



Asistencia Técnica a la UEP y específicamente a la DPD y la DPPE

Estrategia provisional de eficiencia energética de la región Noroeste

Ref : DOSP00502E

2023

En colaboración con



CONTROL DOCUMENTAL

INFORMACIÓN GENERAL¹

Proyecto	Asistencia Técnica a la UEP y específicamente a la DPD y la DPPE
Título de documento	Estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste

RECEPTOR

Organización	Nombre	Función
INAPA	Nicolás GRULLON	Director de Programas y Proyectos Especiales
INAPA	Francisca LEYBA	Coordinadora de Proyecto
INAPA	Cristhie JORDAN	Directora de Planificación y Desarrollo
AFD	Samuel MARTIN RUEL	Responsable de Proyecto
AFD	Laurie CHOVET	Encargada de Proyecto – Agencia de Santo Domingo

¹ This Report is strictly confidential and is addressed only to the recipient indicated above, who may share it with its advisors on a non-reliance basis. No other person may rely on it for any purpose whatsoever. Unless otherwise provided for in the Contract, the Report must not be made available or copied in whole or in part to any other person without our express permission.

This Report has been prepared solely on the basis of (i) the data and documents referenced therein and (ii) the investigations and analysis described within. Seureca cannot be held liable for incorrect or incomplete data made available by third parties at the time of writing the report that may materially impact the conclusions and recommendations. Seureca is not liable for the application of the contents of this Report for any purpose other than for the purpose and objective stated within.

RESUMEN EJECUTIVO

El desarrollo de una estrategia provisional fue elegido como una de las acciones prioritarias del plan de inversión bajo financiamiento UE-AFD. El INAPA contrató el apoyo de la AT, a través de una adenda, para definir las acciones necesarias para lograr las metas del IVD-8 del Banco Mundial para el periodo 2025-2027 con respecto a la reducción de consumo específico en la región Noreste. El presente entregable propone una estrategia provisional de eficiencia energética de las instalaciones de INAPA ubicadas en la Región Noroeste y en la provincia de Santiago de Los Caballeros, cuyo alcance lista 40 instalaciones.



DISPONIBILIDAD DE DATOS E INDICADOR DE CONSUMO ESPECÍFICO

Esta estrategia se basa principalmente en los datos de facturación (diciembre 2022 hasta noviembre 2023) compartidos por el INAPA y los datos del diagnóstico energético de 7 estaciones de bombeo (Guayacanes 1, Guayacanes 2, La Caya, Arroyo Caña, Agua de Luis, Jaíqui y Los Limones) realizado por la AT en 2022. Lamentablemente, datos de volúmenes de agua bombeado por cada estación y por la totalidad no son conocidos; por eso el estudio del indicador de consumo de energía específica (kWh/m³) tenía que estar sustituido por un análisis basado sobre el consumo energético y considerando un caudales de agua idénticos para el periodo 2025-2027 (metodología de trabajo acordada con la Dirección EEM al inicio de la misión en Oct-Nov 2023).



VISITA DE CAMPO - ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIONES OPERACIONALES

Según la propuesta de adenda, la estrategia está basada en una revisión documental y una visita de terreno de las 7 estaciones de bombeo mencionadas antes fue organizada, desde el 31 de octubre hasta el 2 de noviembre 2023, con nuestro especialista en eficiencia energética y la representante de la dirección electromecánica para la eficiencia energética que permitió actualizar la situación operacional de cada una.



PERSPECTIVA DE REDUCCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO 2025-2027

Para lograr las metas del IVD-8 del Banco Mundial para el periodo 2025-2027 con respecto a la reducción de consumo específico, una **sucesión de tres fases de prioridades** está propuesta en la presente estrategia provisional:

- **Prioridad 1** se enfoca en la renovación de equipos (bombas y motores) de las estaciones de bombeo del sistema ALINO que fueron diagnosticadas en octubre de 2022 que debe mejorar el rendimiento existente que es conocido. Incluye también las estaciones de bombeo de Ac. Hato del Yaque y la de Sabana Iglesia;
- **Prioridad 2** se apoya en un proyecto, ya aprobado, que consiste en la rehabilitación de la estación de bombeo de Monción (tres nuevas bombas). Otras estaciones de bombeo envejecidas de la provincia de Santiago de los Caballeros forman parte de esta prioridad. El desempeño de estas estaciones de bombeo no fue diagnosticado, entonces los resultados esperados constituyen una estimación que debe ser confirmada con una auditoría en 2024 e informaciones sobre las características del diseño de las nuevas bombas;

- **Prioridad 3** propone atender el resto de las instalaciones del alcance regional por medio de renovación de bombas y ajustes de válvulas (u otras que deben ser definidas en la estrategia detallada a partir de 2027). Los resultados esperados de ahorro de consumo energético son indicados en la siguiente tabla.

	Prioridad 1	Prioridad 2	Prioridad 3
Número de instalaciones planteadas	9	8	15
Instalaciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • 7 estaciones de ALINO • Hato del Yaque • Sabana Iglesia 	<ul style="list-style-type: none"> • Monción 	<ul style="list-style-type: none"> • Potrero • El Pino
Por prioridad	1,012,419 kWh	845,856 kWh	750,865 kWh
	9.53%	7.96%	7.07%
Cúmulo	1,012,419 kWh	1,858,276 kWh	2,609,140 kWh
	9.53%	17.49%	24.55%
Metas IVD 8	2025	2026	2027
	5.30%	18.00%	22.60%
Costo de inversión	RD\$ 13,355,143	RD\$ 32,232,736	RD\$ 37,488,811
	\$USD 234,713	\$USD 566,480	\$USD 658,854
Total	RD\$ 83,076,689		
	\$USD 1,460,047		
Periodo de implementación	2024 - 2025	2025-2026	2026-2027



CAPACITACIÓN “DESARROLLAR E IMPLEMENTAR UNA ESTRATEGIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA”

Una capacitación fue proporcionada el **9 y 10 de noviembre de 2023** en la sede central del INAPA en Santo Domingo por el especialista en eficiencia energética de la AT UE/AFD. Fue dirigida a miembros de los equipos provinciales electromecánicos, así como a miembros de los equipos centrales de las direcciones de operaciones y electromecánica del INAPA. Se enfocó en recordatorios de nociones físicas, en una **metodología de gestión energética operacional** y en una **introducción a la norma ISO 50001 de Sistema de Gestión Energética**. Se observó un interés notable por parte de los **13 participantes** y se notó un progreso de los conocimientos resaltado por los cuestionarios antes/después. Además, esta capacitación ofreció **una oportunidad inédita de reunir** a una amplia representación de los encargados provinciales electromecánicos: es de buen augurio para la coordinación y sinergia de los equipos de INAPA para el periodo que viene.



PROPUESTAS DE FORTALECIMIENTO

Al analizar la situación de la gestión energética hecha por el INAPA, se propone, en adición, los ejes de progreso siguientes:

- fortalecer el sistema de **reporting** y favorecer la **sinergia** de competencias y conocimientos entre las provincias, la región y la sede
- adquirir **instrumentos de mediciones** eléctricas e hidráulicas y promover **capacitaciones** de técnicos para que las **auditorías** de equipos sean internalizados
- establecer un plan de mantenimiento **preventivo**.

ÍNDICE

1. Introducción	11
1.1. Contexto	11
1.2. Recordatorio de los objetivos de la estrategia	11
1.3. Objetivos, alcance y perímetro prioritario del Entregable	13
2. Análisis de la situación inicial	14
2.1. Contexto de la Región Noroeste y del sistema ALINO	14
2.2. Actualización de la situación de las estaciones de bombeo diagnosticadas	15
2.3. Definición de la línea base	18
2.3.1. Datos disponibles	18
2.3.2. Indicador clave de rendimiento (KPI): el consumo específico	21
3. Propuestas de mejora	22
3.1. Prioridad 1 : Iniciativas asociadas al “Perímetro prioritario”	22
3.1.1. Las 7 estaciones de bombeo de ALINO auditadas	22
3.1.2. Selección de estaciones de bombeo de Santiago de los Caballeros : Hato del Yaque y Sabana Iglesia	26
3.1.3. Síntesis de las estimaciones de ahorro de la prioridad 1 y Inversiones	27
3.1.3.1. Resultados Esperados para la reducción de consumo específico	27
3.1.3.2. Inversiones y Tiempo de retorno	27
3.2. Prioridad 2: la estación de bombeo de Monción y otras instalaciones de la provincia de Santiago de los Caballeros	30
3.2.1. Estación de bombeo de Monción	30
3.2.2. Las demás instalaciones de la provincia de Santiago de los Caballeros	31
3.2.3. Síntesis de las estimaciones de ahorro de la prioridad 2 y Inversiones	31
3.2.3.1. Resultados Esperados para la reducción de consumo específico	31
3.2.3.2. Inversiones y Tiempo de retorno	32
3.3. Prioridad 3 : el resto del alcance	34
3.4. Síntesis de los resultados esperados por las prioridades	39
3.5. Propuestas Adicionales para la reducción de la factura	40
3.5.1. Estructura tarifaria del precio de electricidad	40
3.5.2. Instalación de bancos de capacitores	41
3.6. Síntesis de los inversiones estimadas	44
3.7. Instalación de variadores de frecuencia	44
3.8. Energías renovables: Soluciones potenciales para la estrategia detallada a partir de 2027	45
3.9. Estructuración y Metodología de Seguimiento del Consumo específico	46
3.10. Materiales y Equipos	47
4. Capacitación y Concientización	48
4.1. Objetivos de la Capacitación “Desarrollar e implementar una estrategia de eficiencia energética”	48
4.2. Perfiles de los participantes	49

4.3. Principales temas abordados	49
4.4. Evaluación del nivel de adquisición de conocimientos	50
4.5. Evaluación de la satisfacción de los participantes	51
4.6. Proposición de fortalecimiento de gestión	51
4.6.1. Recopilación de información	51
4.6.2. Capacitación complementaria	52
4.6.3. Mantenimiento preventivo	52
5. Próximas etapas y condiciones de éxito	53
6. Apéndices	55
6.1. ANEXO 1: Alcance Regional para la Estrategia Provisional	56
6.2. ANEXO 2: Diapositivas de la capacitación “desarrollar y implementar una estrategia de eficiencia energética”	57
6.3. ANEXO 3: Cuestionario de evaluación de conocimientos antes y después de la capacitación	58
6.4. ANEXO 4: Datos de facturación disponibles	59

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Fichas de actualización de la situación operacional de las estaciones diagnosticadas en Octubre 2022	20
Figura 2. Mapa de ubicación de las 7 estaciones diagnosticadas del sistema ALINO	21
Figura 3. Balance energetico y economico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 1	31
Figura 4. Balance energetico y economico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 2	35
Figura 5. Balance energetico y economico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 3	39
Figura 6. Estructura de la tarifa de electricidad	42
Figura 7. Fotos de la capacitación dada por nuestro especialista en eficiencia energética los 9 y 10 de noviembre de 2023	51
Figura 8. Balance de los resultados del cuestionario de la capacitación (antes vs. después)	52
Figura 9. Síntesis de la satisfacción de los participantes a propósito de la capacitación	53
Tabla 1. Metas del IVD-8 del Banco Mundial para la estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste	15
Tabla 2. Ubicaciones de las 7 estaciones de bombeo diagnosticada en Octubre de 2022	21
Tabla 3. Diferencias entre la estimación de consumo y el consumo medido para las 7 estaciones de bombeo	22
Tabla 4. Línea de base del alcance definido	24
Tabla 5. Rendimientos medidos durante el diagnóstico de Octubre 2022	25
Tabla 6. Uso del caudal y de la altura a comparación con el diseño normal	26
Tabla 7. Futuros rendimientos anticipados	27
Tabla 8. Ahorro energético anticipado para las 7 estaciones de bombeo de ALINO auditadas	27

Tabla 9. Ahorro energético anticipado para las estaciones de bombeo de Ac. Hato del Yaque y Sabana Iglesia	29
Tabla 10. Ahorro energético anticipado para el total de la Prioridad 1	29
Tabla 11. Ahorro energético anticipado para la Prioridad 2	33
Tabla 12. Ahorro energético anticipado para la Prioridad 3	37
Tabla 13. Síntesis del logro de reducción de consumo energético anticipado para las Prioridades 1, 2 y 3	41
Tabla 14. Desglose de la factura de electricidad global	43
Tabla 15. Resultados de ahorro de penalidad sobre el factor de potencia con instalación de bancos de capacitores	44
Tabla 16. Resultados de ahorro de penalidad sobre el factor de potencia con instalación de bancos de capacitores	45
Tabla 17. Síntesis de los inversiones estimadas para bajar el consumo específico	46
Tabla 18. Síntesis de los inversiones estimadas para bajar la penalidad vinculada a un factor de potencia degradado	46
Tabla 19. Sugerencia de instrumentos de medición a adquirir	50

ACRÓNIMOS

AT	Asistencia Técnica (Consortio SEURECA-MCG)
ALINO	Acueducto Múltiple de la Línea Noroeste
BM	Banco Mundial
CAPEX	Capital Expenditures (Costos de Inversión)
DOP	Dominican Pesos
EE	Eficiencia Energética
ETAP	Estación de Tratamiento de Agua Potable
FP	Factor de Potencia
IVD	Indicador Vinculado a Desembolso
KPI	Key Performance Indicator
OPEX	Operational Expenditures (Costos de Operación)
SGE	Sistema de Gestión Energética
SIE	Superintendencia de Electricidad

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONTEXTO

El proyecto de Asistencia Técnica (AT) a la Unidad Especial de Proyectos (UEP) de la Dirección de Programas y Proyectos Especiales (DPPE) y a la Dirección de Planificación y Desarrollo (DPD) incluye, en su Actividad 4, el desarrollo de un Plan de inversión para la mejora de la distribución del agua, la gestión del servicio, y el fortalecimiento a la Región Noroeste (Zona 1) del INAPA. Este Plan de inversión permitió identificar actividades adicionales al contrato y necesarias para el INAPA, entre ellas el desarrollo de una estrategia provisional de eficiencia energética para la Región Noroeste.

La provisión de esta estrategia se enmarca en el Programa de Modernización del Sector Agua financiado por el Banco Mundial y más específicamente en el marco del IVD 6 de este programa (*Mejora de la planificación operativa y el rendimiento del agua no contabilizada y la eficiencia energética*) como parte de las actividades debiendo ser finalizadas antes del final del año 2023 (resultado que contribuye al desembolso del monto dedicado para el año 2023).

La capacitación "*Desarrollar e implementar una estrategia de eficiencia energética*" se enmarca en la Actividad 5 Proyecto de Asistencia Técnica al INAPA dedicada a la Región Noroeste (Proyecto CIF - Aumento de la Eficiencia en la Gestión de Agua y Saneamiento), o sea el Plan de Capacitación, el cual ha sido aprobado por el INAPA y se debe implementar durante el periodo restante del proyecto. Dicha capacitación ha sido definida como capacitación internacional.

1.2. RECORDATORIO DE LOS OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA

El Programa de Modernización del Sector de Agua del Banco Mundial tiene sus propios protocolos y especificidades en lo que se refiere a la eficiencia energética. Los protocolos y procedimientos de verificación del Programa describen cómo se realizará la evaluación de los indicadores vinculados a desembolsos (IVDs) y resultados vinculados a desembolsos (RVDs). Incluyen también, en su anexo 1, los lineamientos y alcance de la estrategia provisional de EE. Resumiendo:

La Eficiencia Energética se enmarca en 2 IVDs:

- IVD 6: Mejora de la planificación operativa y el rendimiento del agua no contabilizada y la eficiencia energética, el cual prevé en 2023 el desarrollo de una estrategia provisional de eficiencia energética (objeto de esta actividad) y, en 2024, auditorías energéticas en instalaciones prioritarias identificadas en la estrategia provisional de eficiencia energética y medidas de monitoreo implementadas, así como el desarrollo de una estrategia de EE basada en auditorías de energía;
- IVD 8: Eficiencia energética mejorada, el cual estipula que el año 2025 se debe cumplir con una reducción de 5.3% del consumo de electricidad (kWh) por M3 de agua enviada al sistema de distribución de agua.

Los lineamientos y alcance de la estrategia provisional de EE:

- Lineamientos generales:
 - Los prestadores preparan sus estrategias provisionales basándose en los conocimientos existentes de sus sistemas de producción, transporte, distribución y facturación y en la obtenida mediante estudios adicionales cuya duración no comprometa la entrega en tiempo de la estrategia provisional correspondiente;
 - Las estrategias incluirán acciones ya identificadas para su ejecución en el año 2023 y aquellas que se puedan planificar para su implementación en los años 2024 (mientras se desarrollan las auditorías y se elaboran las estrategias respectivas a presentar a fin de 2024) y, tentativamente, 2025 (en caso de que hubiera demoras en la elaboración de las estrategias definitivas).

- Alcance de la estrategia provisional de EE:
 - Se identificarán las instalaciones que serán objeto de la estrategia provisional (debe ser la totalidad de las instalaciones existentes que estarán en servicio durante la implementación del Programa, es decir que no se tomarán en cuenta aquellas que se darán de baja);
 - Se recopilarán informes de facturación de energía de la empresa prestadora y se realizarán las depuraciones necesarias para asegurarse de contar con registros de, al menos, doce meses de facturación para cada una de las instalaciones a analizar. Estos registros deberán contener datos de energía facturada (en kWh o MWh) y de la penalidad o cargo por factor de potencia (en RD\$);
 - Se obtendrán las mediciones o estimaciones más precisas posibles del volumen de agua entregado a las redes de distribución;
 - Se indicarán los estudios, mediciones y/o investigaciones realizadas y sus resultados (mediciones de temperatura en tableros, vibraciones de equipos de bombeo, potencia utilizada y contratada, etc.);
 - En base a lo anterior se evaluarán el consumo específico de energía neta (energía facturada sobre volumen entregado a la red) y el monto total de la penalidad por factor de potencia y se establecerán metas para estas variables para 2024 y 2025;
 - Se identificarán las acciones a realizar para alcanzar las metas establecidas según el numeral anterior, se incluirá un presupuesto estimativo del costo de las mismas y un cronograma para su implementación.

En una reunión técnica con la Dirección de la EEMM y el Banco Mundial, se precisó que la selección de las instalaciones que deben hacer parte de la estrategia provisional debe permitir alcanzar los resultados esperados de mejora de la eficiencia energética (reducción de los gastos energéticos de 5.3% en kWh/m³ - IVD 8) en el año 2025, luego de implementar las acciones previstas en la estrategia provisional para el año 2024.

Las metas del IVD 8 para la estrategia provisional están reunidas en la tabla siguiente:

Puntos porcentuales de reducción del consumo específico de energía (IVD 8) kWh/m3			
	2025	2026	2027
Metas adoptadas por el Banco Mundial	5.3%	18.0%	22.6%

Tabla 1. Metas del IVD-8 del Banco Mundial para la estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste

1.3. OBJETIVOS, ALCANCE Y PERÍMETRO PRIORITARIO DEL ENTREGABLE

Este entregable presenta los resultados de la Estrategia provisional de Eficiencia Energética para la Región Noroeste, parte de la Actividad 4 del Proyecto de AT y componente de la Adenda n°3 al contrato de AT. Se compone de dos elementos:

- Desarrollo de una estrategia provisional de eficiencia energética para la Red Matriz;
- Implementación del módulo de capacitación “Desarrollar e implementar una estrategia de EE”.

