registros de abastecimiento de combustible que incluya la fijación de precio histórico (antecedentes de cargas de combustible, georreferenciaciones de cargas de combustible, volúmenes de compra y precio del energético en el tiempo)			●	●●
Información complementaria	Proyectos con impacto en el consumo energético			●	●●
	Mediciones y/o auditorías energéticas previas			●	●●

Simbología: Requerimiento de información. ● Deseable ●● Necesario

En el proceso de solicitud y recopilación de esta información, se presentan las siguientes responsabilidades listadas en la Tabla 5.

Tabla 5. Responsabilidades en la solicitud y recopilación de información

 Equipo Auditor	 Organización Auditada
<ul style="list-style-type: none"> • Comunicar a la organización auditada la información requerida y el tiempo idóneo de entrega • Precisar la información que sea necesaria antes de la ejecución del <i>Trabajo en terreno</i> • Revisar la información entregada e informar cuando esta no se encuentre completa o no responda a lo solicitado • Proponer cómo trabajar aquella información necesaria que presente dificultades para su obtención 	<ul style="list-style-type: none"> • Dar prioridad a su recopilación • Realizar entregas parciales a medida que se recopile cada ítem solicitado • Efectuar consultas necesarias al equipo auditor sobre los detalles o especificaciones de la información requerida en que existan dudas • Comunicar al equipo auditor sobre aquella información que no se encuentre disponible

2.2 Recorrido inicial y reuniones de coordinación

De acuerdo al nivel de complejidad de las actividades del transporte que se identificó durante la preparación de la AE de la organización, el equipo auditor debe definir si es necesario realizar un recorrido inicial en las FT con el objetivo de evaluar aspectos técnicos que influyan en las definiciones del *Plan del trabajo en terreno*.

El recorrido inicial permite:

- Establecer contacto entre los actores que participarán en el *Trabajo en terreno*.
- Precisar detalles de la información entregada durante la preparación de la AE.
- Reconocer las organizaciones administrativas y las FT que serán auditadas.
- Realizar consultas generales de horarios y operación de las FT.
- Identificar variables que afectan al consumo energético de las FT.
- Identificar instrumentación de medición existente y/o sistemas de seguimientos del comportamiento de variables de transporte (sistemas de GPS y/o telemetría).
- Evaluar las condiciones para instalar equipos de medición.
- Identificar los vehículos de acceso restringido que transportan cargas peligrosas, mercancías de valor y/o cargas frágiles para considerar procedimientos de levantamiento y/o coordinar los accesos a estos.
- Identificar aspectos de seguridad que deben ser considerados.

Si las partes, en conjunto, establecen que no es necesario realizar un *Recorrido inicial*, el equipo auditor puede desarrollar el *Plan de trabajo en terreno* de acuerdo a los antecedentes de la caracterización preliminar, la *Información requerida* que entregue la organización auditada y consultas específicas que contribuyan a la definición detallada de las tareas a desarrollar en terreno.

La reunión de coordinación permitirá establecer fechas y horarios en que se pueda visitar las FT para ejecutar el *Trabajo en terreno*. Esta actividad puede ser presencial, si se realiza el *Recorrido inicial* o por los medios de contacto que se hayan definido entre el equipo auditor y la organización auditada.

2.3 Plan de trabajo en terreno

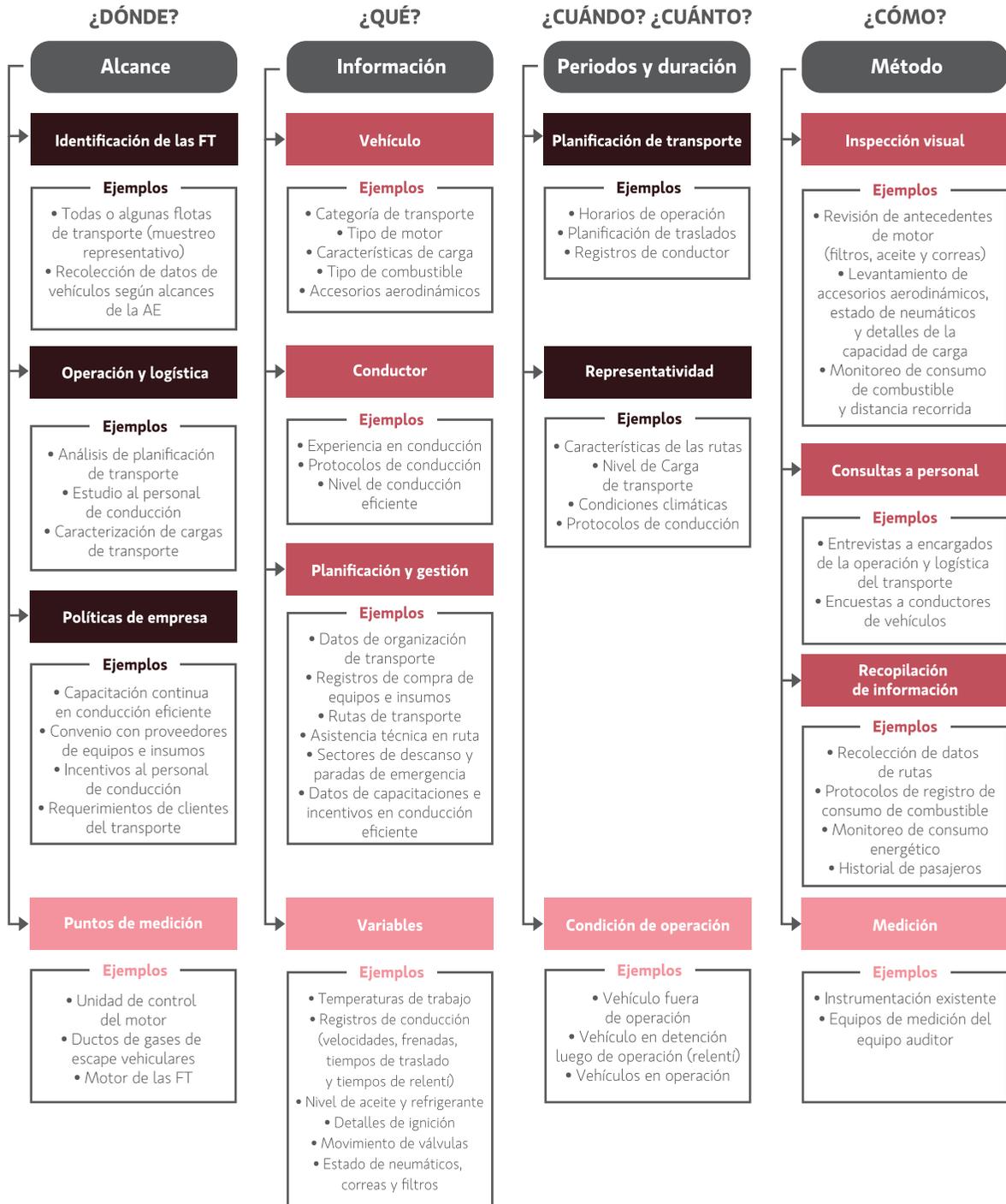
Generar un plan de trabajo en terreno permite estructurar tareas, tiempos y fechas que faciliten la coordinación entre las partes y optimicen los tiempos de *Ejecución de la AE*. Este plan se puede separar en las secciones de *Levantamiento de información y medición del uso de la energía*, de acuerdo al nivel de AE.

En primer lugar, se debe identificar los objetivos del trabajo en terreno que permitan orientar la definición de tareas particulares para su desarrollo, las cuales deben ser planificadas respondiendo a las preguntas de ¿dónde se realizarán?, ¿qué información se busca obtener?, ¿cuándo y por cuánto tiempo? y ¿cómo se obtendrá?

El Esquema 5 en la próxima página, presenta criterios que pueden ser considerados para responder a cada una de estas preguntas.

Objetivo del trabajo en terreno

- Levantamiento de flotas de transporte • Comprensión de operación y logística de transporte
- Revisión de políticas de transporte • Seguimiento de consumo energético • Factibilidad técnica de MMEE



Simbología: ■ Criterio común ■ Criterio de medición del uso de la energía ■ Criterio de levantamiento de información

Esquema 5. Criterios para la planificación del trabajo en terreno

Adicional a los criterios presentados, es de importancia para una correcta planificación considerar los siguientes aspectos:

- La *Información requerida* que no pueda ser entregada por la organización auditada, y que es necesaria para el cumplimiento de objetivos de la AE, debe ser evaluada en conjunto con la organización buscando establecer un plan de acción que puede incluir realizar tareas durante el *Trabajo en terreno* para su obtención o establecer criterios para su tratamiento durante el *Análisis de situación actual*.
 - Cuando las FT de interés ya cuentan con instrumentos de medición que permitan levantar datos de utilidad para los análisis de la AE, se debe verificar que estos operan correctamente por medio de las consultas al personal pertinente o evaluar los requerimientos de comprobación por medio de equipos de medición del equipo auditor.
 - La representatividad de las mediciones dependerá de las variables a caracterizar y las condiciones que se deben controlar durante el periodo de registros de datos. Lo anterior, permitirá obtener los consumos energéticos en función de la variable en estudio y comparar los resultados entre vehículos o conductores que sean parte de la AE.
- De acuerdo a la complejidad de las FT, la variabilidad en los factores que condicionan el consumo energético y nivel de AE acordado, el auditor puede requerir realizar más de una visita a terreno.

La planificación deberá ser entregada a la organización auditada, para que esta comunique de forma oportuna las visitas a terreno al personal que debe estar presente durante su desarrollo y dé aviso al equipo auditor en caso de presentarse eventos que dificulten o impidan la realización de estas, para ser reprogramadas siempre que se esté dentro de los plazos establecidos del desarrollo de la AE.

Es importante que la organización auditada informe a sus integrantes del desarrollo de la AE y las actividades que se llevarán a cabo para comprometer su participación y colaboración



3. Etapa Ejecución AE

Durante la ejecución de la AE se obtienen los antecedentes en terreno de las FT incluidas en la AE, que permitan identificar la situación actual del consumo energético por medio del *Tratamiento de información*, e identificar las oportunidades para mejorar la eficiencia por medio del *Análisis de MMEE*. A lo largo de este capítulo se entregan criterios y lineamientos para la realización de cada una de estas actividades. Al finalizar esta etapa, se cuenta con los resultados procesados y validados que respondan al nivel de AE desarrollado y los requerimientos particulares de la organización auditada.

3.1 Trabajo en terreno

El *Trabajo en terreno*, se realiza por medio del *Levantamiento de información y medición del uso de la energía*. Ambas actividades se deben enfocar en caracterizar las FT y prácticas de operación. Además, se analizan los aspectos que puedan incidir en la evaluación de medidas a implementar como el estado de las FT, admisibilidad de componentes, procedimientos de mantenimiento, características de las CTP, entre otros.

La Tabla 6 entrega aspectos que se deben determinar durante el trabajo en terreno y que son aplicables a todo tipo de equipo y sistema que se incluya en la AE.

Durante las tareas del trabajo en terreno existen riesgos para el personal involucrado, que pueden estar presentes al realizar mediciones de los vehículos en operación o tareas que deban desarrollarse en condiciones naturales de riesgo (como elevadas temperaturas, partes mecánicas en movimiento, entre otros). Para abordar esto la organización auditada debe informar claramente sus requerimientos de seguridad, mientras que el equipo auditor deberá presentar los procedimientos que utiliza para el desarrollo de estas actividades, utilizando los elementos de protección personal que apliquen en cada caso.