La estrategia provisional

Basado en las consideraciones anteriores, el perímetro prioritario de la **estrategia provisional de eficiencia energética se enfocará en las 7 estaciones de bombeo de agua potable** auditadas durante el diagnóstico detallado en el sistema ALINO y las estaciones Ac. Hato del Yaque y Sabana Iglesia (provincia Santiago de los Caballeros). Integrará también, en un segundo tiempo, a la estación de bombeo de agua potable que envía el agua al sistema de **Monción**.

La selección del alcance de la estrategia provisional de EE debe permitir lograr los resultados esperados de mejora de la eficiencia energética (reducción de los gastos energéticos de 5.3% en kWh/m3 - IVD 8) en el año 2025, luego de implementar las acciones previstas en la estrategia provisional para el año 2024.

En primer lugar, se define el **alcance** sobre el cual el IVD-8 se aplica.

Alcance de la estrategia provisional de eficiencia energética

Se considera en esta estrategia provisional EE de la Región Noroeste una matriz de proyecto establecido por INAPA. Está compuesta de **40 instalaciones consumidoras de energía** y su selección es detallada luego en este entregable. Están ubicadas en las provincias de Dajabón, Valverde, Montecristi, Santiago Rodríguez y Santiago de los Caballeros.

Ver [Anexo 1](#) para la lista completa de la matriz de preselección actualizada.

Esas 40 instalaciones no fueron todas parte del diagnóstico técnico del año pasado. Por lo tanto, los elementos disponibles son insuficientes para destacar medidas de mejora de la eficiencia energética para cada una. Sin embargo, el principio de esta estrategia provisional de EE es de atender los

objetivos de reducción del consumo energético del alcance global por un enfoque de acciones sobre un grupo de instalaciones de las cuales disponemos de elementos suficientes.

Así, en segundo lugar, se define el **perímetro prioritario**.

Perímetro prioritario de acciones de eficiencia energética

En el alcance definido en el cuarto encima, figuran las **7 estaciones de bombeo** del sistema ALINO que fueron **objeto de un diagnóstico técnico** (octubre de 2022) del que se han extraído el desempeño energético. El conocimiento de esas características operacionales permite determinar **acciones adaptadas** de mejora de la eficiencia energética. Así, las acciones previstas se enfocarán, en un primer tiempo, sobre estas 7 estaciones que son: Guayacanes 1, Guayacanes 2, La Caya, Arroyo Caña, Agua de Luis, Jaiqui y Los Limones. Corresponden, con las estaciones de Hato del Yaque y Sabana Iglesia, a la Prioridad 1.

Además, acciones adicionales integrarán la **estación de bombeo de Monción (parte de la Prioridad 2)**. Mientras no fue diagnosticada, se propondrá una estimación del logro de ahorro energético permitido por el proyecto de rehabilitación de las tres bombas (el cual se programa para el año 2024 según el INAPA).

La estrategia provisional permitirá asesorar si la implementación de medidas de mejora de la EE en 2023-2024 permiten lograr los objetivos del programa BM. En el caso contrario, la estrategia provisional propondrá medidas adicionales basadas sobre los datos suministrados por la Dirección EEMM. La matriz de preselección realizada por la Dirección de EEMM está detallada en el acápite [Definición de la línea de base](#).

La implementación del módulo de capacitación

Conjuntamente, el entregable da a conocer las características del módulo de capacitación que buscó enseñar elementos claves para desarrollar e implementar una estrategia provisional de EE. Se presentan en este documento los puntos principales planteados, los perfiles que componían el auditorio, las conclusiones relativas a la adquisición de conocimientos y la satisfacción de los participantes.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL

2.1. CONTEXTO DE LA REGIÓN NOROESTE Y DEL SISTEMA ALINO

La Región Noroeste del INAPA

La Región Noroeste se compone de 4 provincias: **Valverde, Montecristi, Santiago Rodríguez y Dajabón**. En esta estrategia se considera también, además de estas 4 provincias, una quinta provincia, **Santiago de los Caballeros**, dado que el Programa de Modernización del Sector Agua del Banco Mundial se enfoca en la cuenca del Yaque del Norte. La definición de las metas del IVD-8 se

aplican entonces a las instalaciones de INAPA en estas 5 provincias. El parque de instalaciones electromecánicas en estas provincias se divide entre estaciones de bombeo de agua potable en las redes matriz (aducciones y conducciones), en las tomas de agua y en las plantas de tratamiento de agua potable, estaciones booster en redes de distribución de agua potable, estaciones de bombeo de aguas residuales y otros equipos electromecánicos en las plantas de tratamiento de agua potable y de aguas residuales de la región.

A la fecha, la Dirección EEMM del INAPA administra aproximadamente 85 instalaciones consumidoras de energía eléctrica en la Región Noroeste y en Santiago de los Caballeros, de tipologías diferentes: estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, oficinas, instalaciones de iluminación, campos operacionales. De hecho, ellas constituyen la lista de instalaciones que tienen un medidor eléctrico y, entonces, de un número de contrato individual de suministro de energía eléctrica. La empresa distribuidora de electricidad común a estas instalaciones es EDENORTE.

El Sistema ALINO

El sistema ALINO se compone de una macrored (red matriz), con la ETAP de Monción, 3 líneas matriz (A, B y C) y aproximadamente 20 depósitos reguladores y de almacenamiento :

- A estas líneas matriz se incluyeron 7 estaciones de bombeo para poder llevar el agua a comunidades de la zona costera (EBAP de Loma de Guayacanes I y II, La Caya, Los Limones, Agua de Luis, Arroyo Caña y Jaiquí);
- La estación de bombeo de agua potable del Municipio de Monción se alimenta también desde la presa. ALINO y el sistema de Monción tienen entonces la misma fuente de agua, pero la estación de bombeo de Monción tiene un consumo más elevado que el de las 7 estaciones de bombeo de la línea Noroeste.

2.2. ACTUALIZACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO DIAGNOSTICADAS

En octubre de 2022 fueron diagnosticadas 7 estaciones de bombeo del sistema ALINO. El contenido de este diagnóstico técnico fue compartido en el documento *Diagnóstico detallado y Plan de Acción* (Actividad 2).

En el marco de su misión de noviembre de 2023, el especialista en eficiencia energética de la AT hizo una visita (31 oct - 02 nov) de esas mismas instalaciones: Guayacanes I, Guayacanes II, La Caya, Agua de Luis, Arroyo Caña, Jaiqui y Los Limones. Se realizó un análisis visual y del modo de operación a través de discusiones con encargados de equipos electromecánicos y operadores de estaciones de bombeos. Se destacan las observaciones generales siguientes :

- Los horarios de funcionamiento de las bombas comunicados por los operadores fueron diferentes, y, a veces, de manera significativa, de lo especificado en el diagnóstico técnico de octubre de 2022. Varios factores pueden explicar esta diferencia: cambio de operador, cambio de instrucciones, fluctuación de la demanda en agua, etc. Entonces, esta información muestra que este enfoque para conocer datos de tiempo de operación de la bomba puede llevar a un margen de error significativo.
- Algunas bombas que estaban en operación durante el diagnóstico técnico de octubre de 2022 se encontraron fuera de servicio en noviembre de 2023. Esta situación no era de conocimiento del nivel central del INAPA dado una falta de comunicación por los equipos.

Esta situación resalta una deficiencia de fiabilidad de los datos con los que cuenta el nivel central.

Estación de bombeo : Guayacanes 1

	Situación octubre 2022	Situación noviembre 2023
Tiempo de operación	L, V : 8am a 8pm Mi : 8am a 1pm	L, Mi, V : 5.40am - 10.00pm



Analisis de noviembre 2023:

Dado que las bombas son de tipo "pozo", no se pudo tener un acceso visual. Sin embargo las dos bombas fueron operacionales.

El operador indicó horarios de funcionamiento de las bombas diferentes de lo que fue constatado en octubre 2022.

Estación de bombeo : Guayacanes 2

	Situación octubre 2022	Situación noviembre 2023
Tiempo de operación	L, V : 8am a 8pm Mi : 8am a 1pm	L, Mi, V : 5.40am - 10.00pm



Analisis de noviembre 2023:

Dado que las bombas son de tipo "pozo", no se pudo tener un acceso visual. Sin embargo las dos bombas fueron operacionales.

El operador indicó horarios de funcionamiento de las bombas diferentes de lo que fue constatado en octubre 2022.

Estación de bombeo : La Caya

	Situación octubre 2022	Situación noviembre 2023
Tiempo de operación	L → Sab : 7am a 4pm y 8pm a 10pm Rotacion diaria	L → Sab : 6.30am a 6.00pm A veces el Domingo Rotacion diaria



Analisis de noviembre 2023:

Un bomba funciona y se queda encendida 24 horas, mientras que la otra está en reserva.

La bomba que fue fuera de servicio en octubre 2022 fue reparada en mayo 2023.

Estación de bombeo : Agua de Luis



	Situación octubre 2022	Situación noviembre 2023
Tiempo de operación	L → Sab : 7am a 4pm y 8pm a 10pm Rotacion diaria	L → Do : 4am a 10pm Rotacion diaria

Analisis de noviembre 2023:

Una bomba está dañada y la otra funciona sin rotación con los horarios indicados encima. La bomba había sido dañada por varios meses.

Estación de bombeo : Arroyo Caña



	Situación octubre 2022	Situación noviembre 2023
Tiempo de operación	L, Mi, V, Sa : 7am a 5pm Funcionan al mismo tiempo	1 día/semana : 7am-7pm 4 días/semana : 4 horas Funcionan al mismo tiempo

Analisis de noviembre 2023:

Ambas bombas están operacionales y funcionan al mismo tiempo. Sirven a suministrar a una comunidad de Arroyo Caña directamente y a llenar un tanque.

Estación de bombeo : Jaiqui



	Situación octubre 2022	Situación noviembre 2023
Tiempo de operación	BB n°1: Ma, J y Sa: hasta llenar el tanque BB n°2 : L y V aproximadamente 6 horas No hay rotación	L a V : 7am - 5,30pm Rotacion diaria

Analisis de noviembre 2023:

Ambas bombas están operacionales y funcionan en rotación diaria.

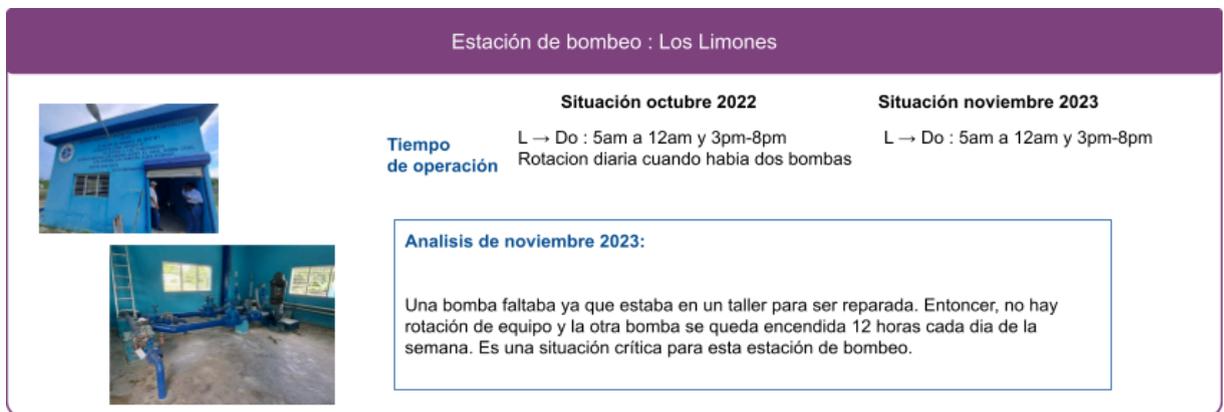


Figura 1. Fichas de actualización de la situación operacional de las estaciones diagnosticadas en Octubre 2022

2.3. DEFINICIÓN DE LA LÍNEA BASE

2.3.1. DATOS DISPONIBLES

El INAPA dispone en la Región Noroeste de varias instalaciones que consumen electricidad (base utilizada: contratos de suministro de electricidad). Sin embargo, la consideración de algunas de estas instalaciones en el alcance de la estrategia provisional de EE no es pertinente. Pueden ser equipos de iluminación, oficinas comerciales, etc. Por consiguiente, se decidió, de un acuerdo común con la Dirección EEMM, de enfocarse en un lista de 40 instalaciones. La lista actualizada está compuesta de:

- todas las estaciones de bombeo de la Región Noroeste (incluyendo la Provincia de Santiago de los Caballeros);
- todas las plantas de tratamiento de la Región Noroeste (incluyendo la Provincia de Santiago de los Caballeros);
- el campamento de operaciones de Valverde ubicado en Laguna Salada. Fue incluido en la lista porque tiene una penalidad debida a un factor de potencia demasiado bajo;
- tres oficinas (2 comerciales y 1 de operaciones). Fueron incluidas en la lista porque tienen una penalidad debida a un factor de potencia demasiado bajo.

En esta lista figuran las 7 estaciones de bombeo que fueron diagnosticadas por la AT. Como recordatorio, se enumeran a continuación.

Estación de bombeo	Provincia	Municipio	Coordenadas
Guayacanes 1	Valverde	Laguna Salada	19.657288, -71.058505
Guayacanes 2	Valverde	Laguna Salada	19.700991, -71.060057
La Caya	Valverde	Laguna Salada	19.679638, -71.124436
Agua de Luis	Montecristi	Partido	19.670366, -71.192416
Arroyo Caña	Montecristi	Arroyo Caña	19.729193, -71.169176
Jaiquí	Montecristi	Montecristi	19.803333, -71.555333
Los Limones	Santiago Rodriguez	Guayubin	19.696139, -71.314083

Tabla 2. Ubicaciones de las 7 estaciones de bombeo diagnosticada en Octubre de 2022

Además, el mapa siguiente da la ubicación de estas estaciones de bombeo diagnosticadas en octubre 2022 y visitadas en noviembre 2023.

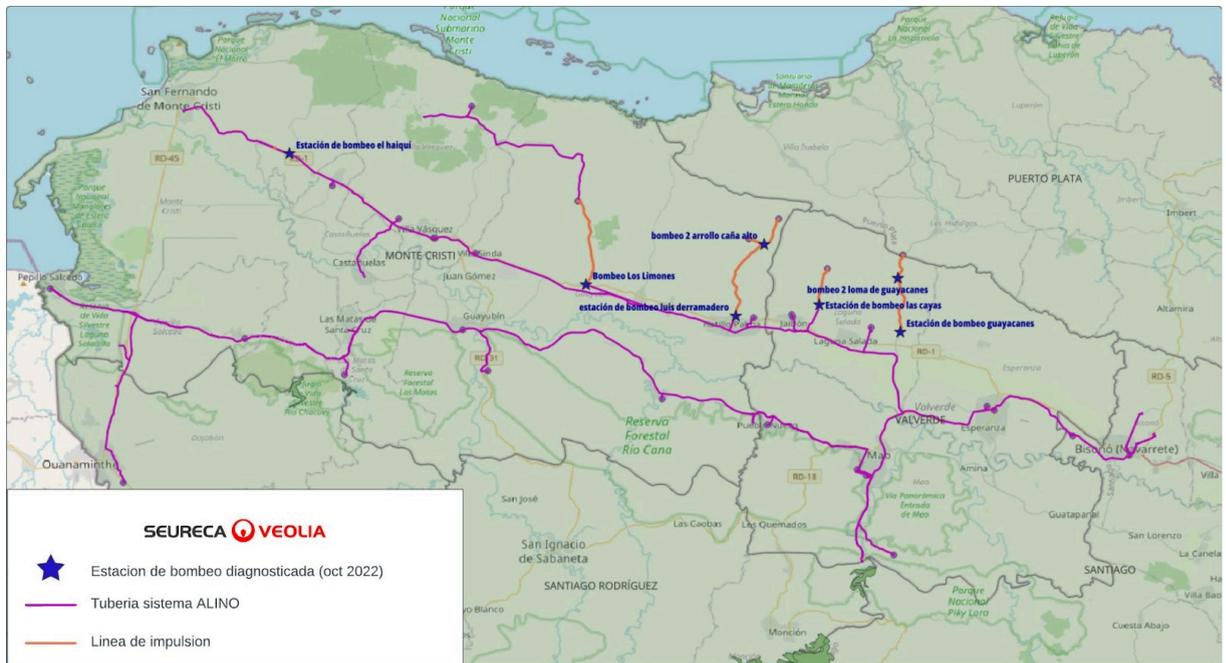


Figura 2. Mapa de ubicación de las 7 estaciones diagnosticadas del sistema ALINO

Los datos disponibles para definir la línea base de consumo son:



DATOS DE ENTRADA

- Datos de facturación que corresponden a los datos suministrados por la empresa distribuidora de electricidad Edenorte para los meses de Diciembre 2022, Enero hasta Octubre de 2023 (11 meses). Con el detalle de información siguiente:
 - Monto facturado total (DOP)*
 - Consumo total (kWh)
 - Monto facturado relativo al consumo (DOP)
 - Factor de potencia
 - Monto de penalidad relativo al factor de potencia (DOP)
 - Potencia facturada (kW)
 - Monto facturado relativo al potencia facturada (DOP)
 - Consumo de energía reactiva (kVArh)
 - Perdidas de transformacion

Los datos de facturación disponibles y explotados se encuentran en el [Anexo 4](#).

- Datos de desempeño de los bombas que fueron diagnosticadas en octubre 2022
 - Caudal promedio
 - Rendimiento
 - Horas de funcionamiento. Estos horarios fueron actualizados con la visita de las estaciones de bombeo en noviembre de 2023.

* para esta variable, también se dispone de datos para el mes de Noviembre de 2023.

Con las informaciones obtenidas durante las visitas de campo de noviembre de 2023 relativas a los tiempos de operación de las bombas, se hizo una comparación del consumo entre (i) la estimación del consumo con estos horarios y (ii) el consumo medido por la empresa distribuidora e indicado en las facturas. Sobre el periodo de diciembre 2022 hasta noviembre 2023, se observan las diferencias siguientes:

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	CONSUMO (kWh) SUMA	CONSUMO (kWh) estimado con las horas de operación comunicadas por el operador	Diferencia
6485927	DAJABON	PARTIDO	Aguas de Luis	460,512 kWh	473,733 kWh	2.87%
6498348	VALVERDE	LAGUNA SALADA	La Caya	96,631 kWh	91,033 kWh	5.79%
6563966	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 1	84,044 kWh	71,552 kWh	14.86%
6563970	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 2	32,839 kWh	48,756 kWh	48.47%
7220397	MONTECRISTI	MONTECRISTI	Jaiquí	12,008 kWh	18,794 kWh	56.52%
7224281	MONTECRISTI	GUAYUBIN	Los Limones	405,033 kWh	526,515 kWh	29.99%
6551028	MONTECRISTI	ARROYO CAÑA	Arroyo Caña	20,972 kWh	37,963 kWh	81.02%

Tabla 3. Diferencias entre la estimación de consumo y el consumo medido para las 7 estaciones de bombeo

Datos considerados

En esta estrategia provisional de eficiencia energética, **se utilizarán los datos de consumo mencionados en las facturas** que son más cercanos a lo real. Por ende, los cálculos de consumo basados en las horas de operación de las bombas comunicadas por los encargados de operación de cada estación no serán considerados en el resto del entregable, ya que no se perciben como confiables.

También, recordemos aquí que solamente se conoce una estimación del volumen total de agua enviada a la red hidráulica que proviene de una medición del caudal realizada en el marco del diagnóstico detallado en 2011. El promedio de agua que entra en el sistema completo ALINO es de 3.17 m³/s. Las mediciones de caudal realizadas en octubre de 2022 durante el diagnóstico de las 7 estaciones de bombeo del sistema ALINO no permiten concluir sobre un volumen de agua bombeada y enviada a la red de distribución porque los horarios de operación no son conocidos con un margen de error limitado.

2.3.2. INDICADOR CLAVE DE RENDIMIENTO (KPI): EL CONSUMO ESPECÍFICO

El IVD-8 indica una meta de reducción que se aplica a un indicador clave de rendimiento típico para el sector del agua: el consumo específico. Este indicador expresa la cantidad de energía consumida por volumen de agua enviada a la red hidráulica.

$$\text{Consumo específico (kWh/m}^3\text{)} = \frac{\text{Consumo energético (kWh)}}{\text{Volumen de agua bombeada (m}^3\text{)}}$$

Dado que los datos de volumen de agua bombeada por cada estación de bombeo del alcance (dentro y fuera del sistema ALINO) no son conocidos, se hará el hipótesis de trabajo siguiente para la línea de base:

Se considerará la línea de base como el consumo energético total sobre doce meses desde diciembre 2022 hasta noviembre 2023. Para evaluar los resultados en eficiencia energética que se podrían lograr en los próximos años, se considerará que el volumen de agua enviado a la red es idéntico sobre el periodo 2023-2027. Así, en esta estrategia provisional de EE, el logro de reducción de consumo específico se tomará como el logro de reducción del consumo energético sin modificación del volumen del agua bombeado.

Podemos definir la línea de base técnica y económica con los valores abajo:

Alcance: los 40 instalaciones de la matriz regional de selección del proyecto	
Diciembre 2022 - Noviembre 2023	
Consumo de energía activa	10,626,840 kWh
Consumo de energía reactiva	6,812,513 KVARh
Monto de facturación total	\$DOP 134,292,668
Monto de facturación de consumo activo	\$DOP 102,740,732
Monto de penalidad	\$DOP 6,872,965
Monto de demanda de potencia	\$DOP 12,513,955

Tabla 4. Línea de base del alcance definido

3. PROPUESTAS DE MEJORA

Las propuestas de mejora están ordenadas según 3 prioridades. La primera prioridad se enfoca en el área de mejora del consumo energético específico de las 7 estaciones diagnosticadas en octubre de 2022. La segunda prioridad concierne la estación de bombeo de Monción que no fue auditada, pero que representa un potencial de mejora energético significativo para el alcance regional una vez se realicen los reemplazos de las bombas existentes. La tercera prioridad trata de propuestas relativas al resto de la matriz del alcance regional.

3.1. PRIORIDAD 1 : INICIATIVAS ASOCIADAS AL “PERÍMETRO PRIORITARIO”

El perímetro prioritario está compuesto por 9 estaciones de bombeo:

- las 7 estaciones de ALINO auditadas en octubre 2022
- 2 estaciones de bombeo envejecidas con alto consumo energético en la provincia de Santiago de los Caballeros:
 - Estación de bombeo de Ac. Hato del Yaque
 - Estación de bombeo de la planta de tratamiento de Sabana Iglesia

3.1.1. LAS 7 ESTACIONES DE BOMBEO DE ALINO AUDITADAS

Luego del diagnóstico detallado realizado en octubre de 2022 en las 7 estaciones de bombeo ya mencionadas, se desprendió el rendimiento de las bombas. No obstante, algunas bombas estaban fuera de servicio y no se pudieron hacer las mediciones necesarias para el diagnóstico. Para estas bombas, se ha considerado, en esta estrategia, que el rendimiento era el mismo que la bomba que funcionaba en paralelo en la misma estación de bombeo.

Entonces, se obtuvo la tabla siguiente con los rendimientos individuales de cada bomba (rendimiento actual corresponde al resultado de las mediciones de Octubre 2022) :

Estatus de la campaña de mediciones	Número de la bomba	Rendimiento actual	Diagnosticada ?
Guayacanes 1	1	53%	Diagnosticada
Guayacanes 1	2	54%	Diagnosticada
Guayacanes 2	1	41%	Diagnosticada
Guayacanes 2	2	37%	Diagnosticada
La Caya	1	48%	Fuera de servicio. Asimilado al rendimiento de la otra bomba.
La Caya	2	48%	Diagnosticada
Aguas de Luis	1	63%	Diagnosticada
Aguas de Luis	2	68%	Diagnosticada
Arroyo Caña	1	32%	Diagnosticada
Arroyo Caña	2	28%	Diagnosticada
Arroyo Caña	1+2	29%	Diagnosticada
Jaiquí	1	26%	Diagnosticada
Jaiquí	2	27%	Diagnosticada
Los Limones	1	64%	Diagnosticada
Los Limones	2	64%	Fuera de servicio. Asimilado al rendimiento de la otra bomba.

Tabla 5. Rendimientos medidos durante el diagnóstico de Octubre 2022



PRECISIÓN A PROPÓSITO DEL ESTADO DE LAS BOMBAS AUDITADAS

Se debe notar aquí que, en octubre de 2022, las bombas de Arroyo Caña fueron auditadas individualmente, en un primer tiempo, y juntas en un segundo tiempo (el mismo día). Pero, de hecho, las bombas 1 y 2 de Arroyo Caña siempre operan juntas.

Además, la bomba n°1 de La Caya y la bomba n°2 de Los Limones se encontraron fuera de servicio en octubre de 2022 y eso fue confirmado en la visita de campo de noviembre de 2023.

La primera iniciativa propuesta, consiste en sustituir cada bomba de las 7 estaciones de bombeo que fueron auditadas en octubre de 2022 (el *perímetro prioritario*) ya que tienen rendimientos significativamente inferiores a los esperados para estas condiciones operacionales. Los diferentes análisis de campo y de los datos obtenidos han permitido identificar **causas potenciales principales de rendimiento bajo** de las bombas. Son:

- Una degradación con el uso, a pesar de un diseño correcto al momento de la instalación del equipo
- Un mal diseño al momento de la instalación del equipo

La identificación del porcentaje de uso del caudal actual con respecto al caudal dado por el fabricante proporciona una indicación sobre cómo fue diseñada la instalación. De la misma manera, este análisis se aplica a la altura. Se obtiene la siguiente tabla.

Estatus de la campaña de mediciones	Número de la bomba	Rendimiento actual	Caudal medido (m3/h)	Uso del caudal con respecto al diseño	Altura medida (mca)	Uso de la altura con respecto al diseño	Analysis
Guayacanes 1	1	53%	25.92	83%	211.5	98%	Buen diseño, rendimiento degradado
Guayacanes 1	2	54%	26.028	83%	211.5	98%	Buen diseño, rendimiento degradado
Guayacanes 2	1	41%	14.04	88%	199.5	101%	Buen diseño, rendimiento degradado
Guayacanes 2	2	37%	14.4	91%	187.8	95%	Buen diseño, rendimiento degradado
Las Cayas	1	no medida	no medida	no medida	no medida	no medida	
Las Cayas	2	48%	32.4	88%	138	97%	Buen diseño, rendimiento degradado
Aguas de Luis	1	63%	56.88	93%	291	98%	Buen diseño, rendimiento degradado
Aguas de Luis	2	68%	57.6	94%	311	105%	Buen diseño, rendimiento degradado
Arroyo Caña	1	32%	5.76	79%	143	109%	Mal diseño
Arroyo Caña	2	28%	4.68	64%	156	119%	Mal diseño
Arroyo Caña	1+2	29%	8.64	59%	160	122%	Mal diseño
Jaiquí	1	26%	9	44%	58.8	98%	Mal diseño
Jaiquí	2	27%	21.6	106%	37.5	63%	Mal diseño
Los Limones	1	64%	122.4	99%	229	100%	Buen diseño, rendimiento degradado
Los Limones	2	no medida	no medida	no medida	no medida	no medida	

Tabla 6. *Uso del caudal y de la altura a comparación con el diseño normal*

A través de la renovación, se espera lograr rendimientos mejores de los motores y bombas. La altura y el caudal medidos durante el diagnóstico técnico sirven para identificar las características de las nuevas bombas para que funcionen en un punto de operación óptimo. Se realizó una análisis de las curvas características de cada bomba y se destacó el rendimiento esperado. Son los siguientes:

Estatus de la campaña de mediciones	Número de la bomba	Rendimiento actual	Rendimiento nuevo (después de la sustitución)	Logro de punto de rendimiento
Guayacanes 1	1	53%	76%	45%
Guayacanes 1	2	54%	76%	41%
Guayacanes 2	1	41%	75%	82%
Guayacanes 2	2	37%	75%	101%
La Caya	1	48%		
La Caya	2	48%	78%	62%
Aguas de Luis	1	63%	81%	29%
Aguas de Luis	2	68%	81%	19%
Arroyo Caña	1	32%	55%	75%
Arroyo Caña	2	28%	55%	94%
Arroyo Caña	1+2	29%	62%	114%
Jaiquí	1	26%	34%	32%
Jaiquí	2	27%	62%	128%
Los Limones	1	64%	83%	31%
Los Limones	2	64%		

Tabla 7. Futuros rendimientos anticipados

El ahorro energético anticipado para las 7 estaciones de bombeo de ALINO auditadas está presentado abajo.

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Estimación de mejora de rendimiento (% de aumento)	Futuro consumo KWH 12 MES PRIORIDAD 1	Ahorro KWH 12 MES PRIORIDAD 1
6485927	DAJABON	PARTIDO	Aguas de Luis	23.85%	371,844 kWh	88,668 kWh
6498348	VALVERDE	LAGUNA SALADA	La Caya	61.69%	59,764 kWh	36,867 kWh
6563966	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 1	43.00%	58,773 kWh	25,271 kWh
6563970	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 2	91.63%	17,136 kWh	15,702 kWh
7220397	MONTECRISTI	MONTECRISTI	Jaiquí	80.19%	6,664 kWh	5,344 kWh
7224281	MONTECRISTI	GUAYUBIN	Los Limones	31.13%	308,878 kWh	96,155 kWh
6551028	MONTECRISTI	ARROYO CAÑA	Arroyo Caña	113.70%	9,814 kWh	11,158 kWh
TOTAL					832,872 kWh	279,164 kWh

Tabla 8. Ahorro energético anticipado para las 7 estaciones de bombeo de ALINO auditadas

3.1.2. SELECCIÓN DE ESTACIONES DE BOMBEO DE SANTIAGO DE LOS CABALLEROS : HATO DEL YAQUE Y SABANA IGLESIA

Algunas estaciones de bombeo presentan condiciones deterioradas y envejecidas. De estas observaciones, fueron identificadas dos (2) estaciones de bombeo de la provincia de Santiago de los Caballeros que representan un consumo de energía importante:

- La estación de bombeo de Hato del Yaque (Provincia Santiago de los Caballeros) cuyo consumo representa **10.9%** del consumo total de energía activa del alcance;
- La estación de bombeo de la planta de tratamiento de Sabana Iglesia (Provincia Santiago de los Caballeros) cuyo consumo representa **17.1%** del consumo total de energía activa del alcance.

Estas estaciones de bombeo no fueron diagnosticadas. Por eso, es necesario utilizar hipótesis para estimar de cuántos puntos de rendimiento se podría mejorar el desempeño de estas estaciones de bombeo.

AVISO

A petición de INAPA, se han incluido en el alcance otras estaciones de bombeo situadas en Santiago de los Caballeros, **aunque inicialmente no formaban parte del mismo**.

Es importante resaltar que, a excepción de las 7 estaciones ALINO auditadas, las demás instalaciones del alcance **no han sido diagnosticadas**. Su rendimiento no ha sido objeto de un estudio técnico. Por lo tanto, **las renovaciones necesarias y las estimaciones de mejora potencial del rendimiento tras estas renovaciones se han basado en hipótesis poco sólidas**, consistiendo en la extrapolación de los datos de facturación de cada una de las estaciones de bombeo. Los resultados obtenidos deberán actualizarse al término de la auditoría completa, prevista para 2024.

Tomamos como hipótesis que, en un primer momento, las obras se enfocarán en la sustitución de los motores y de las bombas de cada estación.

Hacemos también la hipótesis que se podría lograr un mejor de rendimiento correspondiente al promedio de lo que fue estimado tras el análisis de las 7 estaciones de bombeo de ALINO ya auditadas. Este promedio es de **32.80%** después la aplicación de un factor de seguridad de 50%.

Tras acciones de renovación de las estaciones de bombeo, se puede anticipar **617,084 kWh** de ahorro de consumo por año.

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Estimación de mejora de rendimiento (% de aumento)	Futuro consumo KWH 12 MES	Ahorro KWH 12 MES
					PRIORIDAD 1	PRIORIDAD 1
6005179	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. HATO DEL YAQUE	26.24%	914,641 kWh	239,977 kWh
6005157	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO - BOMBEO	26.24%	1,437,293 kWh	377,107 kWh
TOTAL					2,351,934 kWh	617,084 kWh

Tabla 9. Ahorro energético anticipado para las estaciones de bombeo de Ac. Hato del Yaque y Sabana Iglesia

3.1.3. SÍNTESIS DE LAS ESTIMACIONES DE AHORRO DE LA PRIORIDAD 1 Y INVERSIONES

3.1.3.1. RESULTADOS ESPERADOS PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO ESPECÍFICO

Llegamos a esta tabla de síntesis de la prioridad 1 con un ahorro anticipado total de **1,012,419 kWh**.

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Estimación de mejora de rendimiento (% de aumento)	Futuro consumo KWH 12 MES	Ahorro KWH 12 MES
					PRIORIDAD 1	PRIORIDAD 1
6485927	DAJABON	PARTIDO	Aguas de Luis	23.85%	371,844 kWh	88,668 kWh
6498348	VALVERDE	LAGUNA SALADA	La Caya	61.69%	59,764 kWh	36,867 kWh
6563966	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 1	43.00%	58,773 kWh	25,271 kWh
6563970	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 2	91.63%	17,136 kWh	15,702 kWh
7220397	MONTECRISTI	MONTECRISTI	Jaiquí	80.19%	6,664 kWh	5,344 kWh
7224281	MONTECRISTI	GUAYUBIN	Los Limones	31.13%	308,878 kWh	96,155 kWh
6551028	MONTECRISTI	ARROYO CAÑA	Arroyo Caña	113.70%	9,814 kWh	11,158 kWh
6005179	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. HATO DEL YAQUE	32.80%	869,464 kWh	285,155 kWh
6005157	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO - BOMBEO	32.80%	1,366,300 kWh	448,100 kWh
TOTAL					3,068,636 kWh	1,012,419 kWh

Tabla 10. Ahorro energético anticipado para el total de la Prioridad 1

3.1.3.2. INVERSIONES Y TIEMPO DE RETORNO

El propósito de la sustitución de estas bombas es renovarlas con equipos (motores y bombas) con mejor rendimiento para mejorar su consumo específico individual. En primer lugar, se determinan los costos de inversión en nuevos equipos. En segundo lugar, se obtiene un tiempo de retorno de la inversión, dado los ahorros de gasto energético.

Un balance energético y económico está presentado en la página siguiente. En la primera parte del cuadro se exponen los ahorros de consumo energético anticipados, permitido por un mejor rendimiento. En la segunda parte de la tabla, los costos de inversión (CapEx) de provisión y de instalación indican el monto necesario para la implementación de estas acciones.

Para destacar un tiempo de retorno de inversión, se considera la hipótesis de un precio constante de la energía, de 9.89 \$DOP/kWh para los contratos en media tensión 1 (MTD1) y de 9.52 \$DOP/kWh para los contratos en media tensión 2 (MTD2), indicado en la última factura recibida, de septiembre de 2023, y en conformidad con la Resolución SIE-060-2023-TF de la Superintendencia de Electricidad. Los resultados son ordenados según el tiempo de retorno creciente.

Dado el monto de inversión necesario para implementar estas acciones, el INAPA tendrá que completar el monto financiado por el plan de adquisición de la AT UE/AFD para cubrir el total de la inversión correspondiente a la Prioridad 1.

En la columna “Cúmulo de ahorro (%)” sobresale el ahorro de consumo energético que se puede lograr, acumulando las acciones de sustitución de las bombas de las líneas superiores, con respecto al alcance regional definido al principio de este entregable. Por ejemplo, si se implementan las acciones desde 1 hasta 7, se obtendrían 2.02% de reducción de ahorro sobre el alcance definido en la línea de base (las 40 instalaciones de la matriz de selección).

Así, se facilita la priorización de las acciones de renovación, basada en el tiempo de retorno de inversión.

El tiempo de retorno se calcula en función de los costos de inversión, los costos operacionales (staff y materiales) y los ahorros de gasto energético. Los costos operacionales están estimados en una base de 2 horas/mes de intervención de un técnico, y 1 hora/mes de intervención de un ingeniero para cada equipo (bomba y motor).

En la estación de los Limones, solamente una de las dos bombas opera (la otra ha estado fuera de servicio durante meses). Dado que la bomba 2 está fuera de servicio, la estimación del ahorro energético depende solo de la bomba 1. Sin embargo, el modo de operación normal de las dos bombas necesita que las dos estén operacionales. Por eso, se debería invertir en ambos equipos.

Lo mismo ocurre en la estación de la Caya (pero es el contrario: la bomba 1 está fuera de servicio). El tiempo de retorno toma en consideración la provisión e instalación de ambas, lo que explica porqué es tan importante.

Estación de bombeo	Número de la bomba	Consumo existente (kWh)	Consumo nuevo (kWh)	Ahorro de consumo (kWh)	Estimación CAPEX asociado (provisión) (\$DOP)	Estimación CAPEX asociado (provisión+ instalación) (\$DOP)	Estimación OpEx anual materiales (\$DOP)	Estimación OpEx anual staff (\$DOP)	Tiempo de retorno (años)	Cúmulo de ahorro (kWh)	Cúmulo de Ahorro (% del perímetro total)
Los Limones	1	405,033	308,878	96,155	RD\$758,330	RD\$1,364,994	RD\$9,180	RD\$10,096	2.28	96,155	0.90%
Aguas de Luis	1	230,256	178,856	51,400	RD\$401,235	RD\$722,223	RD\$9,180	RD\$10,096	1.45	147,554	1.39%
Aguas de Luis	2	230,256	193,569	36,687	RD\$401,235	RD\$722,223	RD\$7,553	RD\$10,096	2.07	184,242	1.73%
Jaiquí	2	6,004	2,632	3,372	RD\$97,609	RD\$175,697	RD\$7,553	RD\$10,096	3.67	187,613	1.77%
Guayacanes 2	2	16,419	8,177	8,242	RD\$209,817	RD\$377,671	RD\$64,342	RD\$10,096	3.53	195,856	1.84%
Arroyo Caña	1+2	20,972	9,814	11,158	RD\$355,195	RD\$639,350	RD\$64,342	RD\$10,096	3.61	207,014	1.95%
Guayacanes 2	1	16,419	8,999	7,420	RD\$209,817	RD\$377,671	RD\$14,444	RD\$10,096	4.29	214,434	2.02%
Guayacanes 1	1	42,022	28,985	13,037	RD\$254,994	RD\$458,989	RD\$14,444	RD\$10,096	5.00	227,471	2.14%
Guayacanes 1	2	42,022	29,799	12,223	RD\$254,994	RD\$458,989	RD\$6,394	RD\$10,096	5.57	239,694	2.26%
Jaiquí	1	6,004	4,539	1,465	RD\$97,609	RD\$175,697	RD\$6,394	RD\$10,096	34.98	241,159	2.27%
La Caya	2	96,631	59,764	36,867	RD\$1,787,289	RD\$3,217,119	RD\$12,787	RD\$10,096	23.91	278,026	2.62%
Ac. Hato del Yaque	Todas	1,154,618	869,464	285,155	RD\$1,295,700	RD\$2,332,260	RD\$46,645	RD\$10,096	0.84	563,180	5.30%
Ac. Sabana Iglesia	Todas	1,814,400	1,366,300	448,100	RD\$1,295,700	RD\$2,332,260	RD\$46,645	RD\$10,096	0.53	1,011,281	9.52%
Total		4,081,055 kWh	3,069,774 kWh	1,011,281 kWh	RD\$ 7,419,524	RD\$ 13,355,143	RD\$ 309,904	RD\$ 131,253		1,011,281 kWh	9.52%

Figura 3. Balance energético y económico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 1

En conclusión de la prioridad 1 :



TASA DE CONSECUCCIÓN DEL OBJETIVO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO ESPECÍFICO DE LA META DEL IVD 8 EN 2025

Esta propuesta de renovación de todas las bombas de las 7 estaciones de bombeo auditadas de ALINO (Guayacanes 1, Guayacanes 2, La Caya, Agua de Luis, Arroyo Cana, Jaiqui y Los Limones) y de las estaciones de Hato del Yaque y Sabana Iglesia (Provincia de Santiago de los Caballeros) permitiría lograr un ahorro energético de 1,012,419 kWh , así como el **objetivo de reducción de la meta IVD-8 de 2025 (5.3%), con 9.53% de reducción del consumo energético en kWh/m3 de la matriz de selección de la región Noroeste.**

Las acciones de la prioridad 1 permiten alcanzar la meta IVD-8 para 2025. Luego, propuestas complementarias están sugeridas en prioridad 2 para lograr las metas para 2026 y 2027.