Tabla 6. Información requerida para la caracterización de los vehículos y FT

OBJETIVO	INFORMACIÓN
Caracterización de las FT y antecedentes de operación	Datos técnicos los vehículos y conformación de las FT
	Datos técnicos y estado de componentes que afectan el rendimiento energético ⁴
	Procedimientos y hábitos de conducción de las FT
	Registros del consumo energético y/o combustibles
	Parámetros y variables de operación de los vehículos (velocidades, tiempos de traslado y ralentí, nivel de frenado, aceleración, información de sistemas de telemetría y/o GPS, entre otros)
Características de las CTP, planificación y logística del transporte	Procedimientos de mantenimiento de las FT
	Características de CT, procedimientos de carga y descarga de las mercancías de los vehículos y variabilidad de carga por ruta de trabajo
	Comportamiento de demanda de pasajeros y variabilidad de permanencia por ruta de transporte
Información de variabilidad de transporte	Criterios y procedimientos de planificación y logística del transporte
	Condiciones climáticas por ruta de trabajo, o antecedentes que permitan obtenerlas
	Características de las rutas de transporte

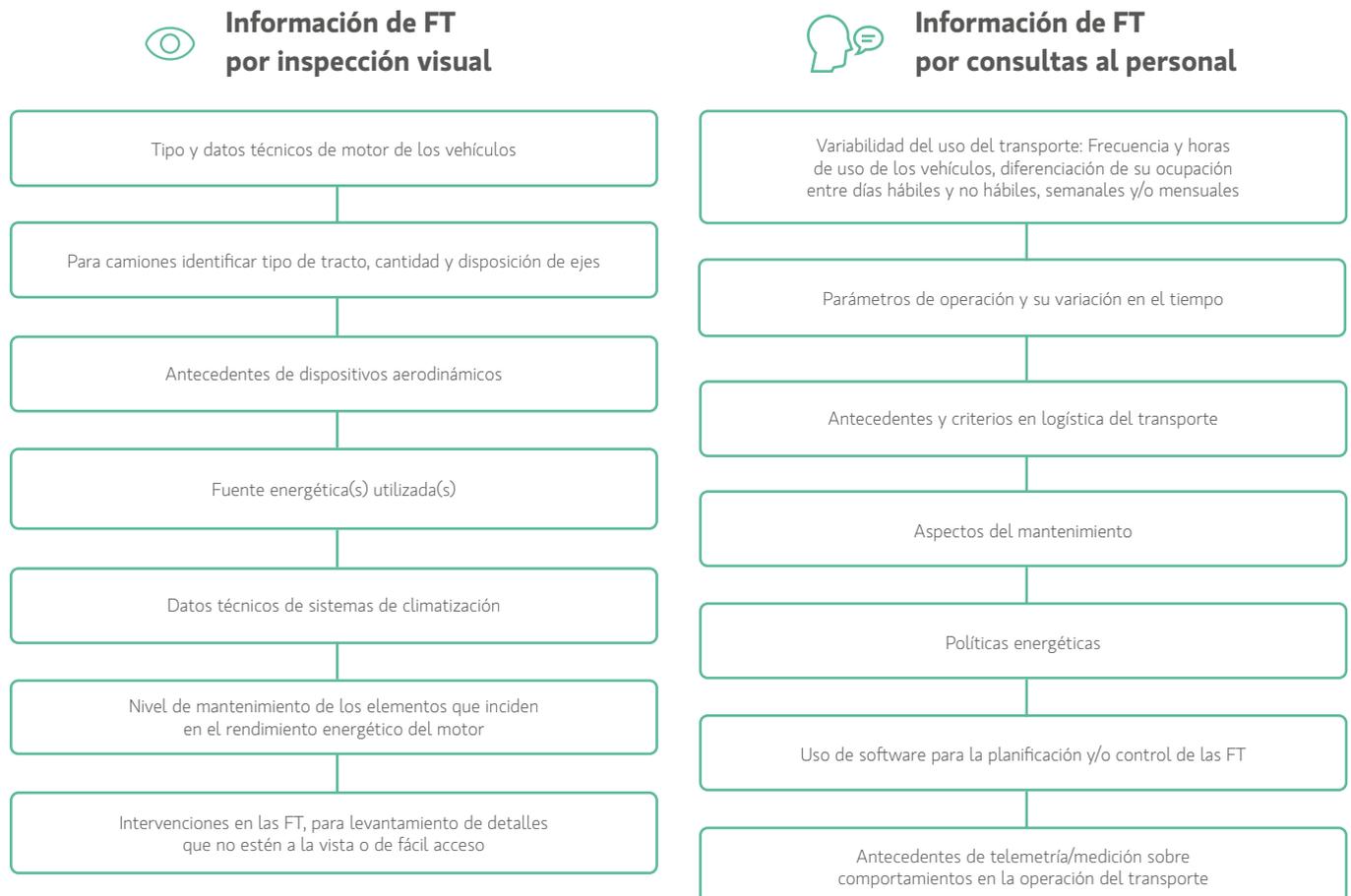
3.1.1 Levantamiento de información



Esta actividad permite obtener información para la caracterización de las FT y los factores que afectan al consumo energético por medio de inspecciones visuales o consultas al personal de la organización auditada. La información que se debe obtener durante el levantamiento de información de las FT incluidas en la AE se muestra en la Tabla 7.

Esta información se debe levantar para todos los vehículos incluidos en los alcances de la AE, la que será contrastada con la información enviada por la organización auditada, con el fin de verificar su coherencia e identificar diferencias a considerar durante los análisis. Teniendo como base la información a levantar indicada en la Tabla 6 y Tabla 7, que listan aspectos transversales a cualquier FT, es importante dar énfasis a datos particulares de los aspectos del consumo energético que permitan un acabado levantamiento de los antecedentes de los vehículos. Algunos de estos aspectos se indican en la página siguiente:

Tabla 7. Consideraciones del levantamiento de información



Estado de componentes que inciden en el rendimiento

Evaluación de componentes que afectan de manera significativa el rendimiento energético de los vehículos en operación, tales como:

- Correas de distribución: Nivel de desgaste en la adherencia.
- Fluidos de refrigeración y lubricantes: Nivel del fluido, estado de actual, uso de aditivos y evaluación de su último recambio respecto a la vida útil que señala el fabricante.
- Amortiguadores: Estado de desgaste en contraste con parámetros de fabricante y evaluación de último recambio de amortiguadores.
- Neumáticos: Estado de desgaste de neumáticos, evaluación del último recambio de neumáticos, antecedentes de balance de ruedas y de rotación de neumáticos.
- Frenos: Estado de desgaste de frenos y antecedentes del último recambio.
- Sistemas de escape y catalizadores: Estado de sistemas de gases de escape, nivel de obstrucción de ductos y catalizadores de escape y evaluación del último mantenimiento.
- Filtros de aire, combustible y aceite: Estado de filtros, antecedentes de mantenimiento y último recambio.
- Bujías: Estado y último recambio de bujías.
- Para vehículos eléctricos: Si la factibilidad técnica lo permite, evaluar estado de baterías, inversores, convertidores, y/o motor eléctrico.

Operación

- Registro del nivel de rendimiento energético por vehículo y ruta de transporte asociada a su operación.
- Registros de conducción eficiente (cursos, capacitaciones y/o certificaciones).
- Reportes de procedimientos de operación por ruta de transporte (velocidad máxima, velocidad promedio, tiempos de traslado, tiempos de ralentí, comportamientos de aceleración y frenado, entre otros).

Planificación

- Criterios de selección de rutas de transporte.
- Características de adquisición de insumos vehiculares (refrigerantes, aceites, aditivos, repuestos en general, entre otros).
- Antecedentes de la planificación de las CTP.
- Antecedentes sobre el abastecimiento de combustible (costo del combustible, georreferenciación del abastecimiento, convenio con empresas proveedoras, entre otros).
- Antecedentes sobre el incentivo de conducción eficiente.

Mantenimiento

- Antecedentes de procedimientos y aplicación de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo por vehículo de trabajo.
- Características de los insumos en los procesos de mantención.
- Procedimientos y cumplimiento de inspección previos a la operación de los vehículos, por ejemplo: Nivel de refrigerantes, lubricantes y presión de neumáticos.
- Bitácora o registros de mantenimientos anteriores de cada vehículo.

CTP

- Criterios de planificación de las CT.
- Características de la CTP y su variabilidad en el transcurso de la operación del transporte.

En el Anexo 3 se presentan planillas de ejemplo para el levantamiento de información.

3.1.2 Medición del uso de la energía



Las mediciones tienen como objetivo evaluar el desempeño de los vehículos y los conductores con mayor precisión, además de caracterizar y evaluar el estado de mantenimiento actual de cada vehículo, de acuerdo al *Plan de trabajo en terreno*. La Tabla 8 muestra algunas mediciones que aplican a los distintos sistemas y componentes presentes en las FT.

Según se definió previamente en el *Plan de trabajo en terreno*, en el proceso de mediciones de la AE se requiere identificar las condiciones que afectan de manera significativa la variable de interés, las que deben ser consideradas como parte del proceso de caracterización de las FT y conductores de los vehículos. Para casos en que se tienen variaciones significativas, éstas deben ser levantadas e incluidas en los análisis posteriores para obtener resultados representativos y concluyentes de la realidad del transporte.

Para niveles avanzados AE y de acuerdo de los alcances establecidos, el equipo auditor puede realizar pruebas especializadas para la obtención de información asociada mediciones bajo escenarios controlados, como por ejemplo: Efectuar ensayos de mediciones en trayectos rectos, sin tráfico, en condiciones climáticas ideales, con cargamento a una capacidad específica y bajo los mismos procedimientos de conducción, de manera tal que se censan los diversos parámetros a caracterizar del vehículo y/o el conductor.



Tabla 8. Instrumentos, variables y finalidad de las mediciones

Equipos y/o sistema a caracterizar	Variable a medir	Instrumentos o sistema de medición a utilizar	Punto sugerido de medición	Tipo de registro	Uso de la medición
Electrolineras	Voltaje, frecuencia, corriente, potencia, FP, armónicos y/o THD	Analizador de redes	Tablero eléctrico de electrolineras	Continuo	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización de consumo energético de vehículos eléctricos • Análisis de facturación • Medición para análisis de calidad de energía
Parámetros de operación del vehículo	Desplazamientos y tiempos de traslados	Instrumentación propia del vehículo (odómetro), escáner de Unidad de Control del Motor (ECU), monitoreo de GPS y/o sistemas de telemetría	ECU (computadora del vehículo – sistema de control), y sistemas de monitoreo remoto (GPS y/o telemetría)	Continuo	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de operación • IDE y análisis comparativo
	Procedimientos y prácticas de conducción				
	Rendimiento energético				
Sistemas de aire	Presión	Manómetro	Neumáticos de los vehículos, sistemas de frenos neumáticos, suspensión de chasis y cabina	Puntual / continuo	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de operación
Neumáticos	Distancia de surcos	Pie de metro de profundidad	Surcos de neumáticos en general	Puntual	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de planificación • Análisis de mantención
Sistemas de frío y climatización	Voltaje	Analizador de calidad de energía, registradores de potencia eléctrica y/o multímetro	Conexionado eléctrico	Puntual/ Continuo	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de operación • Análisis de mantención
	Corriente				
	Potencia eléctrica				
	Temperatura	Termómetro	Sector de CT y/o cabina de conductor		
Vibraciones del vehículo	Nivel de vibraciones	Medidor de vibraciones	Ejes del vehículo, carrocería y cabinas	Puntual/ Continuo	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de operación
Eficiencia de combustión	Composición de gases de escape	Analizador de gases y opacímetro	Tubos de escape de los vehículos	Puntual/ Continuo	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de cumplimiento con normativa • Eficiencia de combustión
Temperaturas de operación	Temperaturas	Termómetro	Motor del vehículo (radiador, cámara de combustión, estanque de refrigerante, entre otras)	Puntual/ Continuo	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de operación • Análisis de mantención
Espacio físico del vehículo	Longitudes	Distanciómetro /odómetro	Zona a caracterizar	Puntual	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de planimetría básica
	Longitudes	Escaner 3D o similar	Zona a caracterizar	Continuo	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de planimetría detallada

3.2 Tratamiento de información y análisis de situación actual

En esta actividad se procesa toda la información entregada por la organización y obtenida durante el *Trabajo en terreno* para determinar el escenario actual del consumo energético.

Durante el tratamiento de información, el conocimiento de las FT por parte de la organización auditada será clave para identificar errores u omisiones en los datos trabajados, identificando brechas que se deban abordar por medio de nuevas visitas a terreno, mediciones o comprobación de antecedentes, según sea requerido.

Para la obtención de conclusiones consistentes respecto a la situación actual del consumo energético, es necesario definir el periodo de tiempo que será utilizado para todos los análisis de información, el que habitualmente corresponde a un periodo correlativo de 12 meses.