3.2. PRIORIDAD 2: LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE MONCIÓN Y OTRAS INSTALACIONES DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DE LOS CABALLEROS

3.2.1. ESTACIÓN DE BOMBEO DE MONCIÓN

La estación de Monción se alimenta a partir de la presa de Monción (fuente en común con el sistema ALINO). No formó parte del diagnóstico técnico de octubre de 2022, pero representa un fuerte potencial de reducción del consumo energético que puede influir significativamente en el indicador global del alcance de la Región Noroeste. De hecho, la estación de Monción consume aproximadamente un 30% de la energía consumida por todas las instalaciones de la matriz de selección.

Un proyecto de extensión de la planta de tratamiento y de la red de agua potable del Municipio de Monción ya ha sido decidido por el INAPA. En consecuencia, la estación de bombeo de Monción debe ser rehabilitada y ampliada también. En el marco de este proyecto de ampliación, las tres bombas de la estación de bombeo de Monción van a ser sustituidas con bombas de una capacidad superior. Esta renovación puede contribuir a reducir el consumo energético de la estación de manera significativa si la instalación está correctamente diseñada y adecuadamente operada. Dado que el consumo de la estación de bombeo de Monción pertenece a la línea de base, el ahorro de energía que la renovación va a permitir debería ser evaluada.

Por eso, **recomendamos que una auditoría de la estación de bombeo de Monción sea realizada antes de su rehabilitación** la cual implica un cambio de las tres bombas. Esta auditoría, que se ejecutará idealmente en 2024, actualizará la línea base para que el ahorro futuro sea contabilizado en los esfuerzos de la estrategia provisional de eficiencia energética para lograr la meta IVD-8 del año 2025. Considerando que una auditoría energética tendrá lugar en 2024 en el marco del programa del Banco Mundial, sugerimos fuertemente que ella podría incluir la estación de bombeo de Monción.

La evaluación del ahorro energético seguiría la misma metodología que fue empleada para determinar los ahorros potenciales de la renovación de las bombas de las 7 estaciones de bombeo que fueron diagnosticadas en octubre de 2022.

Sin embargo, por el momento, se puede estimar en una primera aproximación lo que podría ser la reducción de consumo de energía específica después de la rehabilitación de la estación de Monción.

3.2.2. LAS DEMÁS INSTALACIONES DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DE LOS CABALLEROS

Las estaciones de Santiago de los Caballeros están consideradas por el INAPA como envejecidas. Por eso, forman parte de la prioridad 2 (salvo Hato del Yaque y Sabana Iglesia que contribuyen a la prioridad 1).

3.2.3. SÍNTESIS DE LAS ESTIMACIONES DE AHORRO DE LA PRIORIDAD 2 Y INVERSIONES

3.2.3.1. RESULTADOS ESPERADOS PARA LA REDUCCIÓN DE CONSUMO ESPECÍFICO

Como lo presenta la tabla siguiente de síntesis de la prioridad 2, se calcula un ahorro anticipado total de **845,856 kWh**.

A pesar de que no conocemos el desempeño de esas estaciones de bombeo de la prioridad 2, se intenta aquí hacer una primera estimación con los **datos existentes de facturación**.

En primera aproximación, se considera la estimación del logro promedio de puntos de rendimiento para las bombas auditadas la Prioridad 1. La comparación entre los rendimientos calculados durante el diagnóstico técnico de octubre de 2022 y los rendimientos esperados después de la sustitución muestra una mejora del rendimiento en un rango de 19% a 128%, para un promedio de 66%. Este promedio constituye un valor que utilizamos para anticipar la mejora de rendimiento del alcance de la prioridad 2.

Para ser conservador, se considera que el 60% de este promedio podrá ser conseguida, o sea 39% (60% de 66%). Así, se estima lo que sigue:

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Estimación de mejora de rendimiento (% de aumento)	Futuro consumo KWH 12 MES	Ahorro KWH 12 MES
					PRIORIDAD 2	PRIORIDAD 2
7166114	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO AC. MONCION	32.80%	1,399,718 kWh	459,060 kWh
6005279	SANTIAGO LOS CABALLEROS	BAITOA	AC. BAITOA-(ESTACION DE BOMBEO PRESA DE TAVERAS)	32.80%	515,369 kWh	169,024 kWh
6005182	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLERO	AC. MULTIPLE LA CANELA-(AC. LOS ALMACIGOS)	32.80%	60,922 kWh	19,980 kWh
6005088	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	RELEVO VILLA BAO, AC. HATO DEL YAQUE	32.80%	270,155 kWh	88,602 kWh
8450670	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	ESTACION DE RELEVO GUAYACANAL, AC. VILLA BAO (NUEVO)	32.80%	76,004 kWh	24,927 kWh
5235920	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO	32.80%	82,215 kWh	26,964 kWh
6000189	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO SABANA IGLESIA EXTENSION A LOS RANCHOS (ESTACION DE BOMBEO)	32.80%	72,652 kWh	23,828 kWh
6005159	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO PALO AMARILLO	32.80%	102,062 kWh	33,473 kWh
TOTAL					2,579,096 kWh	845,856 kWh

Tabla 11. Ahorro energético anticipado para la Prioridad 2

3.2.3.2. INVERSIONES Y TIEMPO DE RETORNO

En la siguiente tabla se presentan los costos necesarios estimados para la implementación de esta Prioridad 2 . Esta estimación se debe precisar con las informaciones que el INAPA posee a propósito del proyecto de rehabilitación de la estación de Monción, en particular con las propuestas de proveedores si ya fueron obtenidas.

Estación de bombeo	Consumo existente (kWh)	Consumo nuevo (kWh)	Ahorro de consumo (kWh)	Estimación CAPEX asociado (provisión) (\$DOP)	Estimación CAPEX asociado (provisión+ instalación) (\$DOP)	Estimación OpEx anual materiales (\$DOP)	Estimación OpEx anual staff (\$DOP)	Tiempo de retorno (años)	Cúmulo de ahorro (kWh)	Cúmulo de Ahorro (% del perímetro total)
Monción	1,858,778	1,399,718	459,060	RD\$ 5,960,220	RD\$ 8,940,330	RD\$ 178,807	RD\$ 30,289	2.15	459,060	4.32%
AC. BAITOA-(ESTACION DE BOMBEO PRESA DE TAVERAS)	684,393	515,369	169,024	RD\$ 5,067,244	RD\$ 7,600,866	RD\$ 152,017	RD\$ 30,289	5.33	628,084	5.91%
AC. MULTIPLE LA CANELA-(AC. LOS ALMACIGOS)	80,902	60,922	19,980	RD\$ 998,328	RD\$ 1,497,493	RD\$ 29,950	RD\$ 30,289	11.52	648,064	6.10%
RELEVO VILLA BAO, AC. HATO DEL YAQUE	358,756	270,155	88,602	RD\$ 4,427,054	RD\$ 6,640,580	RD\$ 132,812	RD\$ 30,289	9.76	736,666	6.93%
ESTACION DE RELEVO GUAYACANAL, AC. VILLA BAO (NUEVO)	100,931	76,004	24,927	RD\$ 1,245,487	RD\$ 1,868,231	RD\$ 37,365	RD\$ 30,289	11.01	761,592	7.17%
AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO	109,178	82,215	26,964	RD\$ 1,347,259	RD\$ 2,020,888	RD\$ 40,418	RD\$ 30,289	10.87	788,556	7.42%
RELEVO SABANA IGLESIA EXTENSION A LOS RANCHOS (ESTACION DE BOMBEO)	96,480	72,652	23,828	RD\$ 1,190,563	RD\$ 1,785,845	RD\$ 35,717	RD\$ 30,289	11.10	812,384	7.64%
RELEVO PALO AMARILLO	135,535	102,062	33,473	RD\$ 1,672,496	RD\$ 2,508,744	RD\$ 50,175	RD\$ 30,289	10.53	845,856	7.96%
Total	3,424,953 kWh	2,579,096 kWh	845,856 kWh	RD\$ 21,908,651	RD\$ 32,862,977	RD\$ 657,260	RD\$ 242,313		845,856 kWh	7.96%

Figura 4. Balance energético y económico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 2

En conclusión de la prioridad 2 :



TASA DE CONSECUCCIÓN DEL OBJETIVO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO ESPECÍFICO DE LA META DEL IVD 8 EN 2026

Esta propuesta concierne la renovación de 9 estaciones de bombeo: Monción (Villa Los Almacigos), Presa de Taveras (Baitoa), Acueducto Múltiple La Canela (Santiago de los Caballeros), Relevo Villa Bao (Hato del Yaque), Relevo Guayacanal (Hato del Yaque), Planta de tratamiento Sabana Iglesia (Sabana Iglesia), Relevo Sabana Iglesia Extensión a los Ranchos (Saban Iglesia), y Relevo Palo Amarillo (Sabana Iglesia).

Visto que el consumo del perímetro total (40 instalaciones) es de 10,626,840 kWh, se concluye que estas acciones de renovación de la Prioridad 2 permitirán lograr un 7.96% adicional de reducción de consumo específico del alcance de la estrategia provisional de eficiencia energética.

Añadido a los 9.53% de reducción alcanzada por acciones de la prioridad 1, el indicador de consumo específico del perímetro podría ser reducido por un total de 17.49% con el conjunto de las prioridades 1 y 2.

El objetivo de reducción de la meta IVD-8 de 2026 (18%) sería casi alcanzado, ya que se sitúa en un 17.49%, lo que significa que está en la línea de cumplimiento de la meta. No obstante, la Prioridad 3 debería permitir llegar a la meta para 2027.

3.3. PRIORIDAD 3 : EL RESTO DEL ALCANCE

Las demás disposiciones del alcance forman parte de la prioridad 3.

Dado que el resto de estas 40 instalaciones no fueron diagnosticadas, seguimos la misma metodología que para la prioridad 2. Se consideran 15 instalaciones entre las instalaciones restantes del alcance para las acciones de mejora de eficiencia energética de esta prioridad, lo que excluye entonces:

- las estaciones de bombeo de la Prioridad 1
- las estaciones de bombeo de la Prioridad 2
- las oficinas comerciales
- el campamento de operación de Laguna Salada
- la estación de bombeo de la planta de tratamiento de Mariano Cestero (consumo demasiado bajo, < 10 MWh por año)

- EB-2 estación de bombeo de aguas residuales (consumo demasiado bajo, < 10 MWh por año)
- Estación de bombeo de Montecristi (consumo demasiado bajo, < 10 MWh por año)
- Ac. Navarrete - Relevo La Atravesada / Estación de bombeo sector 3 ampliación (consumo demasiado bajo, < 10 MWh por año)

Siguiendo la misma metodología, seleccionamos el promedio de mejora de rendimiento estimado de las acciones sobre las estaciones de la Prioridad 1 : 66%. Esta mejora de rendimiento podría ser obtenida siguiendo dos principales disposiciones potenciales:

- Sustitución de los equipos (motor + bomba) con una selección adaptada al diseño
- Ajuste de válvula de regulación (se puede aplicar a todas las estaciones de bombeo de la región según un principio de continuación de mejoramiento). Las válvulas de salida, al regular el flujo de agua, influyen directamente en la eficiencia del sistema de bombeo. Un correcto dimensionamiento y control de las válvulas de salida ayudan a evitar pérdidas de carga innecesarias, garantizando así que la energía se utilice de manera eficiente.

Hay que notar que un diagnóstico detallado de estas instalaciones es necesario para precisar estas acciones que son pertinentes para mejorar la eficiencia energética de esta prioridad 3.

Se estima entonces que 50% de esta mejora de 66% de la eficiencia energética se podrían obtener gracias a estas medidas. La tabla siguiente muestra los resultados esperados de la Prioridad 3.

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Estimación de mejora de rendimiento (% de aumento)	Futuro consumo KWH 12 MES PRIORIDAD 3	Ahorro KWH 12 MES PRIORIDAD 3
6005193	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	PLANTA DE TRATAMIENTO AC. NAVARRETE	32.80%	338,519 kWh	111,023 kWh
6110367	DAJABON	VILLA VASQUEZ	ESTACION DE BOMBEO EB-4	32.80%	71,026 kWh	23,294 kWh
6259453	DAJABON	DAJABON	PLANTA DE TRATAMIENTO	32.80%	15,563 kWh	5,104 kWh
6769926	DAJABON	DAJABON	CARCAMO DE BOMBEO AC. DAJABON (NUEVO)	32.80%	62,622 kWh	20,538 kWh
6845997	MONTECRISTI	Villa Vasquez	EB-3 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	32.80%	16,109 kWh	5,283 kWh
7165008	VALVERDE	LA SABANA	Ac. Potrero	32.80%	840,476 kWh	275,648 kWh
7165009	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO EL PINO (Dajabón)- AC. EL PINO (Ac. Villa Los	32.80%	429,573 kWh	140,885 kWh
7165010	SANTIAGO RODRIGUEZ	SAN IGNACIO DE SABANETA	ESTACION DE BOMBEO LOS TOMINES-(TANQUE DE INAPA)	32.80%	17,874 kWh	5,862 kWh
7165014	MONTECRISTI	MONTECRISTI	PLANTA DE AGUAS RESIDUALES MONTE CRISTI	32.80%	29,475 kWh	9,667 kWh
7165020	DAJABON	PARTIDO	BOMBEO DE VACA GORDA	32.80%	29,682 kWh	9,735 kWh
7166235	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO, AC. ARROYO BLANCO EL GUANAL	32.80%	93,362 kWh	30,620 kWh
7175973	VALVERDE	MAO	AC. LINEA NOROESTE (ETA) PLANTA DE TRATAMIENTO	32.80%	275,922 kWh	90,493 kWh
8129122	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	RELEVO LA ATRAVESADA, AC. NAVARRETE, (BOOSTER DEL SECTOR II)	32.80%	16,693 kWh	5,475 kWh
8548590	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	RELEVO BARRERO, SECTOR PONTON-(ESTACION 5 NAVARRETE)	32.80%	13,525 kWh	4,436 kWh
8868169	MONTECRISTI	MONTECRISTI	PLANTA DE TRATAMIENTO	32.80%	39,037 kWh	12,803 kWh
TOTAL					2,289,458 kWh	750,865 kWh

Tabla 12. Ahorro energético anticipado para la Prioridad 3

Se presentan en la siguiente tabla los costos necesarios estimados para la implementación de esta Prioridad 3. Esta estimación debe ser precisada con las informaciones que el INAPA posee a propósito del proyecto de rehabilitación de la estación de Monción, en particular con cifras de proveedores si ya fueron obtenido

Figura 5. Balance energético y económico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 3

Estación de bombeo	Consumo existente (kWh)	Consumo nuevo (kWh)	Ahorro de consumo (kWh)	Estimación CAPEX asociado (provisión) (\$DOP)	Estimación CAPEX asociado (provisión+ instalación) (\$DOP)	Estimación OpEx anual materiales (\$DOP)	Estimación OpEx anual staff (\$DOP)	Tiempo de retorno (años)	Cúmulo de ahorro (kWh)	Cúmulo de Ahorro (% del perímetro total)
PLANTA DE TRATAMIENTO AC. NAVARRETE	449,542	338,519	111,023	RD\$ 3,328,408	RD\$ 4,992,611	RD\$ 99,852	RD\$ 30,289	5.39	111,023	1.04%
ESTACION DE BOMBEO EB-4	94,320	71,026	23,294	RD\$ 1,163,909	RD\$ 1,745,863	RD\$ 34,917	RD\$ 30,289	11.15	134,317	1.26%
PLANTA DE TRATAMIENTO	20,667	15,563	5,104	RD\$ 306,037	RD\$ 459,055	RD\$ 9,181	RD\$ 30,289	50.33	139,421	1.31%
CARCAMO DE BOMBEO AC. DAJABON (NUEVO)	83,160	62,622	20,538	RD\$ 1,026,194	RD\$ 1,539,292	RD\$ 30,786	RD\$ 30,289	11.45	159,959	1.51%
EB-3 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	21,393	16,109	5,283	RD\$ 316,784	RD\$ 475,175	RD\$ 9,504	RD\$ 30,289	45.23	165,242	1.55%
Ac. Potrero	1,116,123	840,476	275,648	RD\$ 8,263,777	RD\$ 12,395,665	RD\$ 247,913	RD\$ 30,289	5.28	440,890	4.15%
ESTACION DE BOMBEO EL PINO (Dajabón)- AC. EL PINO (Ac. Villa Los Almacigos)	570,458	429,573	140,885	RD\$ 4,223,672	RD\$ 6,335,509	RD\$ 126,710	RD\$ 30,289	5.35	581,775	5.47%
ESTACION DE BOMBEO LOS TOMINES- (TANQUE DE INAPA)	23,736	17,874	5,862	RD\$ 351,483	RD\$ 527,224	RD\$ 10,544	RD\$ 30,289	35.21	587,637	5.53%
PLANTA DE AGUAS RESIDUALES MONTE CRISTI	39,142	29,475	9,667	RD\$ 483,010	RD\$ 724,515	RD\$ 14,490	RD\$ 30,289	15.33	597,304	5.62%
BOMBEO DE VACA GORDA	39,417	29,682	9,735	RD\$ 486,406	RD\$ 729,609	RD\$ 14,592	RD\$ 30,289	15.27	607,039	5.71%
ESTACION DE BOMBEO, AC. ARROYO BLANCO EL GUANAL	123,982	93,362	30,620	RD\$ 1,223,949	RD\$ 1,835,923	RD\$ 36,718	RD\$ 30,289	8.18	637,658	6.00%
AC. LINEA NOROESTE (ETA) PLANTA DE TRATAMIENTO	366,415	275,922	90,493	RD\$ 2,712,933	RD\$ 4,069,400	RD\$ 81,388	RD\$ 30,289	5.43	728,151	6.85%
RELEVO LA ATRAVESADA, AC. NAVARRETE, (BOOSTER DEL SECTOR II)	22,167	16,693	5,475	RD\$ 328,253	RD\$ 492,379	RD\$ 9,848	RD\$ 30,289	41.09	733,626	6.90%
RELEVO BARRERO, SECTOR PONTON-(ESTACION 5 NAVARRETE)	17,961	13,525	4,436	RD\$ 265,962	RD\$ 398,944	RD\$ 7,979	RD\$ 30,289	100.74	738,062	6.95%
PLANTA DE TRATAMIENTO	51,840	39,037	12,803	RD\$ 511,764	RD\$ 767,647	RD\$ 15,353	RD\$ 30,289	10.07	750,865	7.07%
Total	3,040,322 kWh	2,289,458 kWh	750,865 kWh	RD\$ 24,992,541	RD\$ 37,488,811	RD\$ 749,776	RD\$ 454,336		7,112,969 kWh	7.07%

En conclusión de la prioridad 3 :



TASA DE CONSECUCCIÓN DEL OBJETIVO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO ESPECÍFICO DE LA META DEL IVD 8 EN 2027

Esta propuesta concierne la renovación de 15 instalaciones.