3.2.1 Análisis de operación



Información requerida	
Nivel 1	Niveles 2 y 3
<ul style="list-style-type: none"> • Información de consumo energético • Nivel de operación vehicular • Antecedentes de transporte de pasajeros • Descripción de las rutas de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Información de consumo energético • Nivel de operación vehicular • Antecedentes de transporte de pasajeros • Formación de los operadores de vehículos • Descripción de las rutas de trabajo

Este análisis evalúa los factores que afectan al *Consumo energético* en la operación del transporte, lo que implica analizar la información obtenida en la etapa de *Solicitud y recopilación de información* y *Trabajo en terreno* referido a los comportamientos de los vehículos en la operación del transporte. El equipo auditor evaluará si estos factores se encuentran dentro de parámetros óptimos, o requieren ser modificados para obtener ganancias en el rendimiento energético de cada vehículo partícipe de la AE. Las principales revisiones que realizará el equipo auditor en la operación del transporte son:

- Obtención de rendimientos energéticos bajo diferentes escenarios de operación⁴.
- Evaluación de las rutas de transporte y los procedimientos de conducción.
- Evaluación de la aerodinámica del transporte.

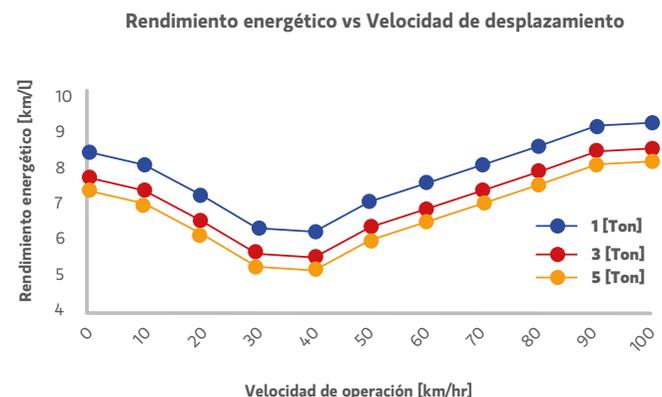
4. Para mayor antecedentes al respecto de rendimiento energético vehicular, visitar la página web <http://www.consumovehicular.cl>

- Evaluación del nivel de vibraciones de los vehículos en operación.
- Comportamientos de las CTP durante la operación de los vehículos.
- Estado de las componentes que inciden en el rendimiento energético.
- Caracterización del consumo energético de sistemas de frío y aire acondicionado.

La realización de las revisiones anteriores dependerá del nivel y los alcances de la AE, además del grado de exactitud de estos análisis, ya que su realización debe considerar todas las variables que afectan al consumo energético en operación, tales como la variabilidad de velocidades, topografías de rutas, condiciones climáticas, procedimientos de conducción, nivel de carga, tiempos de ralentí, entre otros.

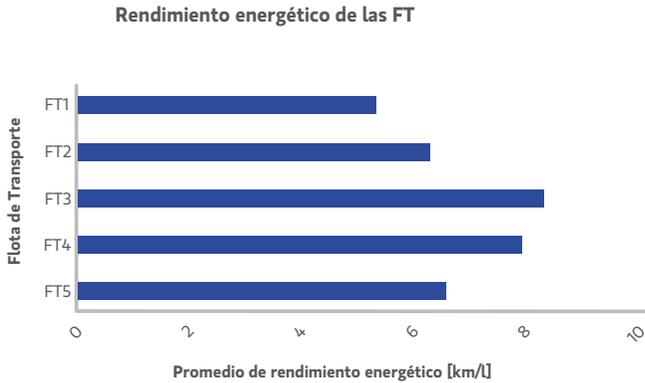
A partir de las *Mediciones del uso de la energía* efectuadas en el trabajo en terreno se pueden formular curvas de consumo energético en los distintos escenarios de operación evaluados. Un ejemplo de este análisis es bajo diferentes velocidades para un vehículo en específico, y se puede representar gráficamente como se muestra en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Ejemplo de rendimiento energético bajo diferentes escenarios de toneladas transportadas



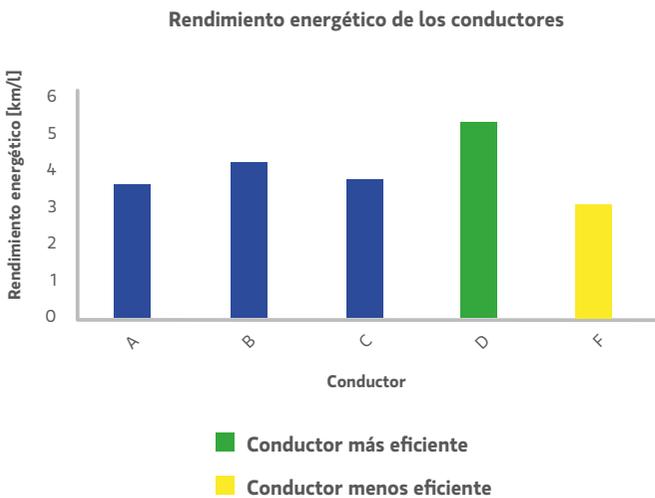
Establecida la caracterización del comportamiento energético de las FT, se puede identificar el rendimiento energético de los vehículos. Una forma de presentar estos resultados es mostrar los rendimientos energéticos promedio de diferentes FT, como se muestra en la Ilustración 2.

Ilustración 2. Rendimiento energético promedio por FT [Km/l]



En este análisis también se aborda la evaluación del personal de conducción, con objetivos de identificar brechas en los procedimientos y hábitos en la operación del transporte respecto a criterios de conducción eficiente⁵. Para la realización de esta evaluación, el equipo auditor evaluará el rendimiento energético que obtiene cada operario bajo condiciones controladas y definidas de operación, según sea el alcance de la AE. Un ejemplo del análisis de conducción, se muestra en la Ilustración 3, donde se someten a pruebas de rendimiento energético a distintos conductores bajo las mismas condiciones climáticas, rutas, nivel de tráfico, CTP y tipo de vehículo:

Ilustración 3. Rendimiento energético promedio de los conductores [Km/l]



Según los alcances de la AE, esta puede incluir la obtención de estimaciones de emisiones de GEI asociadas a su actividad de transporte, que corresponden a las emisiones directas de los vehículos en periodos definidos, que generalmente son anuales. Para su obtención, se evalúa el nivel de emisiones por vehículo según los parámetros técnicos del fabricante, donde se lleva el consumo anual de combustible a emisiones de GEI por medio de factores de conversión. Según el alcance de la AE, este análisis puede incluir *Mediciones de gases de escape* que permitirán obtener estimaciones más precisas. Estos antecedentes pueden tener como objetivo la validación de cumplimiento normativo, reducción de la huella de carbono, validación de objetivos de políticas de sustentabilidad, u otro propósito propio de la organización auditada.

3.2.2 Distribución de energía

a. Distribución de consumo energético



Información requerida	
Nivel 1	Niveles 2 y 3
<ul style="list-style-type: none"> • Facturación energéticos • Consumo y rendimiento energético vehículos 	<ul style="list-style-type: none"> • Facturación energéticos • Consumo y rendimiento energético vehículos • Mediciones

En base al rendimiento energético obtenido en el *Análisis de operación* se obtiene la *Distribución de energía*, que es útil para la identificación de los vehículos de mayor impacto en el consumo total de las FT, para dar prioridad a su revisión y análisis en la identificación de MMEE.

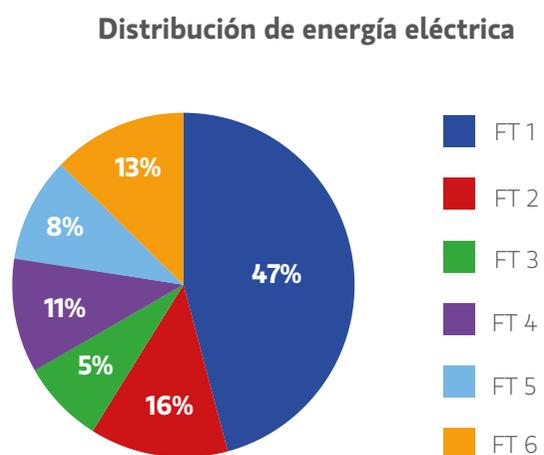
El consumo energético se analiza generalmente para un período anual.

Esta distribución se puede presentar gráficamente, como en el ejemplo de la Ilustración 4, barras apiladas u otros de conveniencia.

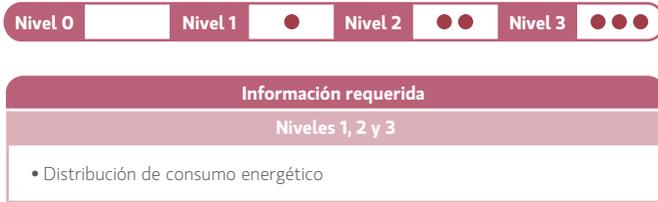
Para validar estos resultados, es conveniente realizar una comparación con los consumos obtenidos de la facturación energética, para así calcular el porcentaje de error existente y diagnosticar errores u omisiones en el *Análisis de operación*.

5. Para mayor antecedentes sobre la conducción eficiente, visitar la página web de la Agencia de Sostenibilidad Energética: <http://www.conduccioneficiente.cl/>

Ilustración 4. Distribución de energía anual por FT



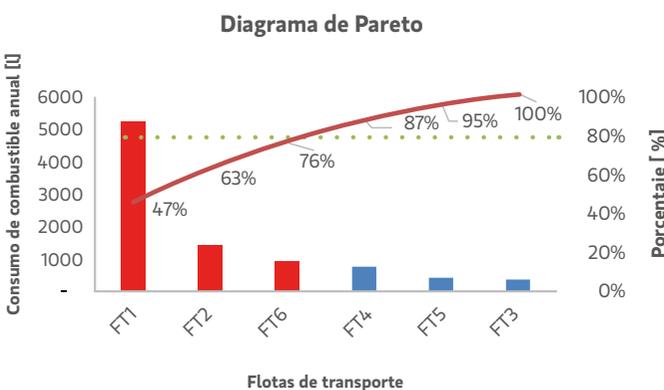
b. Diagrama de Pareto



El diagrama de Pareto es una forma gráfica de representar la *Distribución de consumo energético*, que organiza datos en forma decreciente, indicando el porcentaje acumulado (de izquierda a derecha) de las FT. Este análisis es útil para conocer los vehículos que representan aproximadamente el 80% del consumo, donde las oportunidades de MMEE generan mayores ahorros energéticos. El análisis puede desarrollarse bajo diversas consideraciones. Por ejemplo, para analizar el costo energético, se puede presentar el diagrama en base a los vehículos que representen el mayor gasto financiero de las FT. Se muestra un ejemplo del diagrama de Pareto en la Ilustración 5.

De este ejemplo, se aprecia que las primeras tres FT (FT 1, FT 2 y FT 6) corresponden al 76% del consumo energético total de la organización, por lo que, en primera instancia, el enfoque de la AE se centraría en su revisión para la identificación de MMEE.

Ilustración 5. Gráfico de Pareto para consumos por FT



3.2.3 Línea base



La línea base busca establecer un comportamiento y nivel de consumo referencial frente a las futuras modificaciones. En términos generales, se desarrolla una correlación entre el consumo energético y una o más variables que expliquen su comportamiento, lo anterior a partir de la situación actual para evaluar el consumo energético en periodos futuros. Para esta correlación se suelen usar 12 meses convenientes y representativos del consumo, en términos de que no exista una gran distorsión por factores ajenos al modelo definido, o sean fácilmente aislables del análisis. Esto se define como el periodo de referencia de la línea base.

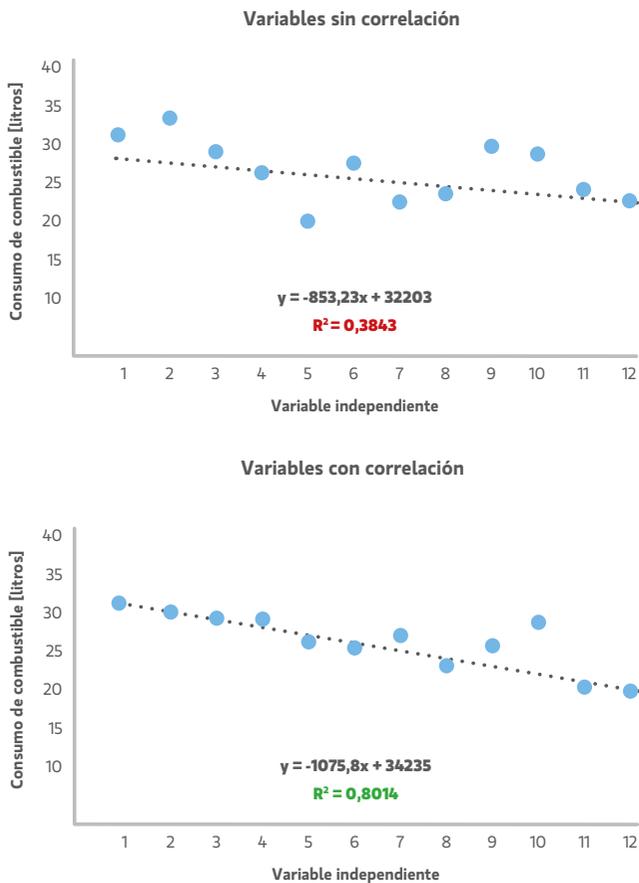
Es de utilidad para realizar el seguimiento y la proyección del consumo energético, y, además, permite la verificación de ahorros cuando se implementan MMEE. Lo anterior puede ser necesario todas las FT o en vehículos particulares de estas, y en función de ello se define el límite de medida de la línea base.