Visto que el consumo del perímetro total (40 instalaciones) es de 10,626,840 kWh, se puede inferir que la implementación de esta iniciativa de renovación permitirá alcanzar un ahorro de 750,865 kWh, es decir un 7.07% adicional de reducción en el consumo específico, ampliando así el alcance de la estrategia provisional de eficiencia energética.

Sumado al 17.49% de reducción ya lograda mediante acciones de las prioridades 1 y 2, el indicador de consumo específico del alcance podría experimentar una reducción total del 24.55% con la implementación conjunta de las prioridades 1, 2 y 3.

El objetivo de reducción de la meta IVD-8 de 2027 (22.6%) sería entonces alcanzado.

3.4. SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS ESPERADOS POR LAS PRIORIDADES

Los resultados de ahorro energético que la implementación de las prioridades 1,2 y 3 permitirían lograr están indicados en la siguiente tabla. Los porcentajes corresponden al potencial de reducción sobre la totalidad del alcance regional definido al principio de este entregable.

	Prioridad 1	Prioridad 2	Prioridad 3
Número de instalaciones planteadas	9	8	15
Instalaciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • 7 estaciones de ALINO • Hato del Yaque • Sabana Iglesia 	<ul style="list-style-type: none"> • Monción 	<ul style="list-style-type: none"> • Potrero • El Pino
Por prioridad	1,012,419 kWh	845,856 kWh	750,865 kWh
	9.53%	7.96%	7.07%
Cúmulo	1,012,419 kWh	1,858,276 kWh	2,609,140 kWh
	9.53%	17.49%	24.55%
Metas IVD 8	2025	2026	2027
	5.30%	18.00%	22.60%
Costo de inversión	RD\$ 13,355,143	RD\$ 32,232,736	RD\$ 37,488,811
	\$USD 234,713	\$USD 566,480	\$USD 658,854
Total	RD\$ 83,076,689		
	\$USD 1,460,047		
Periodo de implementación	2024 - 2025	2025-2026	2026-2027

Tabla 13. Síntesis del logro de reducción de consumo energético anticipado para las Prioridades 1, 2 y 3

3.5. PROPUESTAS ADICIONALES PARA LA REDUCCIÓN DE LA FACTURA

3.5.1. ESTRUCTURA TARIFARIA DEL PRECIO DE ELECTRICIDAD

La tarifa de electricidad de Edenorte a la cual está sometida INAPA en la Región Noroeste tiene una estructura (similar a las otras empresas distribuidoras en el país) con 4 términos.

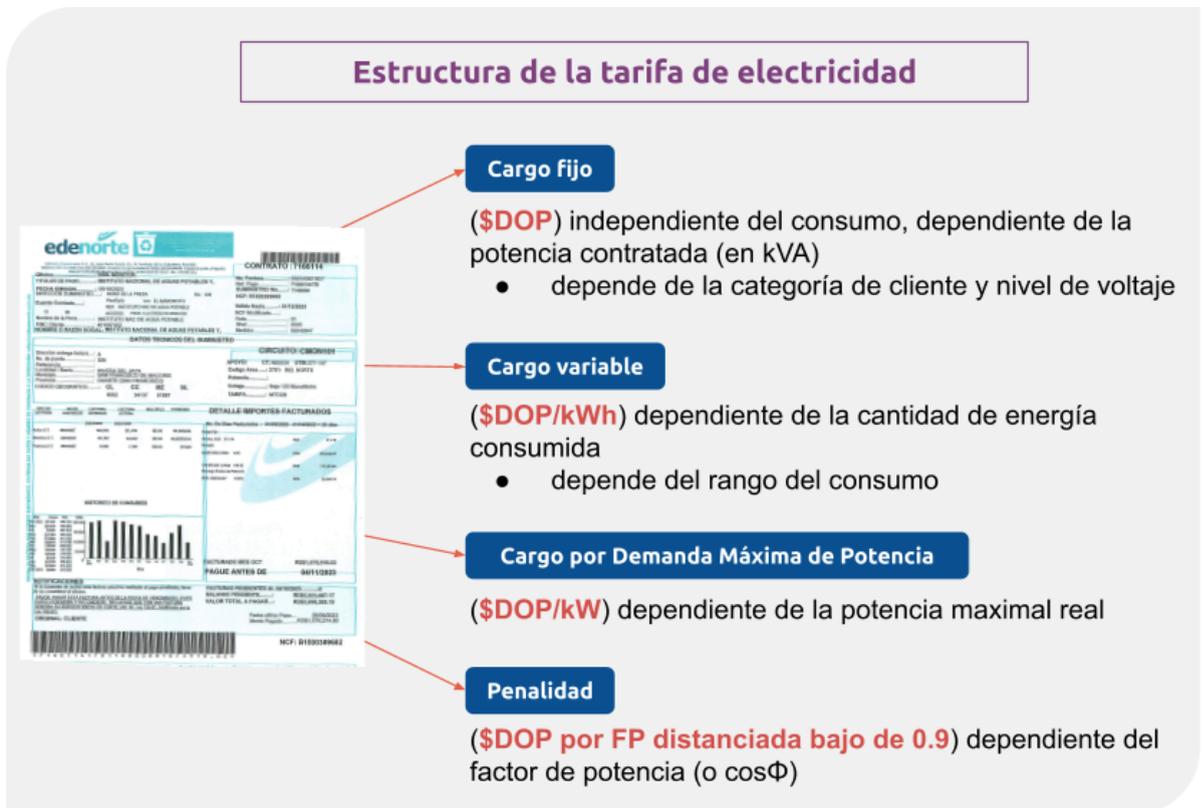


Figura 6. Estructura de la tarifa de electricidad

Hay que señalar que en los contratos de electricidad propiciados por la empresa distribuidora de electricidad, **no existe variación de la tarifa según la época del año o la hora del día o de la noche**. Por consiguiente, la reducción de la factura de electricidad no se pueda obtener con una optimización horaria o diaria por ejemplo.

Basándose en los datos de facturación de los que disponemos, se destaca el desglose de la factura global de electricidad del INAPA, extrapolada a 12 meses:

Desglose de la factura electricidad global		
Término	Monto	Peso
Cargo Fijo	\$DOP 101,489	0.1%
Cargo variable	\$DOP 102,740,732	84.1%
Cargo por Demanda Máxima de Potencia	\$DOP 12,513,955	10.2%
Penalidad FP	\$DOP 6,872,965	5.6%
Total	\$DOP 122,229,141	

Tabla 14. Desglose de la factura de electricidad global

El término de “Cargo variable” o el consumo de energía activa es, de lejos, el que pesa más en la factura global, lógicamente, con 84.1%. Luego sigue el término de Cargo por Demanda Máxima de Potencia con casi 11%. Además, lo que resalta de este análisis, son los \$DOP 6.9M que son pagados como penalidad vinculada a un factor de potencia degradado (es decir, cuando el factor de potencia es inferior a 0.9).

3.5.2. INSTALACIÓN DE BANCOS DE CAPACITORES

Aunque la presente estrategia provisional de eficiencia energética trata de consumo energético, los kWh, se propone actuar también en la factura energética focalizándose en la penalidad vinculada al factor de potencia.

Esta penalidad concierne 39 instalaciones de la matriz de selección (o alcance regional retenido), o sea la casi totalidad de las 40. La tabla siguiente presenta las 16 instalaciones que tienen un peso mínimo de 1% en el monto global de la penalidad vinculado al factor de potencia. Así, se consideran acciones para bajar la factura de electricidad de estas 16 instalaciones.

Los **bancos de capacitores** (o condensadores) son **dispositivos esenciales** en sistemas eléctricos **para mejorar el factor de potencia y la eficiencia energética**. Estos bancos ayudan a compensar la energía reactiva, reduciendo las pérdidas de energía en la red eléctrica y optimizando la distribución de la potencia. Al corregir el factor de potencia, se minimiza la carga en las instalaciones eléctricas, mejorando la calidad de la energía y reduciendo los costos asociados con las penalizaciones por baja eficiencia energética. Se anticipa que la instalación de bancos de capacitores en las 13 instalaciones con un monto de penalidad significativo bajarán el consumo de energía reactiva, o sea aumentaron el factor de potencia encima de 0.9. Esta acción disminuirá el monto de penalidad pagado por el INAPA.

Tres niveles de exigencia están propuestos en la siguiente tabla y que se caracterizan por:

- Conservador: bancos de capacitores instalados para cada instalación que tiene un peso superior a 10% en el desglose del monto global de la penalidad
- Medio: con un peso superior a 5%
- Ambicioso: con un peso superior a 1%

Los resultados esperados están indicados en la siguiente tabla.

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	REALIDAD SUMINISTRO	CONSUMO (kWh) SUMA	CONSUMO (\$DOP) SUMA	ENERGÍA REACTIVA (kVArh) SUMA	FP Promedio	MONTO PENALIDAD FP (\$DOP) SUMA	Peso en el total
6005193	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	PLANTA DE TRATAMIENTO AC. NAVARRETE	449,542 kWh	RD\$ 4,445,969	302,138 KVArh	0.83	RD\$318,222	5.0%
6110367	DAJABON	VILLA VASQUEZ	ESTACION DE BOMBEO EB-4	94,320 kWh	RD\$ 932,825	73,440 KVArh	0.78	RD\$104,723	1.6%
6485927	DAJABON	PARTIDO	ESTACION DE BOMBEO (AGUA DE LUIS)	460,512 kWh	RD\$ 4,554,464	354,098 KVArh	0.81	RD\$328,522	5.1%
6769926	DAJABON	DAJABON	CARCAMO DE BOMBEO AC. DAJABON (NUEVO)	83,160 kWh	RD\$ 817,463	74,040 KVArh	0.49	RD\$122,619	1.9%
7165008	VALVERDE	LA SABANA	Ac. Potrero	1,116,123 kWh	RD\$ 10,625,494	679,574 KVArh	0.85	RD\$511,853	8.0%
7165009	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO EL PINO (Dajabón)- AC. EL PINO (Ac. Villa Los Almacigos)	570,458 kWh	RD\$ 5,641,831	377,695 KVArh	0.83	RD\$378,158	5.9%
7166114	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO AC. MONCION	1,858,778 kWh	RD\$ 17,695,568	1,178,967 KVArh	0.84	RD\$989,090	15.4%
7166235	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO, AC. ARROYO BLANCO EL GUANAL	123,982 kWh	RD\$ 1,226,180	86,655 KVArh	0.81	RD\$97,071	1.5%
7175973	VALVERDE	MAO	AC. LINEA NOROESTE (ETA) PLANTA DE TRATAMIENTO	366,415 kWh	RD\$ 3,623,840	260,116 KVArh	0.81	RD\$301,805	4.7%
6005179	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. HATO DEL YAQUE	1,154,618 kWh	RD\$ 10,991,965	807,055 KVArh	0.81	RD\$900,730	14.0%
6005279	SANTIAGO LOS CABALLEROS	BAITOA	AC. BAITOA-(ESTACION DE BOMBEO PRESA DE TAVERAS)	684,393 kWh	RD\$ 6,768,644	479,651 KVArh	0.82	RD\$551,745	8.6%
6005182	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLERO	AC. MULTIPLE LA CANELA-(AC. LOS ALMACIGOS)	80,902 kWh	RD\$ 800,119	83,782 KVArh	0.69	RD\$164,555	2.6%
6005088	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	RELEVO VILLA BAO, AC. HATO DEL YAQUE	358,756 kWh	RD\$ 3,548,100	213,840 KVArh	0.85	RD\$147,051	2.3%
8450670	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	ESTACION DE RELEVO GUAYACANAL, AC. VILLA BAO (NUEVO)	100,931 kWh	RD\$ 998,207	103,353 KVArh	0.69	RD\$199,868	3.1%
6005157	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO - BOMBEO	1,814,400 kWh	RD\$ 17,273,088	1,221,055 KVArh	0.82	RD\$1,219,491	19.0%
6005159	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO PALO AMARILLO	135,535 kWh	RD\$ 1,340,437	86,225 KVArh	0.84	RD\$75,662	1.2%
Total				RD\$ 9,452,824	RD\$ 91,284,193	6,381,684 KVArh		RD\$ 6,411,166	100%

Tabla 15. Resultados de ahorro de penalidad sobre el factor de potencia con instalación de bancos de capacitores

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	REALIDAD SUMINISTRO	FP Promedio	MONTO PENALIDAD FP (\$DOP) SUMA	Peso en el total	Reducción Penalidad por Factor de Potencia Conservador (DOP)	Inversion (\$DOP)	Tiempo de retorno conservador	Reducción Penalidad por Factor de Potencia Medio (DOP)	Inversion (\$DOP)	Tiempo de retorno medio	Reducción Penalidad por Factor de Potencia Ambicioso (DOP)	Inversion (\$DOP)	Tiempo de retorno ambicioso
6005193	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	PLANTA DE TRATAMIENTO AC. NAVARRETE	0.83	RD\$318,222	5.0%	0	0	-	0	0	-	318,222	372,839	1.2
6110367	DAJABON	VILLA VASQUEZ	ESTACION DE BOMBEO EB-4	0.76	RD\$104,723	1.6%	0	0	-	0	0	-	104,723	226,562	2.2
6485927	DAJABON	PARTIDO	ESTACION DE BOMBEO (AGUA DE LUIS)	0.81	RD\$328,522	5.1%	0	0	-	328,522	218,478	0.7	328,522	218,478	0.7
6769926	DAJABON	DAJABON	CARCAMO DE BOMBEO AC. DAJABON (NUEVO)	0.49	RD\$122,619	1.9%	0	0	-	0	0	-	122,619	228,413	1.9
7165008	VALVERDE	LA SABANA	Ac. Potrero	0.85	RD\$511,853	8.0%	0	0	-	511,853	314,473	0.6	511,853	314,473	0.6
7165009	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO EL PINO (Dajabón)- AC. EL PINO (Ac. Villa Los Almacigos)	0.83	RD\$378,158	5.9%	0	0	-	378,158	233,038	0.6	378,158	233,038	0.6
7166114	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO AC. MONCION	0.84	RD\$989,090	15.4%	989,090	545,567	0.6	989,090	545,567	0.6	989,090	545,567	0.6
7166235	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO, AC. ARROYO BLANCO EL GUANAL	0.81	RD\$97,071	1.5%	0	0	-	0	0	-	97,071	267,332	2.8
7175973	VALVERDE	MAO	AC. LINEA NOROESTE (ETA) PLANTA DE TRATAMIENTO	0.81	RD\$301,805	4.7%	0	0	-	0	0	-	301,805	320,984	1.1
6005179	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. HATO DEL YAQUE	0.81	RD\$900,730	14.0%	900,730	373,464	0.4	900,730	373,464	0.4	900,730	373,464	0.4
6005279	SANTIAGO LOS CABALLEROS	BAITOA	AC. BAITOA-ESTACION DE BOMBEO PRESA DE TAVERAS)	0.82	RD\$551,745	8.6%	0	0	-	551,745	221,958	0.4	551,745	221,958	0.4
6005182	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. MULTIPLE LA CANELA-(AC. LOS ALMACIGOS)	0.69	RD\$164,555	2.6%	0	0	-	0	0	-	164,555	258,467	1.6
6005088	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	RELEVO VILLA BAO, AC. HATO DEL YAQUE	0.85	RD\$147,051	2.3%	0	0	-	0	0	-	147,051	263,879	1.8
8450670	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	ESTACION DE RELEVO GUAYACANAL, AC. VILLA BAO (NUEVO)	0.69	RD\$199,868	3.1%	0	0	-	0	0	-	199,868	318,843	1.6
6005157	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO - BOMBEO	0.82	RD\$1,219,491	19.0%	1,219,491	565,043	0.5	1,219,491	565,043	0.5	1,219,491	565,043	0.5
6005159	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO PALO AMARILLO	0.84	RD\$75,662	1.2%	0	0	-	0	0	-	75,662	266,006	3.5
Total					RD\$ 6,411,166	100%	RD\$ 3,109,312	RD\$ 1,484,075		RD\$ 4,879,589	RD\$ 2,472,022		RD\$ 6,411,166	RD\$ 4,995,345	

Tabla 16. Resultados de ahorro de penalidad sobre el factor de potencia con instalación de bancos de capacitores

3.6. SÍNTESIS DE LAS INVERSIONES ESTIMADAS

Síntesis de las inversiones estimadas para bajar el consumo específico		
	DOP	USD
Prioridad 1 (2024-2025)	13,355,143	234,713
Prioridad 2 (2025-2026)	32,232,736	566,480
Prioridad 3 (2026-2027)	37,488,811	658,854
Total P1, P2, P3	83,076,689	1,460,047

Tabla 17. Síntesis de las inversiones estimadas para bajar el consumo específico

Adicionalmente a eso, se consideran, en la siguiente tabla, las inversiones para la implementación de bancos de capacitores con objetivo de reducir el factor de potencia y el monto de penalidad asociado.

Síntesis de las inversiones estimadas para bajar la penalidad vinculada a un factor de potencia degradado		
	DOP	USD
Conservador	1,484,075	26,082
Medio	2,472,022	43,445
Ambicioso	4,995,345	87,792

Tabla 18. Síntesis de las inversiones estimadas para bajar la penalidad vinculada a un factor de potencia degradado

3.7. INSTALACIÓN DE VARIADORES DE FRECUENCIA

Los variadores de frecuencia para bombas representan una tecnología interesante en el ámbito de la eficiencia energética y el control preciso de sistemas hidráulicos. Estos dispositivos permiten regular la velocidad de funcionamiento de las bombas de agua, ajustando la frecuencia eléctrica suministrada al motor. Esta capacidad de variar la velocidad de la bomba de acuerdo con las demandas específicas de carga resulta en un ahorro significativo de energía al evitar el funcionamiento a velocidades fijas innecesarias. Sin embargo, las estaciones de bombeo que fueron diagnosticadas bombean agua de un cárcamo y envían agua hasta tanques y funcionan en on-off. Por consiguiente, el interés de la instalación de un variador de frecuencia está limitado. Con un análisis cualitativo, estos variadores representarían costos (inversión y operacionales) bastante importantes en comparación con los ahorros energéticos que permitirían obtener.

Para las otras estaciones de bombeo, no hay información suficiente para destacar la pertinencia de esta solución.

3.8. ENERGÍAS RENOVABLES: SOLUCIONES POTENCIALES PARA LA ESTRATEGIA DETALLADA A PARTIR DE 2027

Esta estrategia provisional de eficiencia energética no integra soluciones vinculadas a las energías renovables. De hecho, mientras que contribuyen a reducir de manera *contable* el consumo específico de las estaciones de bombeo, no tratan directamente de la eficiencia energética de la actividad principal: el bombeo de agua.

Sin embargo, el potencial de las energías renovables fue estudiado de manera cualitativa y eso ha identificado los siguientes frenos.