El análisis debe incluir un periodo completo de funcionamiento, que refleje las variaciones máximas y mínimas del consumo energético del límite de medida, por lo que es habitual que al realizar una línea base del total de la FT se utilicen los datos de facturación de 12 meses consecutivos. Adicionalmente, es necesario contar con data suficiente de las variables que podrían explicar el nivel de consumo energético dentro de ese mismo periodo de tiempo.

Con lo anterior, se realiza un diagrama de dispersión, como en la ilustración 6, donde el consumo energético se grafica como la variable dependiente en el eje y, luego la variable independiente que explica el consumo se grafica en el eje x. Cuando el análisis de correlación es adecuado, como en el segundo ejemplo de la Ilustración 6, se obtiene una función, que al ingresar data de la variable estudiada entrega el consumo energético bajo esas condiciones. En pocas ocasiones se puede obtener una línea base con el estudio de solo una variable, por lo que es necesario realizar análisis correlación multivariable⁶, lo que también permite tener una línea base más representativa.

6. Se recomienda seguir protocolo de Análisis de Correlación Multi Variable del IPMVP

Ilustración 6. Gráficos de dispersión para el análisis de correlación



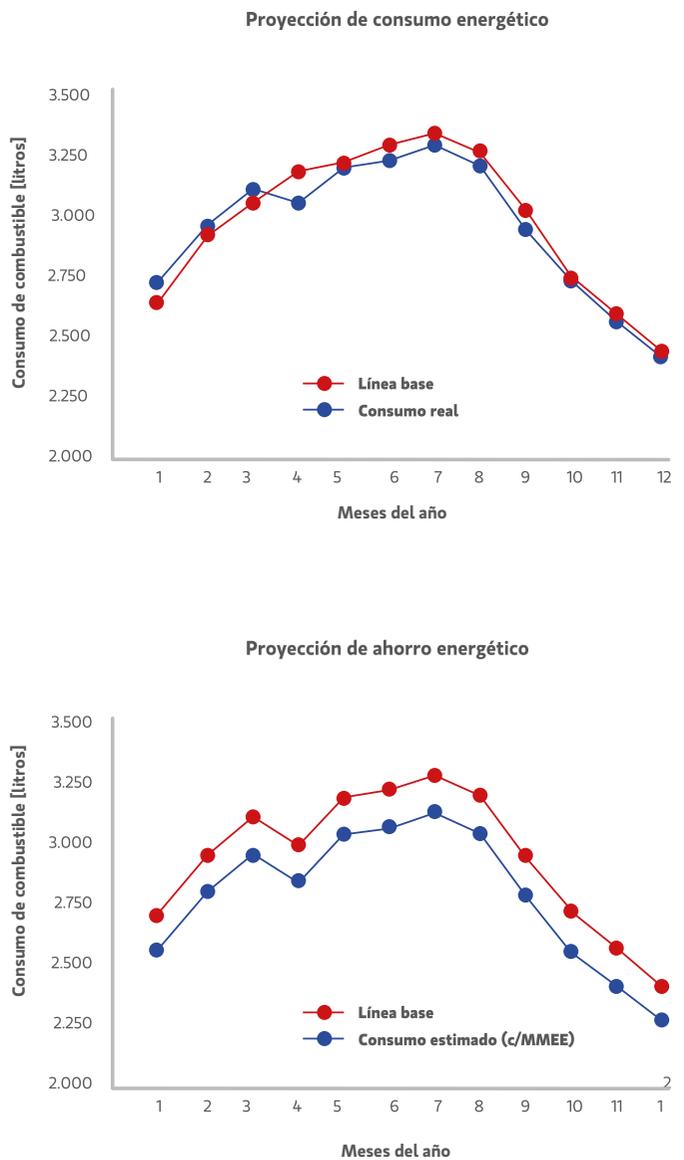
En transporte, las principales variables de consumo usadas son la distancia recorrida, variabilidad climatológica, nivel de carga, tipo de ruta de transporte y características de las CTP. También se pueden considerar variables estáticas como tipo de vehículo, tiempo de transporte, entre otros.

Un ejemplo de línea base se muestra en la Ilustración 7, visualizándose en el primer gráfico el consumo real en un periodo de tiempo, y el estimado a partir de la fórmula obtenida en el análisis de correlación de línea base y la data de la variable que condiciona el consumo energético. En el segundo gráfico se visualiza el consumo proyectado a partir de la línea base y el consumo estimado al implementar una MMEE, lo cual muestra los ahorros obtenidos en base a la diferencia entre ambas.

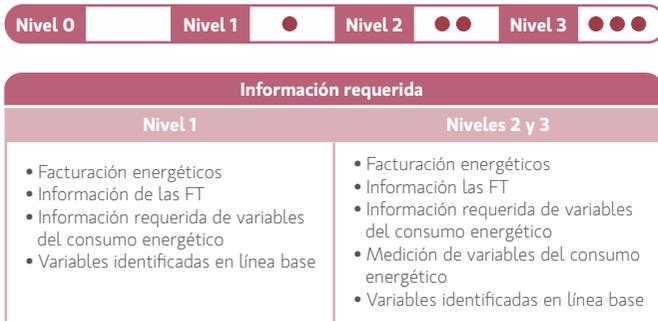
La elaboración de la línea base debe contar con un adecuado tratamiento estadístico de la información utilizada que permita asegurar la trazabilidad de los consumos analizados.

En la implementación de MMEE se suele desarrollar un plan de medición y verificación en base al Protocolo Internacional de Medida y Verificación (IPMVP), ya que permite realizar un seguimiento exhaustivo y revisión de los cambios que puedan afectar la línea base obtenida, y así realizar los ajustes necesarios para verificar los ahorros generados luego de la implementación.

Ilustración 7. Línea base para proyección de consumo y para estimación de ahorros



3.2.4 IDE y análisis comparativo



Son datos numéricos a modo de ratio o indicador, que permiten cuantificar el desempeño energético actual respecto a variables que influyen en este para determinar su evolución en periodos futuros.

Es útil para identificar rápidamente potenciales de mejora, al comparar el desempeño energético de la organización auditada con estándares de vehículos de similares características, otras FT de la organización, y otras organizaciones de su sector. Junto con esta comparación, su simpleza permite hacer seguimiento del comportamiento de consumo y de MMEE que se implementen.

Para la obtención de indicadores de desempeño energético se deben identificar:

- Los elementos que serán parte del estudio de desempeño, que puede abarcar aspectos generales de toda las FT o indicadores específicos para vehículos.
- Las variables que determinan o condicionan el consumo energético del elemento en estudio y de los cuales se cuenta con data para realizar el análisis. Es útil incluir, para el desarrollo de indicadores, las variables obtenidas en la *Línea base*.
- Los ratios que den cuenta del desempeño energético respecto a las variables identificadas. Los más comunes para transporte son:
 - Distancia recorrida sobre consumo energético por ruta de transporte **[km/l] [km/kWh]**.
 - Consumo energético sobre cantidad de pasajeros transportados **[km/l•pasajero] [km/kWh•pasajero]**.
 - Consumo energético sobre toneladas de carga transportada **[km/l•Ton CT] [km/kWh•Ton CT]**.

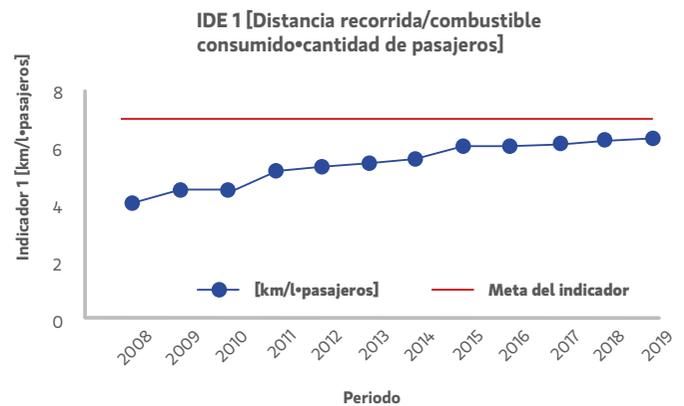
Cuando se identifican variables útiles para la obtención de indicadores, pero no existe data suficiente, se puede sugerir a la organización auditada que inicie el registro de la variable de interés que permita generar posteriormente el IDE requerido.

Por su parte, el análisis comparativo se puede desarrollar de acuerdo a:

- Estándares internos, basados en indicadores ya existentes de la misma organización auditada o de otras organizaciones con similares características. Para indicadores desarrollados a partir de la línea base se desarrollan los siguientes análisis:
 - **Indicador de desempeño energético en base 100:** Indica mes a mes la desviación del valor real de consumo versus el valor de la línea base. Si el valor es mayor a 100% indica mejora en eficiencia y valores por bajo, empeoramiento de la eficiencia.
 - **Indicador de tendencia de desempeño energético (CUSUM⁷):** Es un indicador acumulativo, donde cada mes se calcula la diferencia entre los consumos reales y la línea base, para visualizar los efectos de mejora y empeoramiento del desempeño.
- Estándares externos, a través de información de entidades pertinentes.

Para llevar un control del desempeño energético en el tiempo por medio de los IDE desarrollados, se debe sugerir el registro de data de las variables incluidas en estos para lograr un seguimiento adecuado de su evolución, que permita tomar acciones frente a los resultados que se obtengan en el tiempo. En la Ilustración 8 se muestra un ejemplo de IDE, que refleja el comportamiento del consumo energético por superficie construida.

Ilustración 8. Ejemplo de IDE 1



3.2.5 Análisis de facturación



El objetivo de este análisis es caracterizar el consumo energético de la organización auditada en base a los registros de facturas eléctricas y de combustible, identificando el nivel de consumo asociado a periodos definidos y los costos de los energéticos utilizados en la FT.

Para los análisis siguientes se debe verificar que se cuenta con la facturación de mínimo 12 meses de los distintos puntos de suministro de energético que se identificaron durante el *Levantamiento en terreno*. Para identificar tendencias anuales es recomendable contar con 24 o 36 meses correlativos de facturación.

a. Revisión de facturación combustible

Corresponde a la revisión de los antecedentes de consumo de combustible. En la facturación se puede encontrar la siguiente información:

- Volumen o masa de consumo del combustible.
- Costo del combustible [\$/volumen o masa del combustible].

Se debe tener en cuenta que para algunos formatos de suministro, el abastecimiento se realiza por medio de repostaje de estanques de acumulación, por lo que la facturación dependerá de la demanda particular de abastecimiento y puede no ser constante en el tiempo. También se debe identificar qué puntos de abastecimiento se encuentran asociados a cada facturación y cuáles son los equipos de consumo asociados a cada estanque de acumulación, con objeto de precisar las demandas de combustible.

b. Revisión de facturación de suministro de cliente regulado y análisis de tarifa eléctrica para FT eléctricas

Para los casos particulares en que se cuente con tarifa eléctrica de cliente regulado, se puede encontrar la siguiente información en la facturación:

- Tipo de tarifa eléctrica para clientes regulados.
- Consumo de energía mensual [kWh/mes].
- Consumo de potencia mensual, según tarifa en demanda máxima leída en hora de punta, demanda máxima de potencia suministrada o leída, potencia contratada [kW/mes].
- Costo de la energía [\$/kWh/mes].

- Costos asociados a las diversas potencias [\$/kW/mes].
- Multas por mal uso del factor de potencia o sobreconsumo de energía reactiva [\$/mes].
- Cargos por incumplimiento de consumos mínimos o máximos [\$/mes].
- Cargos del tipo fijos, reliquidaciones, ajustes por cobros de no lectura, por uso del sistema de transmisión y servicios públicos [\$/cargos].