- El micro turbogenerador (o micro turbinas) de agua en red es una tecnología innovadora que aprovecha la energía hidrocínética presente en las redes de agua para generar electricidad de manera sostenible. Este dispositivo compacto se instala directamente en las tuberías de agua y utiliza la corriente del flujo para poner en marcha una pequeña turbina, convirtiendo así la energía cinética del agua en energía eléctrica utilizable. Por supuesto, este sistema debe utilizar un flujo gravitatorio para que no tenga un efecto opuesto al bombeo. No obstante, las informaciones relativas a la parte gravitatoria de las redes de distribución no son suficientes o los flujos gravitatorios que abastecen a los usuarios son demasiado pequeños, es decir debajo del umbral económico. Por consecuencia, no hemos retenido esta posibilidad.
- Los paneles solares se pueden instalar en los espacios disponibles de los terrenos bajo la propiedad del INAPA. Después de un análisis cualitativo, se destacan tres frenos principales:
 - La producción de electricidad de origen solar en un lugar y el consumo del mismo en otro, debe ser evaluado en el marco de un estudio de factibilidad, lo que no forma parte de esta estrategia provisional.
 - Las instalaciones que tienen un consumo energético importante disponen de un terreno disponible bastante reducido.
 - Estas instalaciones necesitan un mantenimiento regular. Este tiempo sería tomado sobre una otra prioridad que, al corto plazo, está dedicada a la operación y mantenimiento de las estaciones de bombeo.

Durante la visita de noviembre de 2023, constatamos que los paneles solares que fueron instalados en la planta de tratamiento del Acueducto Santiago Rodriguez, no producen electricidad ya que están fuera de servicio: una avería de una parte del equipamiento no pudo ser reparada por los equipos de mantenimiento. Este ejemplo pone en evidencia que este tipo de instalaciones trae dificultades adicionales a los equipos de INAPA que no forman parte de su habilidad histórica (la aducción y tratamiento de agua) o que exigiría contratar subcontratistas para el mantenimiento de estas instalaciones.

Naturalmente, se anticipa que estas soluciones de producción de electricidad con energías renovables se inscribirán a medio y largo plazo, y serán objeto de un estudio pormenorizado en la estrategia detallada de eficiencia energética de la Región Noroeste. Por el momento, con las

limitaciones observadas en la gestión de los activos por el INAPA, y dado las acciones más inmediatas y evidentes que fueron identificadas para atender la mejora de eficiencia, no son consideradas prioritarias en esta estrategia provisional.

3.9. ESTRUCTURACIÓN Y METODOLOGÍA DE SEGUIMIENTO DEL CONSUMO ESPECÍFICO

La norma ISO 50001 relativa a un Sistema de Gestión Energética provee una estructura que el INAPA beneficiaría a seguir. Fue presentada durante la capacitación del 9 y 10 de noviembre de 2023. Sigue el ciclo PDCA *Plan Do Check Act* (en inglés) o Planificar-Hacer-Verificar-Actuar en su versión española. Aunque la implementación de un SGE en conformidad con la norma ISO 50001 es temprana con respecto a la madurez del sistema de gestión energética de INAPA, la metodología que propone debe servir de base.



Figura. Ciclo PHVA para la estructuración de un sistema de gestión energética

La implementación de un **sistema de reporting** en el marco de la gestión de la energía se vuelve esencial para respaldar el proceso de renovación de instalaciones propuesto en esta estrategia. Este enfoque estructurado permite recoger datos detallados sobre el consumo energético y las condiciones operacionales de los equipos, facilitando así la identificación de áreas específicas que requieren mejoras.

Al organizar informes periódicos, la Dirección electromecánica de INAPA puede monitorear de cerca el rendimiento de las operaciones de bombeo, lo que resulta crucial para respaldar el proceso de renovación planificado. La información recopilada brinda una visión integral de la eficiencia

energética, permitiendo la toma de decisiones informadas y estratégicas. Además, esta práctica facilita la implementación de medidas correctivas contribuyendo así a la modernización y sostenibilidad de las instalaciones. La organización de un sistema de reporting es un aliado fundamental para maximizar la eficiencia y soportar la estrategia provisional de eficiencia energética y la futura estrategia detallada después de 2027.

Como lo vimos anteriormente, es esencial conocer los datos de consumo energético y de volumen de agua enviada para deshacer indicadores claves. Hoy, una dificultad mayor es que no se conoce con fiabilidad el volumen de agua bombeada por cada equipo y estación, y por consecuencia, el total tampoco. Actualmente esta cantidad no se mide.

El INAPA dispone de elementos importantes que son los datos detallados de consumo eléctrico de cada instalación medidos por los contadores de la empresa distribuidora de electricidad (Edenorte en el caso de la región Noroeste). A corto y medio plazo, el INAPA puede evitar costos de adquisición de contadores de energía para las estaciones, apoyándose en los datos de facturación. Por supuesto, hay que ser vigilante y tomar en cuenta el riesgo de fiabilidad (desviaciones, errores, averías, etc) de estos contadores ya que la empresa distribuidora de electricidad es responsable de la calibración de estos instrumentos.

Lo **prioritario es desarrollar e implementar un sistema de reporting** que debe:

- Permitir la realización de **análisis** detallados para identificar tendencias, patrones y áreas de mejora potencial
- Ser **confiable**: la integridad y precisión de los datos son fundamentales para la toma de decisiones informada. El sistema debe garantizar la fiabilidad de la información presentada
- Incluir mecanismos para recopilar comentarios, lo que contribuirá a la **mejora continua** del sistema y su alineación con los objetivos organizativos
- Ser **accesible** para todas las partes interesadas relevantes dentro de la organización, desde gerentes hasta personal operativo
- Proporcionar información **clara** y **comprensible** sobre el consumo de energía y el rendimiento de las instalaciones de bombeo

3.10. MATERIALES Y EQUIPOS

Se observó una falta de equipos necesarios para auditar a los equipos electromecánicos, y en prioridad las bombas. Por eso, sugerimos que el INAPA adquiera instrumentos de medición en cantidad suficiente para que estén disponibles para efectuar las auditorías técnicas regulares del conjunto de los equipos de todas las instalaciones que el INAPA opera. Los instrumentos sugeridos son:

- **Medidores de caudal de agua ultrasónico**. Sirven para conocer el caudal del agua de salida enviada por una bomba en una tubería.
- **Medidores de espesor**. Este instrumento es esencial para destacar un valor preciso del caudal medido por el caudalímetro ultrasónico.

- **Manómetros** para medir la presión en una tubería.
- **Multímetros o analizadores de potencia.** Se utilizan para hacer mediciones eléctricas que son necesarias para conocer el consumo de energía eléctrica.
 - El multímetro es más barato, permite la medición de fase singular. Cálculos posteriores deben ser realizados para obtener la potencia llamada y la energía consumida por el motor de la bomba.
 - El analizador de potencia puede realizar cálculos automáticos, mediciones trifásicas, registra datos, mediciones en el tiempo, pero es más caro que el multímetro (cuatro o cinco veces más)

Un balance de los instrumentos portátiles de medición a adquirir con las cantidades sugeridas está presentado a continuación.

Instrumentos	Cantidad (€)	Costo unitario (€)	Costo total (€)	Costo total (\$DOP)
Medidores de caudal de agua ultrasónico	2	5,000	10000	617,000
Medidores de espesor	2	500	1000	61,700
Manómetros + grabador	2	1,400	2800	172,760
Analizadores de potencia	2	3,500	7000	431,900
		Total	20,800	1,283,360

Tabla 19. Sugerencia de instrumentos de medición a adquirir

Estos equipamientos deberían integrarse a la lista en preparación para la licitación destinada a “Equipar las brigadas EEMM” bajo financiamiento UE/AFD (estimación del plan de inversión de 90,450€).

4. CAPACITACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN

4.1. OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN “DESARROLLAR E IMPLEMENTAR UNA ESTRATEGIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA”

Se propuso acompañar los equipos operacionales y del nivel central que están implicados en el seguimiento de las estaciones de bombeo, de plantas de tratamiento y en general de lo que está relacionado con la gestión energética. Una capacitación en estrategia de eficiencia energética fue propuesta e impartida a los equipos competentes del INAPA.

Dado que los equipos electromecánicos desempeñan un papel crucial en la gestión y operación de instalaciones de agua, **capacitar a estos equipos en estrategias específicas de eficiencia energética ayuda a optimizar el rendimiento general de los sistemas y a reducir los costos operativos.** Además, en el contexto actual de conciencia ambiental y sostenibilidad, la implementación de prácticas eficientes de energía también puede mejorar la reputación y la responsabilidad social de la agencia de agua. La capacitación proporciona a los equipos las

habilidades necesarias para identificar oportunidades de mejora, implementar tecnologías más eficientes y mantener un enfoque proactivo hacia la gestión sostenible de los recursos energéticos en el sector del agua. Es un aspecto esencial para desarrollar e implementar la estrategia provisional propuesta en este entregable.

4.2. PERFILES DE LOS PARTICIPANTES

La capacitación se desarrolló durante 2 días, **9 y 10 noviembre de 2023** en la oficina central del INAPA en Santo Domingo. Nuestro especialista en eficiencia energética se dirigió a miembros de los equipos provinciales electromecánicos, así como a miembros de los equipos centrales de las direcciones operacional y electromecánico del INAPA.

Fueron **13 participantes** cuyo 10 vinieron de las diferentes provincias del país, y 3 de la dirección de operaciones y de la dirección electromecánica. Hay que mencionar que, según la propia confesión de la dirección electromecánica, esta oportunidad fue la primera que reunió, en un mismo lugar y al mismo tiempo, tantos encargados de equipos electromecánicos del INAPA de las diferentes provincias del país.



Figura 7. Fotos de la capacitación dada por nuestro especialista en eficiencia energética los 9 y 10 de noviembre de 2023

4.3. PRINCIPALES TEMAS ABORDADOS

El contenido de la capacitación fue desplegado y un soporte papel fue distribuido a todos los participantes. Las diapositivas de la capacitación figuran en el [Anexo 2](#).

Los objetivos de la capacitación fueron de:

- ✓ Comprender las magnitudes físicas eléctricas (energía, voltaje, corriente, potencia activa/reactiva/aparente, factor de potencia)
- ✓ Comprender las magnitudes físicas hidráulicas (caudal, carga dinámica total, NPSH,

- ✓ Computar los parámetros eléctricos e hidráulicos básicos para una auditoría energética
- ✓ Realizar una auditoría energética en estaciones de bombeo y utilizar los resultados para determinar una energía específica
- ✓ Identificar el origen de costos adicionales en estaciones de bombeo
- ✓ Conocer los principios de un sistema de gestión energética, y en particular de la norma ISO 50 001

Se abordó los sujetos en 3 partes principales:

- Recordatorios físicos e introducción a la energía aplicada al bombeo
- Metodología para el desarrollo de y la implementación de una estrategia de eficiencia energética
- Introducción a la implementación de un sistema de gestión energética: la norma ISO 50 001

4.4. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS

Un cuestionario fue sometido a todos los participantes al principio de la capacitación para asesorar los conocimientos que ya tenían a propósito del tema de la capacitación. El cuestionario se consulta en el [Anexo 3](#).

Los resultados de las 9 cuestiones (1 punto por cuestión) son presentados en el gráfico abajo. Dentro de los 13 participantes de la capacitación, 10 estuvieron presentes ambos días, 2 estuvieron presentes solamente el primer día, y 1 solamente consiguió participar el segundo día.

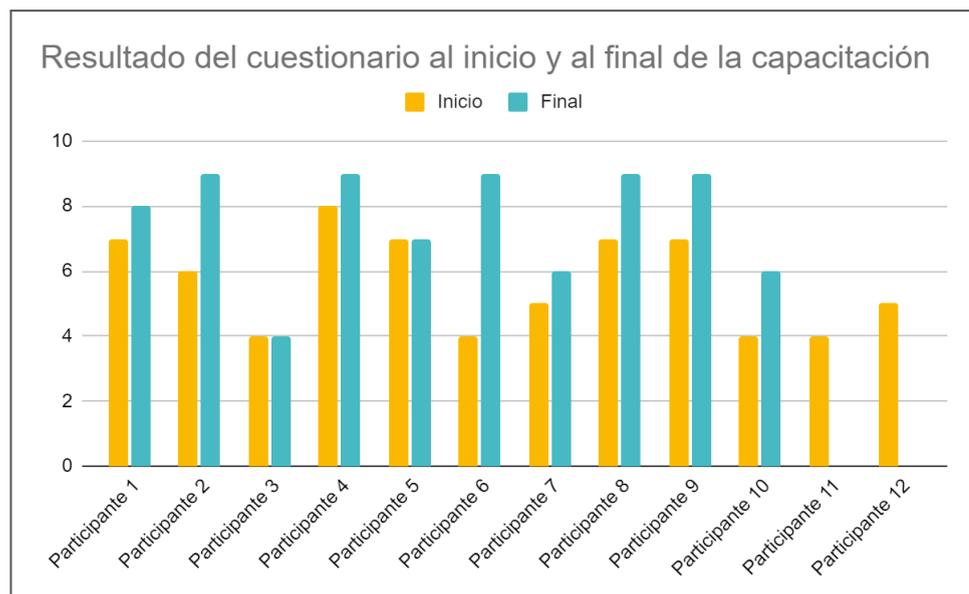


Figura 8. Balance de los resultados del cuestionario de la capacitación (antes vs. después)

Se observa un aumento general de la puntuación, lo que demuestra que la **capacitación permitió asegurar la adquisición de conocimientos en el tema de la eficiencia energética** a los participantes que lo siguieron.

4.5. EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN DE LOS PARTICIPANTES

Como parte de nuestro esfuerzo continuo por mejorar la calidad de nuestros cursos de formación, siempre estamos abiertos a recibir comentarios y sugerencias. Por eso distribuimos al final de la capacitación un **formulario de satisfacción** en el cual los participantes están invitados a indicar cómo sienten el nivel de consecución de los objetivos de aprendizaje.

Los resultados son los siguientes:

	Respuestas de los participantes										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Objetivos de aprendizaje											
Entender los fundamentos de reflexión sobre la eficiencia energética	😊	😊	😊	😊	😊	😊	⚪	😊	😊	😊	😊
Entender los principios de gestión de activos electromecánicos	😊	😊	😊	😊	😊	😊	⚪	😊	😊	😊	😊
Conocer los fundamentos de medición, interpretación y seguimiento de indicadores de eficiencia energética	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Conocer los principios del ISO 50 001 - Sistema de Gestión Energética	😊	😊	😊	😊	😊	😊	⚪	😊	😊	😊	⚪
Evaluación general											
El contenido del curso fue	😊	😊	😊	😊	😊	😊	⚪	⚪	😊	😊	😊
Las situaciones prácticas y ejercicios fueron (si los hubiera)	😊	⚪	😊	😊	😊	😊	⚪	😊	😊	😊	😊
La presentación del capacitador fue (disponibilidad y claridad)	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Los consejos y herramientas son útiles y relevantes para mi trabajo diario	😊	⚪	😊	😊	😊	😊	⚪	😊	😊	😊	😊
El ritmo y duración de la capacitación fueron	😊	😊	😊	😊	😊	😊	⚪	😊	😊	😊	😊
La logística y organización (habitación, material, descanso...) fueron	😊	😊	😊	😊	😊	😊	⚪	😊	😊	😊	😊
Recomendarías este curso a una colega ?	😊	😊	😊	😊	😊	😊	⚪	😊	😊	😊	😊

Figura 9. Síntesis de la satisfacción de los participantes a propósito de la capacitación

Algunos de los participantes también formularon comentarios señalando la **pertinencia de la capacitación que fue construida en relación con sus actividades**. Por ejemplo: “Una capacitación de muy buen uso en los eventos que vemos a diario”. Alguien también resalta el beneficio de recordar la definición de vocablos de eficiencia energética: “De mucho provecho, donde se aclararon muchos términos”.

4.6. PROPOSICIÓN DE FORTALECIMIENTO DE GESTIÓN

4.6.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La capacitación también permitió destacar puntos importantes:

- Los equipos en el nivel central basado en la sede de Santo Domingo tienen dificultades para recibir los informes mensuales que los encargados provinciales deben producir y enviar.

Proposición: Implementación de un formulario de uso simple. Eso fue sobradamente recordado a todos los participantes de la capacitación por la representante de la dirección

electromecánica para la eficiencia energética. Es un elemento clave que fue también mencionado en el párrafo [Estructuración y Metodología de Seguimiento del Consumo específico](#)

- Información de consumo detallado está proveído por la compañía distribuidora en facturas de papel o escaneado. Este modo de transmisión no facilita la recopilación de datos. Para efectuar el seguimiento de consumo, la entrada que está practicada actualmente esta fuente de error y alto consumidor de tiempo.

Propuesta: Iniciar intercambios con la empresa distribuidora de electricidad para conseguir un formato más propio de comunicación de los datos: sea un acceso consultivo a una plataforma que ya colecta los datos de consumo y facturación (si existe todavía), o recibir un fichero de tipo *hoja de cálculo* con esos datos.

4.6.2. CAPACITACIÓN COMPLEMENTARIA

En continuación de esta capacitación, que sirve de punto de partida, hay una necesidad de consolidar y desarrollar las competencias de todos los equipos comprometidos, de una forma u otra, en la gestión energética de los activos electromecánicos del INAPA.

Proposición: Reproducción de la capacitación “*Desarrollar e implementar una estrategia de eficiencia energética*” al resto de los encargados provinciales de equipos electromecánicos, en un primer momento. Y luego, los técnicos también beneficiarían de esta capacitación.

El hecho de que la **capacitación consiguió reunir por primera vez tantas personas es un signo alentador de la voluntad motriz de la organización, en su conjunto, a impulsar más coordinación y a concienciar** a los equipos en el tema de la eficiencia energética.

Ahora, se debe continuar los esfuerzos y capitalizar sobre lo que se ha adquirido. El trabajo de auditorio energético de los activos electromecánicos está llamado a ser llevado internamente. Por eso, sugerimos que los encargados que son sondeados para realizar este tipo de actividad podrían ser capacitados en aspectos técnicos para ser capaz de efectuar mediciones eléctricas e hidráulicas de manera fiable y con total seguridad.

Proposición: Capacitación de medición eléctricas y hidráulicas

Esta capacitación debería estar acompañada por el suministro de herramientas y materiales de medición eléctrica e hidráulica, como descritos en el acápite dedicado del presente entregable.

4.6.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

De la propia confesión de los encargados provinciales de los equipos electromecánicos, el mantenimiento de los activos electromecánicos se hace al 100% de manera **correctiva**. Es decir, no existe planificación de las actividades de mantenimiento **preventivo**.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo es fundamental para preservar la eficiencia energética de las bombas y detectar posibles deterioros de manera temprana. Este enfoque proactivo implica llevar a cabo inspecciones regulares, lubricación, limpieza y ajustes necesarios en las bombas, lo que contribuye a evitar el desgaste prematuro de los componentes y a mantener un rendimiento óptimo. En el contexto de la eficiencia energética, un plan de mantenimiento preventivo permite monitorear y ajustar los parámetros operativos para garantizar que las bombas funcionen

dentro de sus rangos de eficiencia designados. Además, al identificar y abordar cualquier signo de deterioro, como fugas, vibraciones anormales o pérdida de presión, se pueden evitar interrupciones no planificadas y costosas reparaciones. Un mantenimiento preventivo bien estructurado no solo prolonga la vida útil de las bombas, sino que también contribuye significativamente a la conservación de energía, asegurando un funcionamiento eficiente y sostenible a lo largo del tiempo.