A partir de esta información, se puede realizar un análisis de tarifa, que corresponde a una evaluación de los costos por consumo eléctrico que se tendrían para las distintas opciones de tarifa reguladas que existen, utilizando los parámetros de consumo de energía y potencia eléctrica que registran las últimas 24 facturas eléctricas.

Es útil para identificar si existe una tarifa regulada de menor costo económico para la organización auditada, en base al consumo de referencia en comparación a la utilizada actualmente.

Cuando la facturación actual no entrega el detalle necesario para la evaluación de tarifas, como el valor de potencia dentro y fuera de horario punta, es necesario realizar supuestos sobre la información faltante que deben ser comunicados a la organización auditada. Si no están disponibles las 24 últimas facturas consecutivas, se puede realizar un análisis con un mínimo de las últimas 12. Si se efectuaron mediciones en tableros de distribución se utiliza el registro de estas variables para el análisis tarifario.

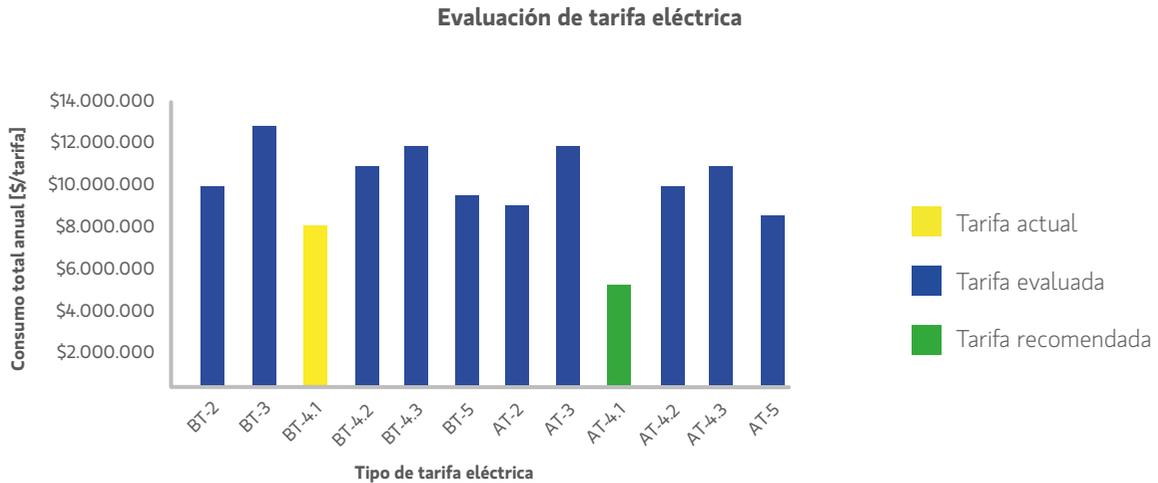
Las opciones tarifarias son las siguientes:

- BT-2 y AT-2
- BT-3 y AT-3
- BT-4.1 y AT-4.1
- BT-4.2 y AT-4.2
- BT-4.3 y AT-4.3
- BT-5 y AT-5

En cada una de las tarifas se define bajo qué parámetros se realizan los cobros a los clientes que las utilizan, y a partir de esta regulación cada empresa distribuidora genera su pliego tarifario en que se indican los costos que perciben los usuarios a los que se suministra energía.

El resultado del análisis se puede presentar como en la Ilustración 9, donde se concluye que existe una tarifa más conveniente que la contratada actualmente. En caso de que el cambio de tarifa incluya un cambio de BT a AT, como en el ejemplo, se deben considerar los costos del proyecto eléctrico para la implementación de un transformador para el nuevo nivel de tensión en que se suministrará la electricidad.

Ilustración 9. Gráfico de análisis tarifario

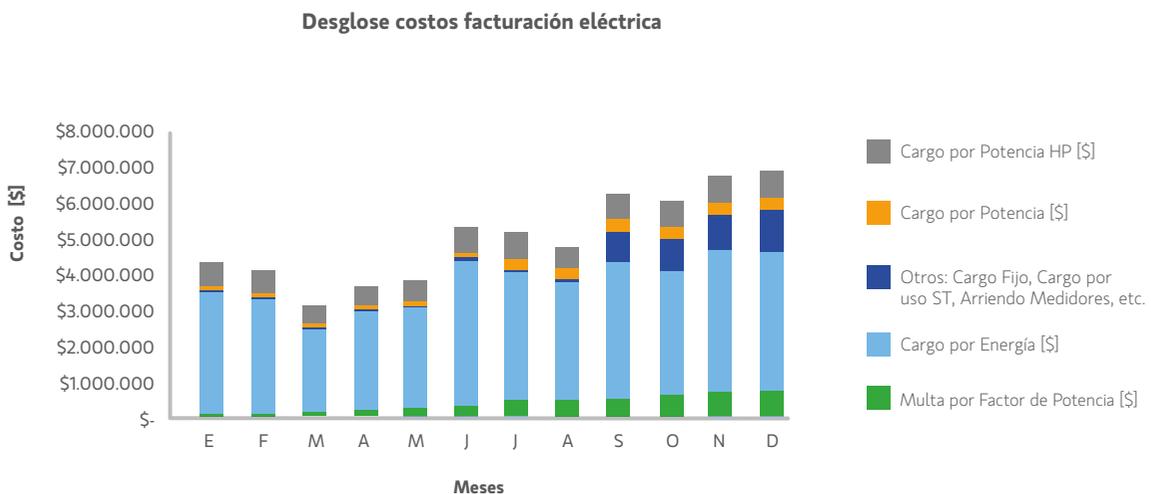


Si se cumplen los requisitos que impone el marco legal en términos de potencia conectada al empalme, existirá la opción de optar por un régimen de tarifa de cliente libre, que corresponde a una negociación entre el cliente y las empresas suministradoras (generadores y distribuidores de electricidad), donde se establece una nueva metodología de cobro por consumo de energía eléctrica y registros de potencia. Esta negociación permitirá acceder a un costo total menor a los que permiten las tarifas reguladas. Para considerar esta alternativa la organización auditada debe cumplir con las condiciones señaladas en la Ley General del Servicio Eléctrico, Ley 20.805, artículo N° 149 del DFL N°4/06.

c. Desglose de costos de facturación eléctrica

Es la representación gráfica de los costos que incluye la facturación que permite evaluar su comportamiento en el tiempo y la relevancia de cada uno dentro del costo total de energía, como se muestra en la Ilustración 10 para una facturación eléctrica. Aquí se observa, por ejemplo, que los principales cargos son por consumo de energía y que se ha presentado una multa por mal factor de potencia, que ha ido en aumento.

Ilustración 10. Gráfico de costos de facturación eléctrica



Es de utilidad para identificar si la mayor parte del costo se atribuye al cargo por energía o potencia y si existen cobros por concepto de multas. Con lo anterior, se pueden evaluar acciones que permitan disminuir los cargos o evitar multas existentes.

d. Revisión de facturación de suministro eléctrico para cliente libre

Corresponde a la revisión de la facturación y algunos antecedentes sobre las condiciones de los contratos de clientes libres, con el objetivo de identificar las condiciones de consumo que pueden restringir la factibilidad de MMEE de interés, junto con definir el costo actual del energético para la evaluación económica de las MMEE que se identifiquen. La información que es de utilidad del contrato corresponde a:

- Período de facturación: Lapsos de tiempo comprendidos para cada facturación.
- Potencia y energía convenida: Niveles de consumo energético máximos y/o mínimos permitidos por contrato.
- Precio de la energía y potencia: Revisión de la valorización del costo monetario del energético y sus principales factores de ajustes en el tiempo.
- Modalidad de facturación de potencia y energía (activa y reactiva): Revisión de la forma de aplicación de los precios de la energía y potencia, acorde a los consumos de cada período de facturación.
- Inicio y término del suministro: Fecha de inicio y término del contrato.
- Condiciones de cláusula: Condiciones que se deben cumplir para dar término anticipado del contrato.
- Antecedentes referidos a las energías renovables que pueden afectar o limitar las MMEE del tipo ERNC.

Cuando las condiciones del contrato de cliente libre no permiten que este sea revisado por el equipo auditor, se pueden llegar a acuerdos contractuales de confidencialidad en que la organización pueda entregar la información que es de utilidad para el contexto de la evaluación técnica y económica de MMEE.

e. Precio monómico de la energía eléctrica

Es la valorización del consumo eléctrico en un precio único, por medio del cociente entre el costo total por la compra de la energía y potencia, dividido por la energía total consumida y se expresa en unidad monetaria/energía [\$/kWh]. Un ejemplo de su elaboración se presenta en la Tabla 10.

Es de utilidad para la evaluación económica de MMEE, que éstas se vean reflejadas en ahorros económicos para casos donde se reducen los consumos de energía y potencia.

3.2.6 Análisis de mantenimiento

Nivel 0
Nivel 1
Nivel 2
●●
Nivel 3
●●●

Información requerida

Todos los niveles

- Programas de mantenimiento
- Levantamiento de componentes que inciden en el rendimiento

El nivel de mantenimiento de los vehículos está directamente relacionado con el rendimiento energético de estos, por lo que un objetivo importante de la AE es evaluar los protocolos y procedimiento de mantenimiento actual de la organización auditada, y definir si estos son adecuados para mantener el rendimiento energético dentro de parámetros óptimos durante la operación

Tabla 10. Ejemplo obtención del precio monómico

Mes	Consumo [kWh]	Cargo por Energía [€]	Cargo por Potencia FHP [€]	Cargo por Potencia HP [€]	Precio Monómico [€/kWh/mes]	Precio de la energía [€/kWh/mes]
Enero	49.350	\$ 3.436.141	\$ 269.969	\$ 663.998	\$ 88,6	\$ 69,6
Febrero	46.200	\$ 3.216.814	\$ 218.567	\$ 664.501	\$ 88,7	\$ 69,6
Marzo	34.050	\$ 2.385.833	\$ 248.376	\$ 483.950	\$ 91,6	\$ 70,1
Abril	40.500	\$ 2.845.934	\$ 149.215	\$ 520.534	\$ 86,8	\$ 70,3
Mayo	40.800	\$ 2.916.822	\$ 129.375	\$ 603.343	\$ 89,4	\$ 71,5
Junio	58.950	\$ 4.234.570	\$ 110.066	\$ 745.893	\$ 86,4	\$ 71,8
Julio	51.150	\$ 3.678.494	\$ 286.249	\$ 786.941	\$ 92,9	\$ 71,9
Agosto	46.950	\$ 3.387.046	\$ 285.733	\$ 610.693	\$ 91,2	\$ 72,1
Septiembre	51.400	\$ 3.722.615	\$ 291.076	\$ 635.072	\$ 90,4	\$ 72,4
Octubre	52.150	\$ 3.790.409	\$ 322.367	\$ 729.379	\$ 92,9	\$ 72,7
Noviembre	51.900	\$ 3.810.126	\$ 289.888	\$ 635.081	\$ 91,2	\$ 73,4
Diciembre	63.750	\$ 4.742.220	\$ 321.409	\$ 775.946	\$ 91,6	\$ 74,4
Total anual	587.150	\$ 42.167.024	\$ 2.922.290	\$ 7.855.331		
				Promedio	\$ 90,1	\$ 71,7

del transporte. Para orientar este análisis, se pueden responder las siguientes interrogantes:

- ¿Cuenta con protocolos y procedimientos de mantenimientos establecidos y definidos?
- ¿Obedece a criterios de mantenimientos preventivos y/o predictivos?
- ¿Cuenta con personal capacitado para ejecutar las labores de mantenimiento?
- ¿Los vehículos cuentan con registros o bitácoras que incluyan información sobre fallas en operación y mantenimientos realizados?
- ¿Tiene la infraestructura adecuada para ejecutar labores de mantenimiento para los vehículos?
- ¿Existen registros que respalden la realización de procedimientos de mantenimiento a las FT?
- ¿Cuenta con procedimientos de evaluación a las labores de mantenimiento?
- ¿Existen políticas de eficiencia energética en la planificación de las actividades de mantenimiento?

A partir del cuestionario descrito, se puede evaluar el nivel de mantenimiento de la organización auditada e identificar las brechas que esta tiene para alcanzar un mantenimiento óptimo que maximice el rendimiento energético de los vehículos. Con lo anterior, se desprenderán los principales lineamientos en la identificación de MMEE sobre mejoras en el mantenimiento de los vehículos.

3.2.7 Análisis de calidad de energía



Para casos de FT eléctricas, este análisis corresponde a una verificación del cumplimiento de los parámetros de suministro y consumo eléctrico, de acuerdo a la Ley General de Servicios Eléctricos, Decreto 237. Se puede diferenciar en calidad de energía suministrada y consumida, la primera es responsabilidad de la empresa distribuidora y la segunda de la organización auditada.

Para evaluar la energía suministrada se estudia la frecuencia y voltaje, para la consumida se evalúa el FP y THD. Se pueden representar gráficamente estableciendo los límites de acuerdo a la norma junto con el registro de la medición de esa variable, para

visualizar si sobrepasan estos parámetros o se encuentran cercanos a ellos. Un ejemplo de lo anterior se muestra en la ilustración 11.

El THD cuantifica la distorsión que generan en el suministro eléctrico, las cargas conectadas a este. Valores altos causan perturbaciones indeseadas en equipos y componentes del sistema eléctrico

Si los datos son obtenidos de una medición con un registrador de consumo se puede definir si las variables registradas se encuentran dentro de la norma, y en el caso que se evidencie incumplimiento de esta, solo se podrá informar al respecto, pero no se cuenta con información necesaria para la evaluación de medidas que permitan corregir o identificar el problema.

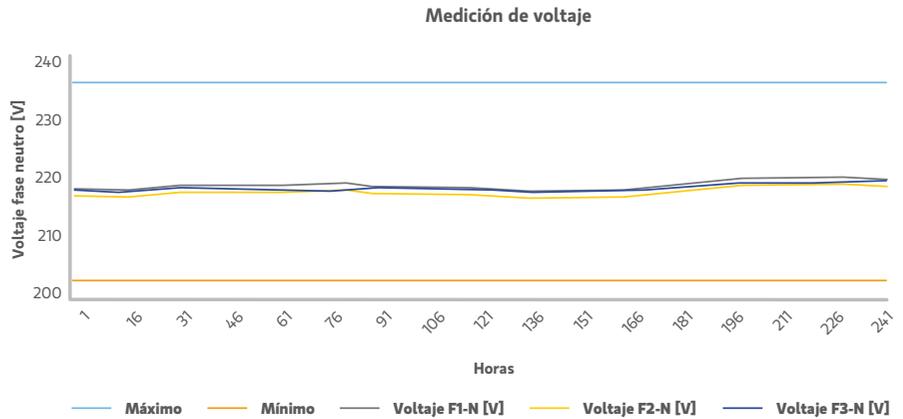
En una evaluación con medición de un analizador de redes, si el factor de potencia se encuentra fuera de norma, los datos obtenidos permiten el dimensionamiento de la solución, como la instalación de un banco de condensadores, lo que permite compensar la energía reactiva para evitar las multas por mal factor de potencia. En el caso de alteración en THD, es de utilidad la revisión de mediciones de armónicos, ya que estos valores permiten dimensionar soluciones como filtros pasivos, aislamiento para transformadores, filtros R-L-C, entre otros.

Ilustración 11. Ejemplo de Análisis de calidad de energía

Voltaje:

Rango permitido: $\pm 7,5\%$ respecto al valor nominal (220V)

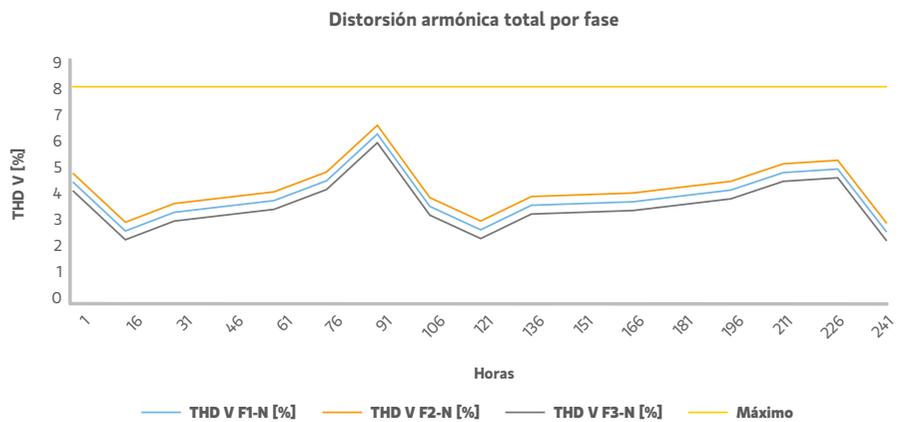
- El voltaje se encuentra dentro de lo que exige la normativa
- No existen irregularidades en el comportamiento del voltaje



THD Voltaje:

Rango permitido: THD V menor a 8%

- La distorsión armónica de voltaje se encuentra dentro de lo que exige la normativa
- Existe un peak de THD que se aproxima a los 8% que permite la norma, se recomienda evaluar anomalía



3.2.8 Análisis de planificación



Información requerida	
Nivel 3	
• Programas de mantenimiento	
• Criterios y políticas de planificación de transporte	

El propósito de este análisis es evaluar los criterios administrativos que tiene la organización auditada respecto a las demandas presentes y futuras de la movilidad de CTP. Lo anterior, con objetivo de identificar las brechas respecto a criterios de eficiencia energética en las labores previas a la ejecución de la operación del transporte, que permitan mejorar el consumo energético desde el punto de vista de la planificación. Los principales antecedentes a analizar por el equipo auditor son:

- El uso de sistemas y/o procedimiento de seguimiento de la operación del transporte, para procesos de mejora continua en el consumo energético de las FT.
- Los criterios de EE para la asignación del transporte según la demanda de traslados de las CTP.
- La caracterización de problemas o inconvenientes de la organización auditada respecto a la gestión del transporte a nivel energético.
- Los métodos, contratos y/o convenios con proveedores, sobre el abastecimiento de energéticos y/o combustibles.
- Los criterios de actividad urbana respecto al tráfico vehicular para la planificación de rutas de transporte.
- El impacto de reglamentos internos en la evaluación de MMEE.
- La perspectiva del personal administrativo de la organización auditada respecto a mejoras energéticas en el servicio de transporte.
- La política energética asociada al transporte de CTP, en casos donde existan según la organización auditada.

Con la evaluación de los aspectos descritos, el análisis de planificación permite:

- Identificar las principales brechas respecto a sistemas eficientes de planificación del transporte.
- Generar criterios que permitan optimizar los recursos que atienden a la demanda variable de las operaciones del transporte.
- Formular lineamientos, respecto a MMEE, asociados a la planificación, gestión y logística de la organización auditada previas a la operación de los vehículos.

3.3 Análisis de MMEE

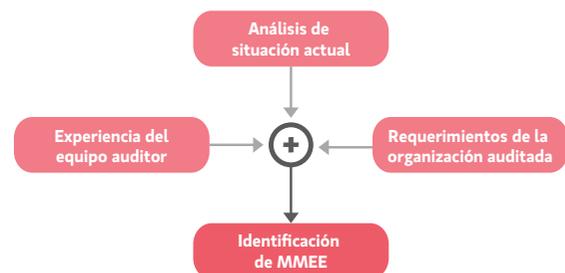
Este análisis consiste en la aplicación de criterios para identificar y evaluar técnica y económicamente MMEE para las FT.

3.3.1 Identificación de MMEE



Para la identificación de MMEE, se deben considerar todos los antecedentes obtenidos en el *Análisis de situación actual*. De esta forma, la revisión se enfoca a los vehículos y sistemas con mayor potencial de ahorro energético de las FT, donde también se deben incluir los requerimientos particulares de la organización. Lo anterior se resume en el Esquema 6.

Esquema 6. Flujo de información para identificación de MMEE



Una forma conveniente de analizar los antecedentes para la identificación de MMEE es iniciar la evaluación desde la operación de las FT, para luego continuar con tecnologías de los vehículos y, finalmente, la planificación del transporte, respondiendo a las preguntas que se plantean en la Tabla 11. Esta metodología se puede aplicar para cada FT incluida en los alcances de la AE.

Durante la aplicación de las preguntas presentadas, se pueden identificar algunas de las MMEE que se detallan en el Anexo 5.

Tabla 11. Metodología para identificación de MMEE

¿Dónde se evalúa?	¿Qué se evalúa?
Operación de las FT ¿La energía demandada es acorde al trabajo de transporte?	¿Existen hábitos de los conductores que aumenten innecesariamente la demanda energética de las FT?
	¿Existen procedimientos o sistemas de seguimiento del consumo energético de los vehículos durante la operación por ruta de transporte?
Tecnología de los vehículos ¿Es posible mejorar el desempeño de los vehículos?	¿Existen insumos de las FT que mejoren la eficiencia energética en la operación?
	¿Existen dispositivos aerodinámicos que mejoren el rendimiento energético de los vehículos en operación?
	¿Existen procedimientos y/o protocolos del mantenimiento de las FT que permitan maximizar la eficiencia energética en la operación del transporte?
	¿Existen componentes del vehículo que mejoren el rendimiento energético acorde a la realidad de las CTP en la operación del transporte?
	¿Existen FT que cumplan con los requerimientos de la organización auditada y que demanden menor energía que las flotas actuales?
Planificación del transporte ¿Las planificaciones del transporte obedecen políticas de eficiencia energética?	¿Existen opciones en los procedimientos y criterios de selección de rutas de transporte que reduzcan el consumo energético de los vehículos?
	¿Existen consideraciones administrativas que mejoren el rendimiento energético en operación de transporte?
	¿Existen configuraciones y/o planificaciones de las CTP que optimicen el consumo de energía?
	¿Se consideran antecedentes de eficiencia energética en la compra de insumos de las FT?
	¿Los vehículos cuentan con bitácoras o registros de mantenimiento propias?
	¿Existen procedimientos que evalúen el nivel de mantenimiento de las FT continuamente?

3.3.2 Análisis técnico y económico



A partir de las MMEE identificadas es necesario realizar una evaluación técnica y económica para determinar los ahorros energéticos y monetarios. La metodología de esta evaluación se muestra en el Esquema 9.

Para el nivel de AE 0 lo anterior se desarrolla hasta ideas de MMEE, mientras que para un nivel 1 las medidas identificadas se estudian y priorizan a nivel de perfil.

Para el nivel 2 la evaluación de las MMEE identificadas se desarrolla a nivel de estudio de perfil. Luego, para las mejor evaluadas del ranking obtenido se realiza el estudio técnico y económico a nivel de prefactibilidad.

Finalmente, para el nivel 3, la aplicación de la metodología se desarrolla a nivel de estudio de prefactibilidad, y, posteriormente, para las mejor evaluadas del ranking obtenido se realiza el estudio técnico y económico a nivel de estudio de factibilidad.

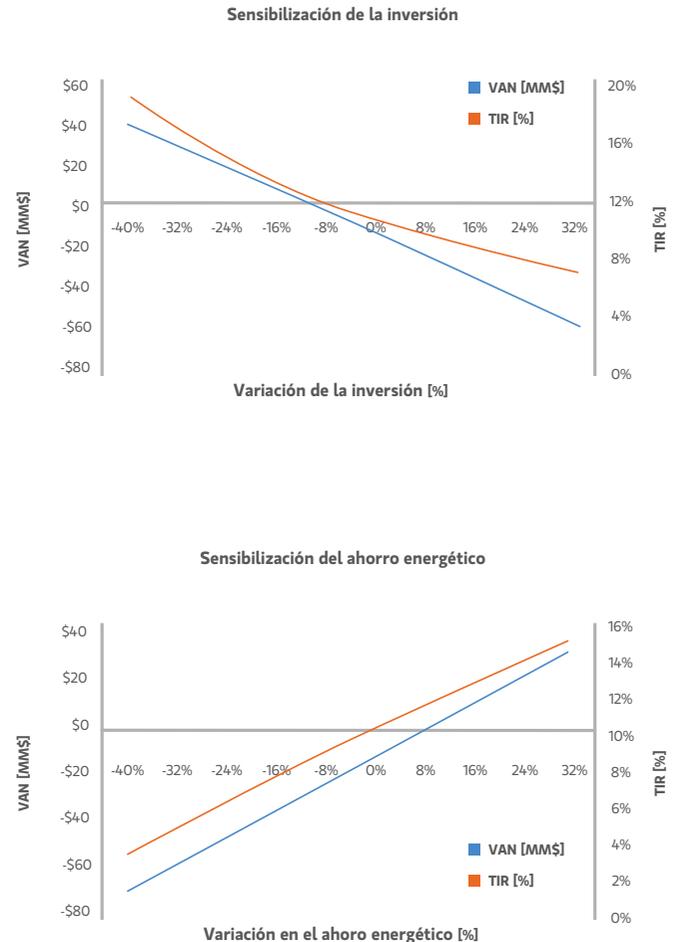
En consideración del nivel de estudio que se quiere lograr en cada auditoría, se deben abordar las siguientes actividades en distintos grados de detalle:

- El primer paso de la metodología consiste en una evaluación técnica que estudia la posibilidad de implementación en base a las características técnicas de los vehículos, compatibilidad tecnológica, cumplimiento de los requerimientos interno de la organización auditada, además de la normativa vigente (revisar Anexo 4).
- Cuando existe la factibilidad de implementación, se debe evaluar la MMEE en base a la estimación de ahorros energéticos entre la situación actual y la situación propuesta. Adicionalmente, se caracterizan los aspectos técnicos de la implementación que permitan definir costos referenciales que son utilizados en la evaluación económica.
- Los ahorros estimados se cuantifican monetariamente según el costo del energético. De manera particular, cuando la MMEE genera impactos en la potencia y energía eléctrica, se utiliza el *Precio monómico*. Lo anterior, y en conjunto con la determinación de la inversión inicial, permite generar flujo de caja que debe considerar la tasa de descuento y un horizonte de evaluación acordado con la organización auditada. A partir de lo anterior, se obtienen los indicadores económicos como VAN, TIR, retorno de inversión u otros de interés para la organización.