Las causas de deterioro pueden ser (no exhaustivamente):

- Deterioro por uso
- Error de diseño para la operación requerida (TDH, caudal)
- Cambio de la demanda de agua en la red aguas abajo
- Mantenimiento insuficiente o mal realizado
- Corrosión
- Cavitación

Proposición: Desarrollar e implementar un plan de mantenimiento preventivo de los equipos para anticipar causas de deterioro y tomar acciones adecuadas.

5. PRÓXIMAS ETAPAS Y CONDICIONES DE ÉXITO

La estrategia provisional de eficiencia energética propuesta **está alineada** con el escalonamiento de las metas del Banco Mundial para los años 2025, 2026 y 2027. Naturalmente, el éxito de esta estrategia está condicionado por varios factores que deben ser implementados conjuntamente.

Primero, es necesario que la **línea de base de consumo específico** sea confirmada por una auditoría técnica con mediciones eléctricas e hidráulicas. En particular, el indicador IVD-8 tiene que ser evaluado con precisión cuando los datos de volúmenes de agua bombeada por cada instalación serán medidos y sacados anualmente (por lo menos). Esto pasa por equipar las infraestructuras con instrumentos de medición permanentes también (ver Licitación internacional en curso para financiamiento UE-AFD para equipar el sistema ALINO).

Segundo, una **reorganización de los equipos** encargados de los activos electromecánicos, y en particular la asignación de un equipo EEM de la sede central dedicada a la Región Noroeste, parece indispensable para asegurar un mantenimiento preventivo y correctivo eficiente, equilibrar las competencias, compartir buenas prácticas entre los diferentes sitios. Esta reorganización tendrá que tomar en consideración las recomendaciones de la Nota de reorganización de la AT y el mandato recientemente aprobado de la nueva Dirección EEM. Cabe precisar que la Dirección central EEM necesitará un apoyo externo para dotarse de un equipo adecuado así como de procedimientos y herramientas necesarias.

Tercero, el sistema actual de **seguimiento del desempeño energético** debe ser fortalecido de manera que las informaciones se comuniquen fluidamente desde los sitios operacionales hasta la sede central para la recopilación de datos y el análisis detallado continuo.

De este modo, las fases futuras consisten en la **realización de una auditoría detallada de todas las instalaciones** consumidoras de electricidad del alcance regional (o al menos los sistemas de uso energético significativos) en el año 2024 para actualizar la línea de base, preferiblemente por orden

de prioridad. Conjuntamente, se organizará la adquisición y el reemplazo de los equipos con gran prioridad.

Las próximas etapas incluyen también la **elaboración de un expediente de licitación para la estrategia detallada de eficiencia energética** de la Región Noroeste que debe proporcionar una hoja de ruta para lo que sigue a partir de 2027.

6. APÉNDICES

6.1. ANEXO 1: ALCANCE REGIONAL PARA LA ESTRATEGIA PROVISIONAL

S. no	CONTRATO	TARIFA	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Tipo de edificio	Diagnóstico hecho (Si/No)
1	6005193	MTD1	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	PLANTA DE TRATAMIENTO AC. NAVARRETE	Planta de tratamiento	No
2	6110367	MTD1	DAJABON	VILLA VASQUEZ	ESTACION DE BOMBEO EB-4	Bombeo	No
3	6250030	MTD1	MONTECRISTI	PARTIDO	OFICINA DE OPERACIONES DE INAPA	Oficina	N/A
4	6259453	MTD1	DAJABON	DAJABON	PLANTA DE TRATAMIENTO	Planta de tratamiento	No
5	6330900	MTD1	DAJABON	PARTIDO	OFICINA COMERCIAL	Oficina	N/A
6	6485927	MTD1	DAJABON	PARTIDO	Aguas de Luis	Bombeo	Si
7	6498348	MTD1	VALVERDE	LAGUNA SALADA	La Caya	Bombeo	Si
8	6563966	MTD1	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 1	Bombeo	Si
9	6563970	MTD1	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 2	Bombeo	Si
10	6769926	BTD	DAJABON	DAJABON	CARCAÑO DE BOMBEO AC. DAJABON (NUEVO)	Bombeo	No
11	6845991	MTD1	MONTECRISTI	Villa Vasquez	EB-2 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	Bombeo	No
12	6845997	MTD1	MONTECRISTI	Villa Vasquez	EB-3 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	Bombeo	No
13	7158502	BTD	DAJABON	RESTAURACION	SIST. DE BOMBEO MARIANO CESTERO -(PLANTA DE TRATAMIENTO)	Bombeo	No
14	7165008	MTD2	VALVERDE	LA SABANA	Ac. Potrero	Bombeo	No
15	7165009	MTD1	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO EL PINO (Dajabón)- AC. EL PINO (Ac. Villa Los Almacigos)	Bombeo	No
16	7165010	MTD1	SANTIAGO RODRIGUEZ	SAN IGNACIO DE SABANETA	ESTACION DE BOMBEO LOS TOIMINES-(TANQUE DE INAPA)	Bombeo	No
17	7165014	MTD1	MONTECRISTI	MONTECRISTI	PLANTA DE AGUAS RESIDUALES MONTECRISTI	Planta de aguas residuales	No
18	7165020	MTD1	DAJABON	PARTIDO	BOMBEO DE VACA GORDA	Bombeo	No
19	7166114	MTD2	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO AC. MONCION	Bombeo	No
20	7166235	MTD1	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO, AC. ARROYO BLANCO EL GUANAL	Bombeo	No
21	7175211	BTD	VALVERDE	LAGUNA SALADA	CAMPAMENTO OPERACIONES	Campamento operaciones	N/A
22	7175973	MTD1	VALVERDE	MAO	AC. LINEA NOROESTE (ETA) PLANTA DE TRATAMIENTO	Planta de tratamiento	No
23	7220397	MTD2	MONTECRISTI	MONTECRISTI	Jaiquí	Bombeo	Si
24	7224281	MTD2	MONTECRISTI	GUAYUBIN	Los Limones	Bombeo	Si
25	8129122	BTD	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	RELEVO LA ATRAVESADA, AC. NAVARRETE, (BOOSTER DEL SECTOR II)	Bombeo	No
26	8449731	MTD1	DAJABON	LOMA DE CABRERA	OFICINA COMERCIAL	Oficina	N/A
27	8548590	BTD	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	RELEVO BARRERO, SECTOR PONTON-(ESTACION 5 NAVARRETE)	Bombeo	No
28	8942776	MTD1	MONTECRISTI	MONTECRISTI	ESTACION DE BOMBEO	Bombeo	No
29	6551028	MTD1	MONTECRISTI	ARROYO CAÑA	Arroyo Caña	Bombeo	Si
30	6005179		SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. HATO DEL YAQUE	Bombeo	No
31	6005279		SANTIAGO LOS CABALLEROS	BAITOA	AC. BAITOA-(ESTACION DE BOMBEO PRESA DE TAVERAS)	Bombeo	No
32	6005182		SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLERO	AC. MULTIPLE LA CANELA-(AC. LOS ALMACIGOS)	Bombeo	No
33	6005088		SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	RELEVO VILLA BAO, AC. HATO DEL YAQUE	Bombeo	No
34	8450670		SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	ESTACION DE RELEVO GUAYACANAL, AC. VILLA BAO (NUEVO)	Bombeo	No
35	8103825		SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	AC. NAVARRETE - RELEVO LA ATRAVESADA / (ESTACION DE BOMBEO	Bombeo	No
36	6005157		SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO - BOMBEO	Bombeo	No
37	5235920		SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO	Planta de tratamiento	No
38	6000189		SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO SABANA IGLESIA EXTENSION A LOS RANCHOS (ESTACION DE BOMBEO)	Bombeo	No
39	6005159		SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO PALO AMARILLO	Bombeo	No
40	8868169		MONTECRISTI	MONTECRISTI	PLANTA DE TRATAMIENTO	Planta de tratamiento	No

6.2. ANEXO 2: DIAPOSITIVAS DE LA CAPACITACIÓN “DESARROLLAR Y IMPLEMENTAR UNA ESTRATEGIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA”

Desarrollar e implementar una estrategia de eficiencia energética

Capacitación dada a equipos del INAPA
Santo Domingo - Dirección de Operaciones del INAPA
9-10 Noviembre 2023

CONSULTING ENGINEERS



Desarrollar e implementar una estrategia de eficiencia energética

Contexto



Programa de Modernización del Sector Agua financiado por el Banco Mundial
→ más específicamente en el IVD 6 (Indicador Vinculado a Desembolso) de este programa :
Mejora de la planificación operativa y el rendimiento del agua no contabilizada y la eficiencia energética



Se destina a:

- los encargados de los equipos electromecánicos
- equipos centrales en carga de la eficiencia energética

Desarrollar e implementar una estrategia de eficiencia energética

Objetivos de la capacitación

Los objetivos de esta capacitación son los siguientes:



COMPRENDER LAS MAGNITUDES FÍSICAS ELÉCTRICAS (ENERGÍA, VOLTAJE, CORRIENTE, POTENCIA ACTIVA REACTIVA Y APARENTE, FACTOR DE POTENCIA)

COMPUTAR PARÁMETROS DE BOMBEO (HIDRÁULICOS Y ELÉCTRICOS)

CONOCER LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS E HIDRÁULICOS BÁSICOS PARA UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA

IDENTIFICAR EL ORIGEN DE COSTOS ADICIONALES EN ESTACIONES DE BOMBEO

REALIZAR UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE BOMBEO Y UTILIZAR LOS RESULTADOS PARA DETERMINAR UNA ENERGÍA ESPECÍFICA

CONOCER LOS PRINCIPIOS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA (ISO 50001)

Contents:

- I. Recordatorios e introducción a la energía aplicada al bombeo
- II. Metodología para desarrollar e implementar una estrategia energética
- III. Introducción al ISO 50001 - Sistema de Gestión Energética

I - Recordatorios e introducción a la energía aplicada al bombeo

Recordatorios e introducción a la energía

Que es la Energía ?

Energía : capacidad de modificar un estado para producir movimiento o generar una radiación electromagnética como el calor o la luz y se produce de diferentes formas: energía mecánica, energía química, energía atómica, energía térmica, energía eléctrica y otras formas.

La **Energía** permite modificar:

- la velocidad
- la temperatura
- la forma de un objeto
- la composición química
- la altitud
- la luz
- etc.

La energía mide las transformaciones del mundo

Consumo de energía = velocidad a la que cambia el mundo

Recordatorios e introducción a la energía

Que es la Potencia ?

La **Potencia** refleja la velocidad a la que un trabajo está producido, es decir la cantidad de energía por unidad de tiempo transferida de un sistema a otro.

→ Corresponde a un flujo de energía.

Por ejemplo, un motor que realiza el mismo trabajo que otro, pero en la mitad de tiempo, es el doble de potente.

Recordatorios e introducción a la energía

Que diferencia entre potencia y energía ?



La **Potencia** se mide en kilowatt (kW)



La **velocidad** de un ciclista



La **Energía** se mide en kilovatio-hora (kWh)



La **distancia** recorrida por el ciclista

Potencia (kW) x Tiempo (h) ↔ Energía (kWh)

Recordatorios e introducción a la energía

Ejemplo de orden de magnitud de potencia de un equipo eléctrico



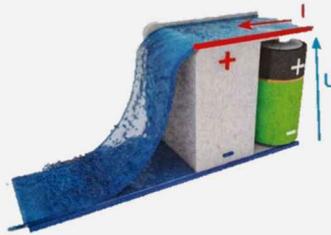
Recordatorios e introducción a la energía

Magnitudes físicas eléctricas: voltaje, corriente

Una **corriente eléctrica** corresponde a un desplazamiento ordenado de electrones.

El **voltaje** es la diferencia de potencial que existe entre dos bornas de un circuito eléctrico.

Se mide en **Voltio (V)**
Se nota **U**



La **intensidad de la corriente** es la cantidad y velocidad del corriente eléctrico que circula en un punto del circuito.

Se mide en **Ampere (A)**
Se nota **I**

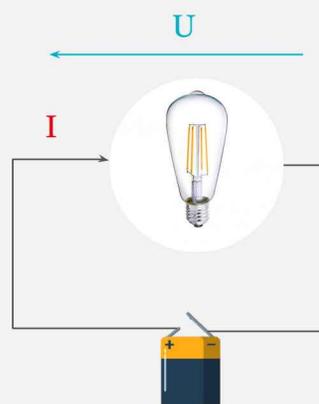
Recordatorios e introducción a la energía

Magnitudes físicas eléctricas: potencia eléctrica

Potencia eléctrica: corresponde al consumo de un receptor eléctrico sometido a un voltaje U y por el que circula una corriente de intensidad I.

En una corriente **directa**:

$$P = U \times I$$



En una bombilla de 20W sometida a un voltaje de 230 V circula una corriente de 0,086 A.

$$230 \text{ V} \times 0,086 \text{ A} = 20 \text{ W}$$

Recordatorios e introducción a la energía

Magnitudes físicas eléctricas: potencia activa, aparente y reactiva

En una corriente **alterna, monofásica**:

Potencia eléctrica activa (P) de corriente alterna es la potencia real transferida a una carga como un motor, bombilla, etc. Ella sola será convertida en energía mecánica.

$$P = U \times I \times \cos(\Phi) = \text{la potencia activa (en kW)}$$

En una corriente **alterna, trifásica**:

$$P = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos(\Phi) = \text{la potencia activa (en kW)}$$

U = Voltaje entre fases
I = Corriente en el cable
cos(φ) = factor de potencia

Recordatorios e introducción a la energía

Magnitudes físicas eléctricas: potencia activa, aparente y reactiva

El **cos(Φ)** es el factor de potencia, el desfase angular entre voltaje e intensidad de la corriente



Es un **indicador de la calidad de diseño y de gestión de una instalación eléctrica**



Equipo puramente **reactivo**

Equipo puramente **resistivo**

Recordatorios e introducción a la energía

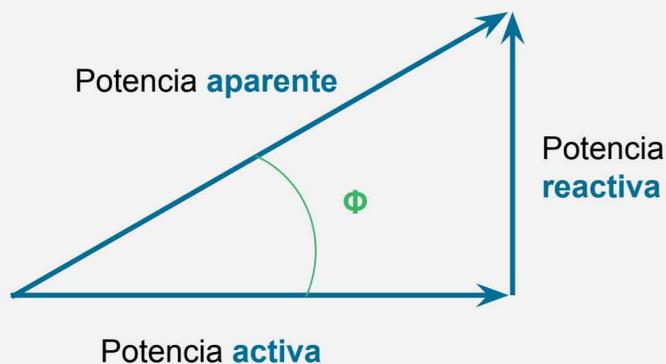
Magnitudes físicas eléctricas: potencia activa, aparente y reactiva

En una corriente **alterna, trifásica**:

$$S = U \times I \times \sqrt{3} = \text{la potencia aparente (en kVA)}$$

$$\cos(\Phi) = \frac{\text{Potencia activa (P)}}{\text{Potencia aparente (S)}} = \text{factor de potencia}$$

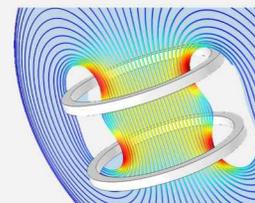
$$\sin(\Phi) = \frac{\text{Potencia reactiva (Q)}}{\text{Potencia aparente (S)}}$$



Recordatorios e introducción a la energía

Magnitudes físicas eléctricas: potencia activa, aparente y reactiva

Potencia eléctrica reactiva (Q) no realiza un trabajo útil pero es necesario al funcionamiento de los dispositivos eléctricos como un motor (bobinas inductivas) para crear campos electromagnéticos.

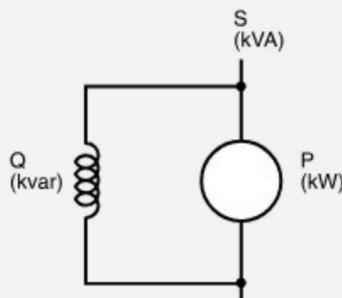


En una corriente **alterna, trifásica**:

$$Q = U \times I \times \sqrt{3} \times \sin(\Phi) \quad \text{la potencia reactiva (en kVAR)}$$

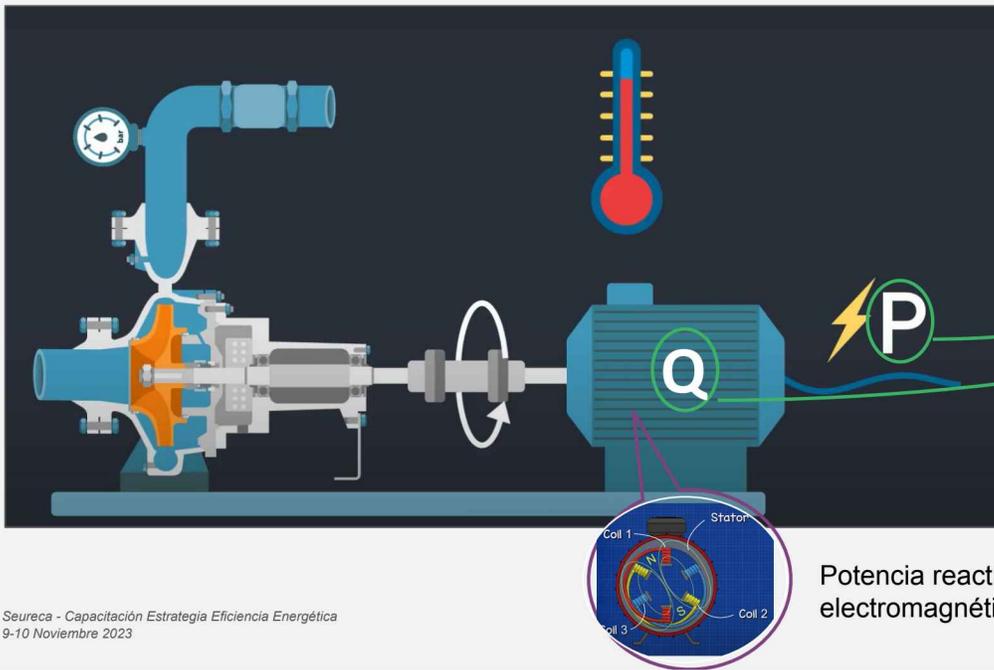
$$S = U \times I \times \sqrt{3} \quad \text{la potencia aparente}$$

$$\sin(\Phi) = \frac{\text{Potencia reactiva (Q)}}{\text{Potencia aparente (S)}}$$



Recordatorios e introducción a la energía

Magnitudes físicas eléctricas: potencia activa, aparente y reactiva



La potencia activa es facturada según el consumo de energía activa



La potencia reactiva es facturada en forma de penalidad

Potencia reactiva usada para los campos electromagnéticos de las bobinas

Recordatorios e introducción a la energía

Magnitudes físicas eléctricas: potencia activa, aparente y reactiva

Potencia activa P (en kW)	
Monofásico (entre fases y neutro)	$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$
Monofásico (entre fases)	$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$
Trifásico (3 fases o 3 fases + neutro)	$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$
Potencia reactiva Q (en kvar)	
Monofásico (entre fases y neutro)	$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$
Monofásico (entre fases)	$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$
Trifásico (3 fases o 3 fases + neutro)	$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$
Potencia aparente S (en kVA)	
Monofásico (entre fases y neutro)	$S = V \cdot I$
Monofásico (entre fases)	$S = U \cdot I$
Trifásico (3 fases o 3 fases + neutro)	$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$

Algunas fórmulas útiles para las diferentes potencias

- V= Voltaje entre fase y neutro
- U = Voltaje entre fases
- I = Corriente en el cable
- $\cos(\varphi)$ = factor de potencia
- φ = ángulo entre los vectores V y I

Conceptos básicos de una bomba

Magnitudes físicas hidráulicas: caudal, presión y TDH

Caudal

Es la **cantidad** de líquido que fluye **por unidad de tiempo** a través de un punto específico en un sistema

- Es vinculado a la demanda de los utilizadores río abajo
- Puede variar dependiente de las configuraciones de la bomba, del periodo del año, o del día.