Con la finalidad de evaluar la solidez de las recomendaciones

derivadas del análisis económico, se puede realizar un análisis de sensibilidad, el que consiste en modificar las variables con mayor peso sobre el análisis y obtener los indicadores económicos para el nuevo escenario planteado. A modo de ejemplo, la Ilustración 12 muestra dos casos: la variación del VAN y el TIR ante cambios en la inversión y los ingresos del proyecto.

Ilustración 12. Análisis de sensibilidad. Variación del VAN y TIR en función de cambios en la inversión (arriba) y los ingresos (abajo)



Otra forma de visualizar el análisis anterior es por medio de una matriz de sensibilización como en el ejemplo de la Tabla 12, donde se observa la variación en el *payback* de la MMEE evaluada de acuerdo a los porcentajes de variación de la inversión y el ahorro energético, indicando con colores, del verde al rojo, del escenario más favorable al más crítico.

Si bien los criterios cuantitativos suelen ser preponderantes en la toma de decisiones, los proyectos energéticos suelen tener externalidades atractivas para la alta gerencia y otras partes interesadas.

Tabla 12. Matriz de sensibilización

		Ahorro energético [%]						
		payback	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%
Inversión de la MMEE [%]	-15%	4	3	2	1	1	1	1
	-10%	5	4	3	2	1	1	1
	-5%	6	5	4	3	2	1	1
	0%	7	6	5	4	3	2	1
	5%	8	7	6	5	4	3	2
	10%	9	8	7	6	5	4	3
	15%	10	9	8	7	6	5	4

Para comparar entre las distintas MMEE e identificar las de mayor conveniencia es útil generar un ranking en base criterios como ahorro energético, ahorro económico, tasa de retorno, dificultad de implementación, beneficios medio ambientales, entre otros, según los acordados con la organización auditada. Un ejemplo para realizar un ranking de MMEE es el siguiente:

- Dar prioridad a las MMEE de bajo o nulo costo detectadas, como las medidas de gestión.
- Definir presupuesto máximo de inversión y luego priorizar en base a uno o más factores.
- Asignar un factor de importancia a cada indicador económico y/o técnico obtenido, realizando un ranking basado en ponderaciones, como se presenta en el ejemplo de la Tabla 13.

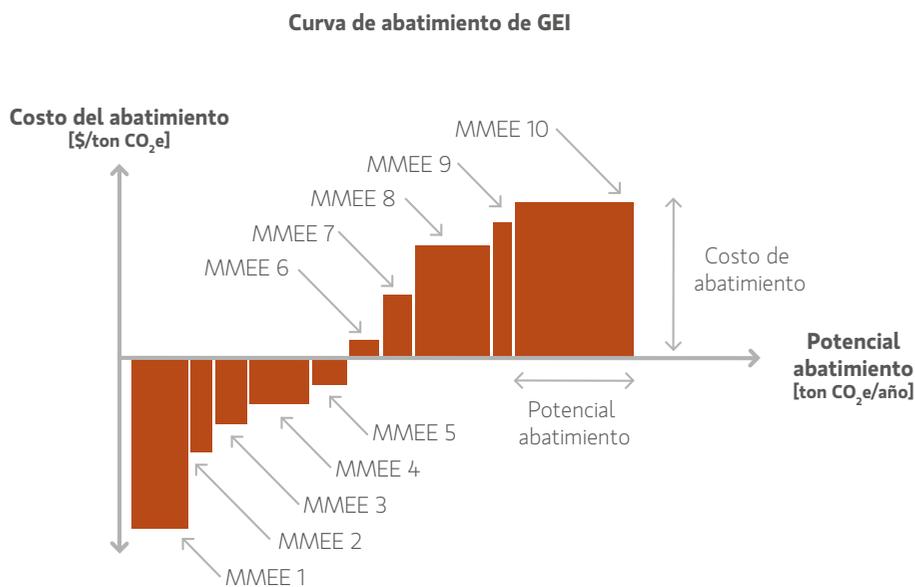
Otro método para la priorización de MMEE, es la elaboración de una Curva de costo marginal de abatimiento, que prioriza MMEE según sus costos y potenciales de reducción de energía o de emisiones de GEI (toneladas de CO₂ equivalentes anuales). Para su elaboración se considera el VAN obtenido para cada medida y la variación en la cantidad de energía o emisiones en caso de implementarse, para obtener su costo unitario de abatimiento. Con lo anterior se ordenan las MMEE evaluadas desde un menor a mayor costo, reflejando en el ancho de cada barra el potencial de abatimiento para el criterio evaluado, como se muestra en el ejemplo de la Ilustración 13.

La definición de criterios es un elemento clave para la confección del Plan de acción.

Tabla 14. Ejemplo ponderaciones para obtener ranking de MMEE

Criterio evaluado del 0 al 10	Inversión inicial	Ahorro energético	Retorno de inversión	Dificultad de implementación	Puntaje
Ponderación	40%	25%	20%	15%	
MMEE 1	10	9	8	1	8,00
MMEE 2	8	7	3	6	6,45
MMEE 3	6	2	6	10	5,60

Ilustración 13. Curva de costo marginal de abatimiento de GEI



3.3.3 Plan de implementación para MMEE

Nivel 0 Nivel 1 Nivel 2 Nivel 3

De acuerdo al nivel de auditoría, se debe presentar un plan de acción de las medidas identificadas. En caso de niveles 1 y 2, este implica recomendaciones generales de las etapas para lograr la implementación de las medidas priorizadas, y los tiempos estimados para cada una de ellas.

En los niveles 2 y 3, junto a lo anterior se presentarán alternativas de modelos de negocio para la implementación. El mayor nivel de detalle en el nivel 3 está dado en consecuencia de la profundidad en la etapa de *Análisis de MMEE*, donde como resultado se tienen tanto costos como plazos de ejecución más precisos para las etapas de implementación.



4. Etapa Reporte

En este capítulo se presentan algunos lineamientos para la realización de los reportes de la AE que permiten el traspaso de información desde el equipo auditor a la entidad auditada, entregando detalles de las actividades realizadas, hallazgos, análisis y conclusiones.

4.1 Reporte(s) de avance

El alcance del reporte de avance se debe definir en las reuniones iniciales, dado que es parte del alcance de la auditoría y sirve para mostrar resultados de manera parcial. Según el nivel de AE, este puede ser opcional, o también reemplazado por una reunión intermedia.

En esta instancia se pueden validar los resultados intermedios del *Tratamiento de información y análisis de situación actual* y presentar ideas de MMEE identificadas durante este proceso, para conocer cuáles pueden resultar de mayor interés para la organización auditada, enfocando en estas la *Evaluación técnica y económica*.

4.2 Reporte final

El informe final tiene que resumir el estado actual del consumo energético, la metodología usada para el levantamiento y mediciones, las MMEE identificadas y los supuestos utilizados para llegar a ellas, y recomendaciones de próximos pasos. El principal objetivo del reporte final es traspasar todos los antecedentes a la organización auditada, que le permitan tomar decisiones respecto a su actual comportamiento energético y las MMEE de mayor conveniencia a implementar. Debe contener como mínimo las siguientes secciones y contenidos:

- **Resumen ejecutivo:** Resumen de usos y consumos de energía de las FT y nombrar las MMEE más relevantes.
- **Contexto:** Resumen de la entidad auditada y descripción general de la AE realizada, con los alcances y objetivos.
- **Resultados de la AE:** En esta sección se detallan los resultados del análisis de la información recibida, levantamiento en terreno y mediciones. Los análisis a contener fueron detallados en su sección respectiva.

- **MMEE:** Se debe detallar cada MMEE identificada, precisando supuestos utilizados y metodología de cálculo. Debe incluir tanto la evaluación técnica como económica, y entregar un ranking de medidas de acuerdo a los criterios convenidos entre el equipo auditor y la entidad auditada. Deben entregarse recomendaciones generales de implementación.

- **Conclusiones.**

- **Anexos (si aplica).**

Hay que destacar que se debe consensuar entre ambas partes el formato y contenido del informe. Esta adecuación puede ser desde una presentación ejecutiva hasta un informe técnico. Por otra parte, se deben acordar también los anexos a entregar, donde se puede considerar la información recopilada, mediciones, memorias de cálculo, etc.

Anexos

Anexo 1. Elección del nivel de AE

Para orientar la elección del nivel de AE, es importante identificar los requerimientos y expectativas que la organización busca resolver con la realización de la auditoría. Esto define el grado de detalle en que les es útil obtener los análisis del actual consumo y comportamiento energético, como también define qué tan precisos deben ser los resultados de los estudios de MMEE identificados, según se encuentren en definiciones preliminares o en los pasos previos a implementar medidas.

Como ha sido mencionado en las primeras secciones de esta guía, existe una relación directa entre el nivel de AE y los recursos que sean necesarios para su realización, reflejándose aquello en los tiempos del equipo auditor, los tiempos de la organización, el detalle y cantidad de información que se debe recopilar, requerimientos técnicos, entre otros, lo que impacta finalmente en los costos económicos que la organización deba cubrir para su realización.

Por lo anterior, la organización debe definir el nivel de AE, considerando siempre los recursos disponibles para su realización. Cuando existen altas expectativas en el desarrollo de la AE, pero no es posible llevarlas a cabo en la realización de un único diagnóstico, por los costos que este implica, puede ser práctico considerar la realización parcializada de auditorías, planificando de un periodo a otro diagnósticos que avancen en nivel de detalle o que amplíen la cobertura de las FT, lo cual dependerá de los objetivos y prioridades específicas de cada organización, ya que es esta la que determina el enfoque de estos aspectos de acuerdo a sus requerimientos particulares.

Dicho lo anterior, para orientar a la organización en la elección del nivel de AE, se presenta la siguiente herramienta, que apoya la identificación de los resultados, usos o productos que son de interés para la organización, definiendo con ello qué nivel de AE es conveniente elegir para cumplir con estos requerimientos. La tabla de evaluación se divide en dos tipos de resultados de la AE, uno de ellos corresponde a la *Comprensión del consumo energético*, que abarca todos los aspectos y análisis enfocados a la situación energética actual de la organización, y el siguiente tipo de resultado corresponde a la *Identificación y evaluación de MMEE*, que incluye los análisis de las oportunidades de mejora que se pueden trabajar en el desarrollo de la AE. El objetivo es que la organización indique, del listado total de resultados, cuáles son de su interés, espera obtener o usar, una vez realizada la AE.

Para algunos de los resultados de la lista se podrá observar que la realización de más de un nivel aplica para su obtención, para lo cual se debe recordar que los niveles van avanzando en cantidad y detalle de la información trabajada, por lo que los niveles más altos incluyen los resultados de los niveles anteriores, pero estos se obtienen con mayor precisión al ejecutarse con más dedicación de recursos, como fue explicado en las primeras secciones de la guía.

A continuación, se encuentra la tabla de evaluación para ser usada por la organización.

¿Son de interés o espera usar estos resultados de la AE?	Si / No	Nivel de AE que aplica para el resultado seleccionado ⁸			
		0	1	2	3
Comprensión del comportamiento energético					
Obtener lineamientos para orientar un futuro análisis de mayor detalle		✓	✓	✓	
Conocer alternativas de suministro y facturación energética			✓	✓	✓
Reportar el consumo energético a actores internos o externos			✓	✓	✓
Elaborar la Revisión Energética de un SGE			✓	✓	✓
Mejorar el análisis de comportamiento en vehículos de mayor consumo energético			✓	✓	✓
Planificar actividades de transporte en base al conocimiento de rendimientos y consumos energéticos de los vehículos				✓	✓
Caracterizar el perfil de demanda energética de la FT a partir de mediciones generales				✓	✓
Asegurar la correcta operación al identificar el comportamiento y anomalías en vehículos específicos					✓
Identificación y evaluación de MMEE					
Identificar medidas de mejora generales en base a las características de los vehículos		✓	✓	✓	✓
Aplicar mejoras de bajo o nulo costo en base a recomendaciones generales		✓	✓	✓	✓
Tomar decisiones en base a perfiles técnicos y económicos de las medidas generales priorizadas			✓	✓	✓
Trabajar en base a un plan de acción para las medidas evaluadas				✓	✓
Tomar decisiones basadas en la prefactibilidad técnica y económica de mejoras específicas, en base al comportamiento operacional y energético				✓	✓
Evaluar resultados de distintos modelos de negocio para la ejecución de las medidas priorizadas					✓
Evaluar la factibilidad técnica y económica para avanzar en la ingeniería de detalles e implementación de medidas priorizadas					✓

8. Para una mejor comprensión de la evaluación, es útil revisar las definiciones de cada nivel de AE, realizadas en la sección Niveles de AE.

Para interpretar los resultados obtenidos de la tabla se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Deben ser consideradas todas las opciones marcadas con si, donde aquella en que menos niveles de AE apliquen, definirá los niveles menores de AE que ya no son útiles para los intereses de la organización y entregará los niveles más altos que aún podrían ser realizados.
- Si el resultado seleccionado con menos niveles que aplican incluye más de un nivel de AE, se debe discriminar cuál elegir de acuerdo a las definiciones entregadas de cada nivel, para elegir cuál es más adecuado considerando el nivel de detalle en que se requiere ese resultado en particular.
- Cuando la selección de algunos resultados está enfocada en el interés particular de vehículos o aspectos de consumo energético particulares de las FT, se puede diferenciar en un nivel de AE que aplique de forma general para todas las áreas que sean incluidas, de acuerdo a los criterios ya descritos, y precisar para qué secciones en particular se espera lograr los resultados más específicos que indican niveles de AE más altos.



Anexo 2. Detalle de aspectos del consumo energético de transporte

Categoría	Variable de evaluación	Tecnología/Antecedentes/Criterios
Características de las FT	Tipo de transporte	Camiones rígidos, articulados, tráiler, tren de carretera, buses, micros, camionetas, entre otros
	Características técnicas de los vehículos	Marca, modelo, dimensiones, antecedentes de dispositivos aerodinámicos, antecedentes de la CTP (capacidad máxima, número de pasajeros, dimensiones útiles de transporte, etc), entre otros
	Componentes que inciden en el rendimiento	Filtros de aire, combustible, aceite, correas de distribución, refrigerantes, lubricantes, amortiguadores, neumáticos, frenos, sistemas de escape y catalizadores, características de la combustión, peso del vehículo, cantidad y disposición de ejes, entre otros
Características de las CTP	Tipo de CTP	Transporte frigorífico, cisterna, porta-vehículos, genérico de plataforma abierta o cerrada, cargas a granel, perecederas, en seco, frágiles, peligrosas, capacidad de pasajeros, entre otros
Característica del energético/combustible	Tipo de energético/combustible	Antecedentes de combustibles derivados del petróleo (diésel, gasolina, GLP, GNC, entre otros), vehículos eléctricos y combustibles alternativos (biodiésel, hidrógeno, metanol, entre otros)
Logística y operación	Antecedentes de logística y operación	Criterios para selección de rutas de transporte, antecedentes de planificación de transporte, criterios de abastecimiento de insumos de los vehículos, control y seguimiento de variables de transporte, tipos de registros de operación de transporte, características de repostaje de combustible, entre otros
Conducción	Antecedentes de los operarios de conducción	Procedimientos de conducción, antecedentes de conducción eficiente, experiencia en conducción, registros de operación vehicular, entre otros
Políticas de empresa	Antecedentes de criterios internos de la organización auditada	Criterios para la compra de vehículos, criterios para la compra de insumos (convenios y/o acuerdos con proveedores), criterios para la selección de las rutas de transporte

Anexo 3. Planillas de ejemplo para el levantamiento de información en terreno

Detalles de las FT participantes de la AE											
FT	Vehículo	Marca	Modelo	Año	Número y disposición de los ejes	Tipo de combustible/energético	Kilometraje	Dispositivos aerodinámicos	Fecha último mantenimiento	Fecha próximo mantenimiento	Capacidad de CTP
FT 1	Vehículo 1										
FT 2	Vehículo 2										
FT 3	Vehículo 3										

Comprobación de registros de información útil para la AE							
FT	Vehículo	Distancia recorrida	Registros de consumo de combustible	Data de telemetría y/o seguimiento de consumo energético	Bitácora de mantenimiento	Data de topografía y condiciones climáticas por ruta de trabajo	Registros de las CTP por ruta de trabajo
FT 1	Vehículo 1						
FT 2	Vehículo 2						
FT 3	Vehículo 3						

Anexo 4. Aspectos legales y recomendaciones para la evaluación e implementación de MMEE

Norma/decreto/resolución	Institución	Descripción	Aplicabilidad
Decreto 298	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Reglamento para la regulación de cargas peligrosas por calles y caminos	Evaluación de MMEE para transportes de cargas peligrosas
Decreto 300	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Establece los requisitos de antigüedad máxima a los vehículos motorizados de carga	Establece las limitantes del horizonte de la evaluación económica de las MMEE
Decreto 75	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Restablece las condiciones para el transporte de cargas	Requerimientos técnicos para la evaluación de MMEE que afectan a las CT
DFL-1	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Ley del tránsito general	Consideraciones generales para todas las MMEE
Ley 18.972	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Registro nacional de transporte por carretera	Antecedentes para pertenecer al registro nacional de transporte por carretera
Resolución 1/95	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Establece las dimensiones máximas a vehículos que circulan en vías públicas	Antecedentes para MMEE que modifican las dimensiones de un vehículo
Decreto 158	Ministerio de Obras Públicas	Antecedentes de los vehículos que pueden circular por caminos públicos	Antecedentes para MMEE que modifiquen el peso máximo de los vehículos
Decreto 200	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Antecedentes de los vehículos que pueden circular por vías urbanas	Antecedentes para MMEE que modifiquen el peso máximo de y velocidades máximas los vehículos en vías urbanas
Resolución 303	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Establece las exigencias de potencia/peso mínimas a vehículos de transporte	Antecedentes para MMEE que modifiquen el peso y/o potencia de los vehículos
Decreto 4	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Establece normas de emisiones de contaminantes	Antecedentes para MMEE que modifiquen las emisiones de GEI para vehículos motorizados
Decreto 55	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Establece normas de emisiones de contaminantes	Antecedentes para MMEE que modifiquen las emisiones de GEI para vehículos motorizados pesados
Decreto 54	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Antecedentes de la homologación y certificación de emisiones de los vehículos	Antecedentes para MMEE que modifiquen el nivel de emisiones de GEI
Decreto 18	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Antecedentes de prohibición para transportes en vías específicas	Antecedentes para MMEE que modifiquen la planificación de las rutas de transporte
Decreto 7	Ministerio del Medio Ambiente	Establece norma de emisiones de ruido para vehículos livianos y medianos	Antecedentes para MMEE que afecten el nivel de ruido de los vehículos
Decreto 122	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Establece los requisitos dimensionales y funcionales a vehículos que presten servicios de transporte de personas	Antecedentes para MMEE que afecten el nivel de ruido de los vehículos que trasladan personas

Anexo 5. MMEE tipo para sistemas de transporte

Sistema	Medida	Comentarios/Ejemplos
Vehículo	Modernizar y/o ajustar la flota a usos óptimos de operación	Adecuación de las FT a nuevos vehículos que satisfacen las necesidades de la organización auditada de manera más eficiente
	Implementar sistemas de control que mejoren la operación	Soluciones técnicas para la restricción de la velocidad y el apagado automático del motor en ralentí. Implementación de sistemas <i>Start & Stop</i> (sistemas de encendido y apagado del motor de manera facilitada para transportes urbanos)
	Recambiar lubricantes que mejoran el rendimiento	Uso de lubricantes certificados de alta eficiencia
	Implementación de dispositivos para reducir la resistencia aerodinámica	Implementación de dispositivos para la cabeza tractora, collar de cabina, deflector de techo, panel cubre ruedas, estabilizador de vórtice, entre otros que mejoren la aerodinámica
	Implementar sistemas de gestión del parque de neumáticos	Implementación de neumáticos de baja resistencia a la rodadura. Reescurado y recauchutado de neumáticos. Seguimiento continuo de presurización de los neumáticos. Optimización de la geometría los trenes rodantes. Sistema de inflado de neumáticos automático. Rotación de neumáticos. Seguimiento continuo del balance de ejes
	Implementación de sistemas de climatización y/o ambientes controlados de alta eficiencia	Optimización en sistemas de frío (cargas de congelados). Implementación de climatización evaporativa. Grupo de frío autónomo utilizando la red eléctrica durante el funcionamiento estático del vehículo. Mejoramiento de envolvente térmica de carga. Grupo frigorífico de temperatura variable y de alta eficiencia energética. Ambientes controlados en transporte de pasajeros
	Reducción de peso	Eliminar componentes del vehículo que no son requeridas para el uso final del transporte en específico. Reemplazar componentes de los vehículos que permita disminuir el peso total
Combustible	Mejoras en el seguimiento del consumo	Protocolos de registros de información sobre el consumo de combustible. Implementación de sistemas de telemetría. Gestión y uso de la información
	Incorporación de aditivos al combustible	Aditivos de limpieza de los circuitos de alimentación, cámara de combustión e entre otros elementos de motor
	Implementación de combustibles alternativos	Empleo de alternativas de combustible (contraste con vehículos híbridos y/o eléctricos)

Sistema	Medida	Comentarios/Ejemplos
Conductor	Capacitaciones del buen uso de la energía	Capacitaciones sobre protocolos óptimos de conducción, aperturas de puertas en cargas en frío y consideraciones que reducen el consumo energético en operación
	Implementación de un programa de conducción eficiente	Seguimiento de rendimiento en conducción e indicadores de rendimiento energético de operación
	Incentivos de buenas practicas	Incentivos al personal de conducción por buen desempeño energético en conducción
Operación y logística	Implementación de criterios de utilización de medios transporte variado	Uso de vehículos ajustados a las condiciones específicas de la CTP y/o ruta de transporte
	Implementación de criterios de optimización de rutas de transporte	Uso de criterios de optimización continua en la selección de rutas de transporte, tales como: Softwares y/o herramientas para la creación de planes de transporte, geolocalización de vehículo y seguimiento de telemetría
	Implementación de criterios optimización en la distribución de las CTP	Optimizar el ratio volumen/peso de la carga por medio de procedimientos de estiba. Consolidar el transporte entre varios clientes. Uso de dobles suelos. Uso de software para la mejora del coeficiente de carga. Uso de cajas móviles rodantes o de remolque adicional. Optimización en la frecuencia de transportes para maximizar el transporte de pasajeros
	Implementar sistemas de gestión que mejoren la colaboración con los clientes para una mejora en la optimización del transporte	Definir el plan de transporte con los clientes. Establecimiento de reuniones y protocolos de coordinación de programación con criterios de EE
	Mejora en procedimientos de mantenimiento de los vehículos	Implementación de criterios de mejora en programas y procedimientos de mantenimiento de los vehículos. Implementación de sistemas de evaluación a los procesos de mantenimiento. Establecer criterios de mantenimientos preventivos y predictivos



Monseñor Nuncio Sótero Sanz N° 221, Providencia, Santiago - Chile
+56 2 2571 2200 | www.agenciase.org | info@agenciase.org

 /AgenciaSE

 @AgenciadeSE

 Sostenibilidad Energética