Presión

Es a la **fuerza** ejercida por un fluido, como el agua, **sobre una superficie** en contacto con el fluido

Carga Dinámica Total (TDH) Total Dynamic Head

La presión de agua que debe suministrar la bomba.

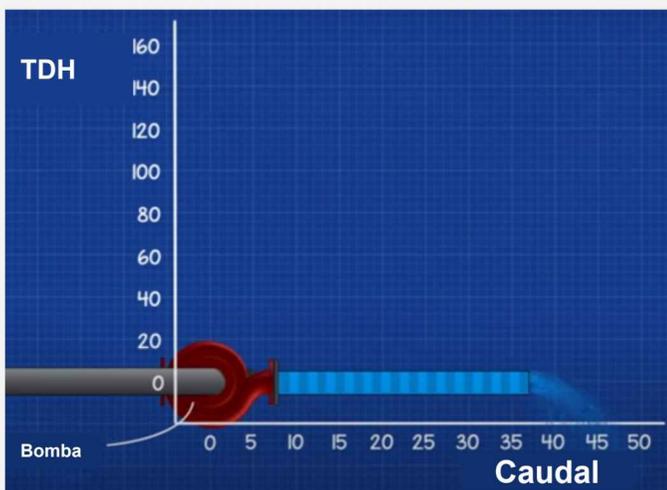
Está afectada por:

- diseño de la red hidráulica
- perfil de elevación
- dimensionado hidráulico

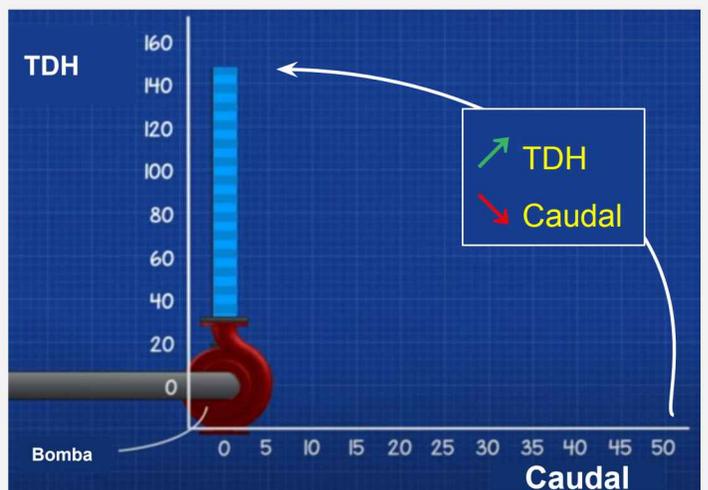
Conceptos básicos de una bomba

Magnitudes físicas hidráulicas: caudal y TDH

Entender la relación entre TDH y caudal de una bomba con un imagen:



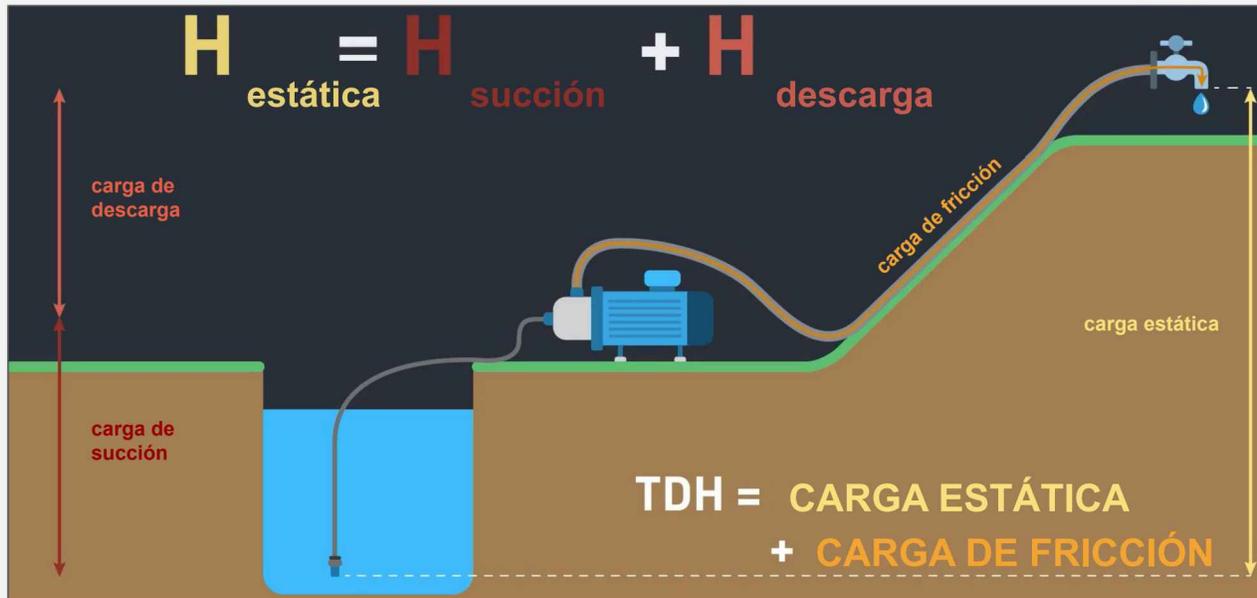
baja TDH y alto caudal



alta TDH y bajo caudal

Conceptos básicos de una bomba

Magnitudes físicas hidráulicas: Carga Dinámica Total o THD



Conceptos básicos de una bomba

Magnitudes físicas hidráulicas: NPSH disponible y requerido

NPSH (Net Positive Suction Head) corresponde a la **carga de succión neta positiva**.

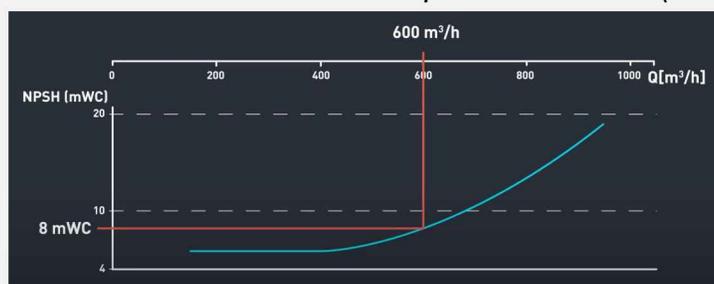
NPSH_R (R=required) es la carga de succión neta positiva requerido. Este valor es facilitada por el fabricante.

NPSH_A (A=available) es la carga de succión neta positiva disponible al punto de succión de la bomba.

Siempre, debe ser:

$$NPSH_{\text{DISPONIBLE}} > NPSH_{\text{REQUERIDO}}$$

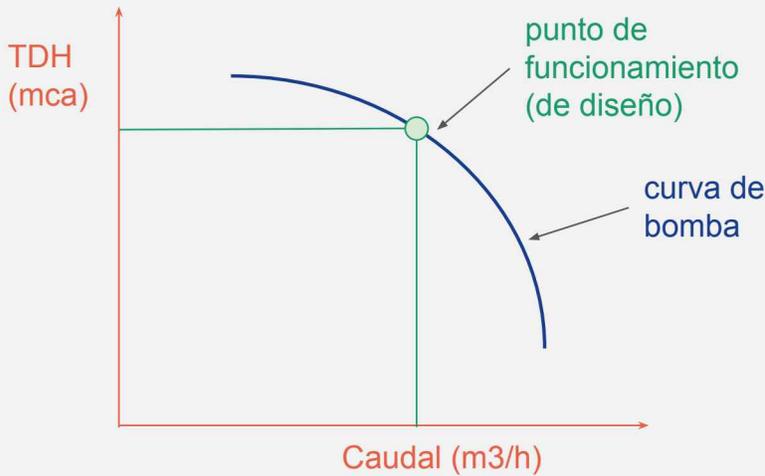
Tipo de curva de NPSH facilitada por el fabricante (en azul):



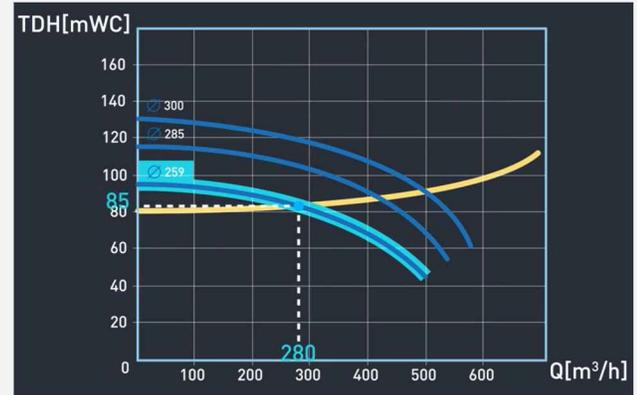
Conceptos básicos de una bomba

Curva de bomba y punto de funcionamiento (o de operación)

Para una bomba de velocidad única



Diferentes tamaños de impulsor de una misma bomba tienen curvas diferentes



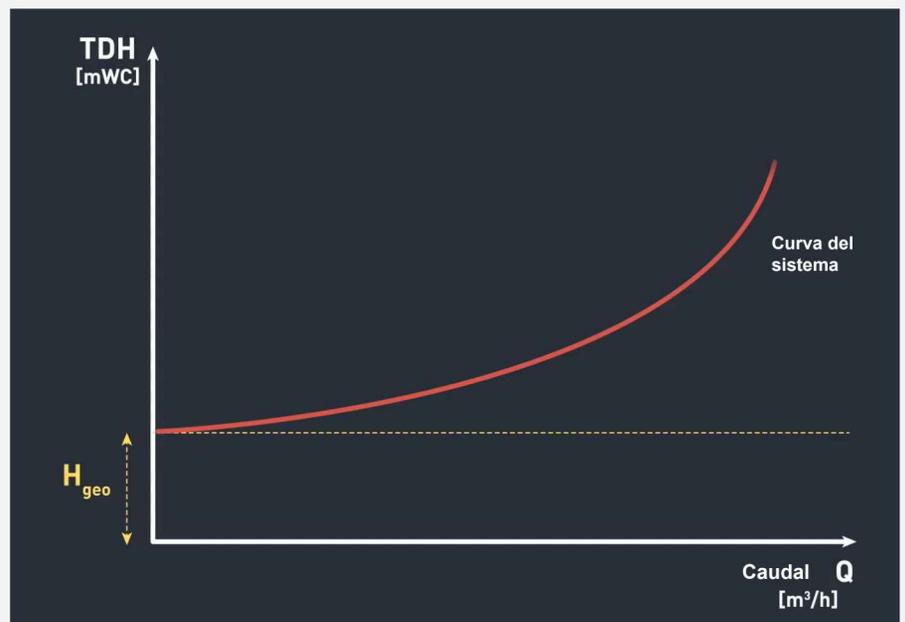
Conceptos básicos de una bomba

Curva del sistema

Representa la **evolución de pérdidas de carga** en el sistema según el flujo.

$$TDH = H_{GEO} + a \times Q^2$$

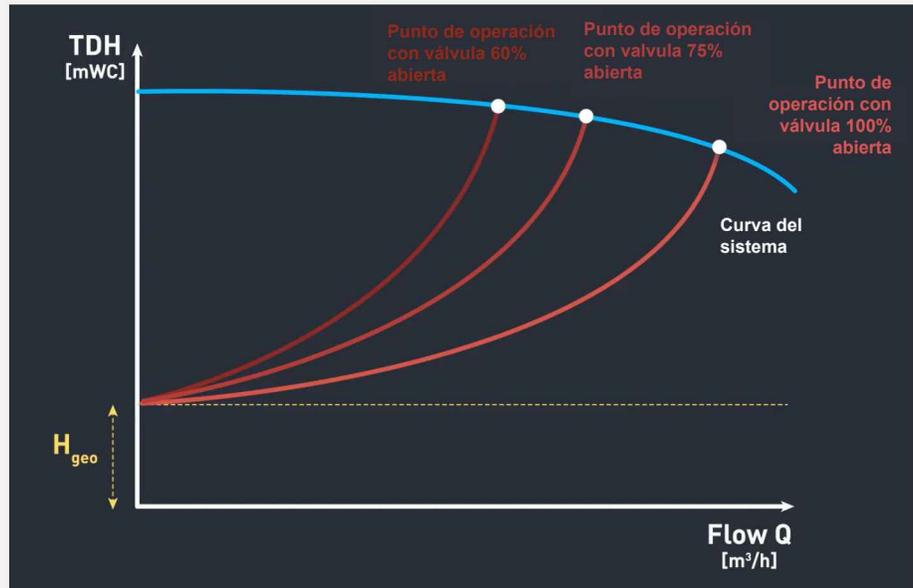
- a : una constante
- Q : caudal
- TDH : Carga Dinámica Total
- H_{GEO} : Carga estática



Conceptos básicos de una bomba

Curva del sistema

Abrir o cerrar la válvula de regulación de la descarga de la bomba, modifica el punto de operación de la bomba y por consecuencia su rendimiento

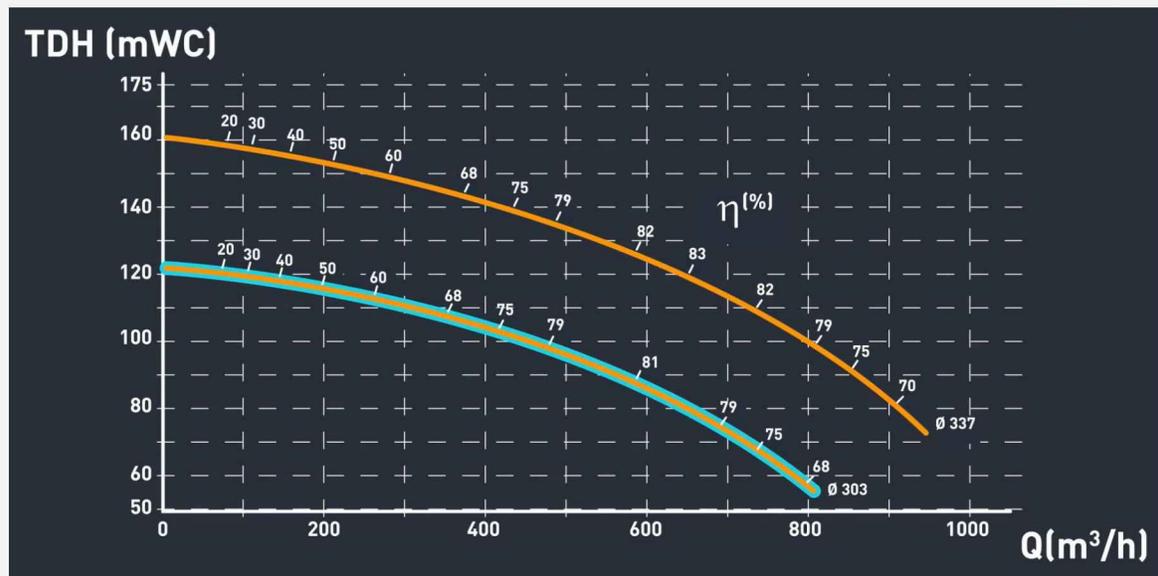


Conceptos básicos de una bomba

Curva de bomba y punto de funcionamiento (o de operación)

Rendimiento y curva de funcionamiento

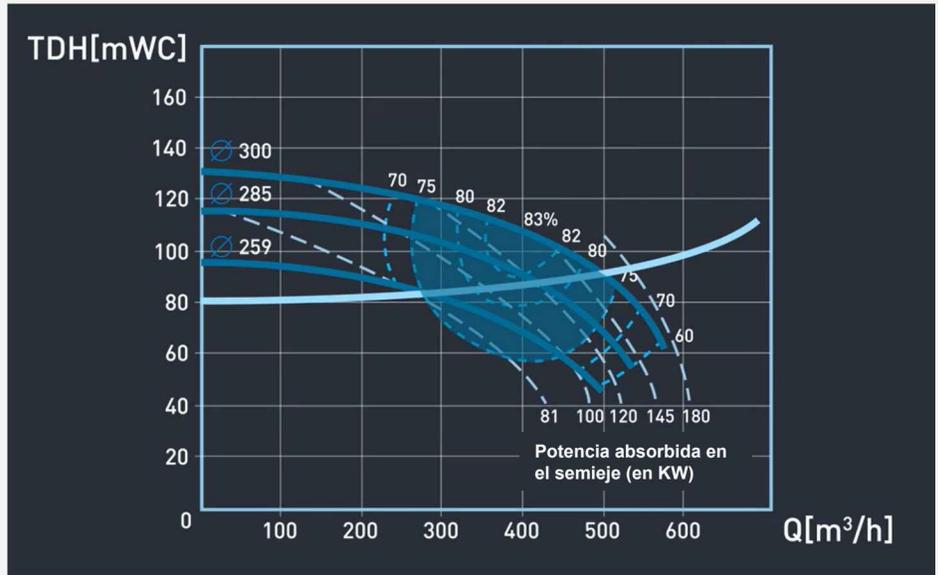
Aquí, el rendimiento está indicado sobre la curva de bomba.



Conceptos básicos de una bomba

Curva de bomba y punto de funcionamiento

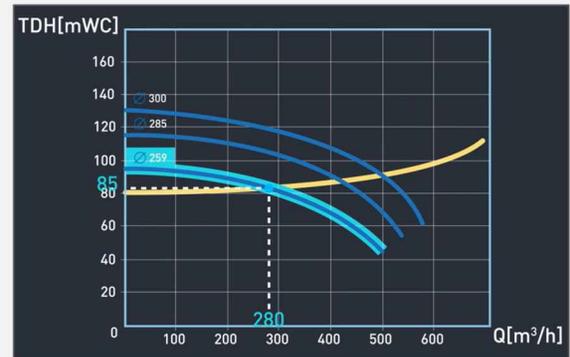
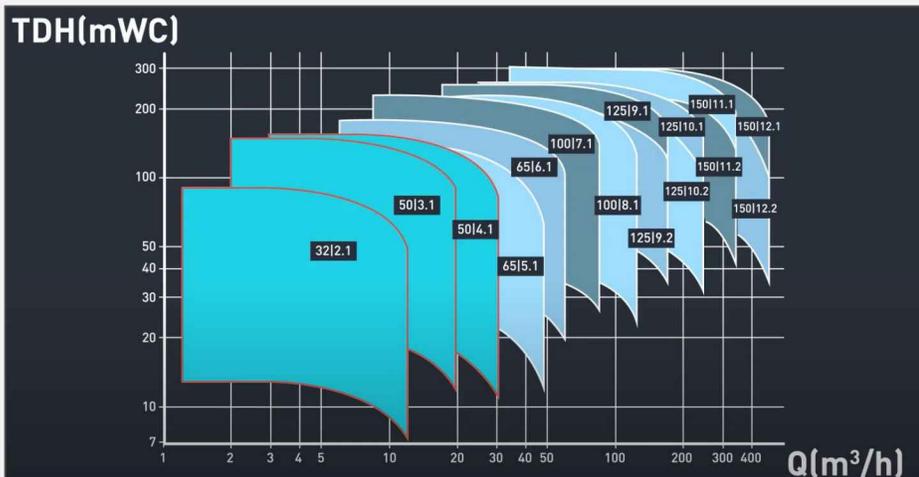
Puntos de operación de una misma bomba con diferentes impulsores



Conceptos básicos de una bomba

Curva de bomba y punto de funcionamiento

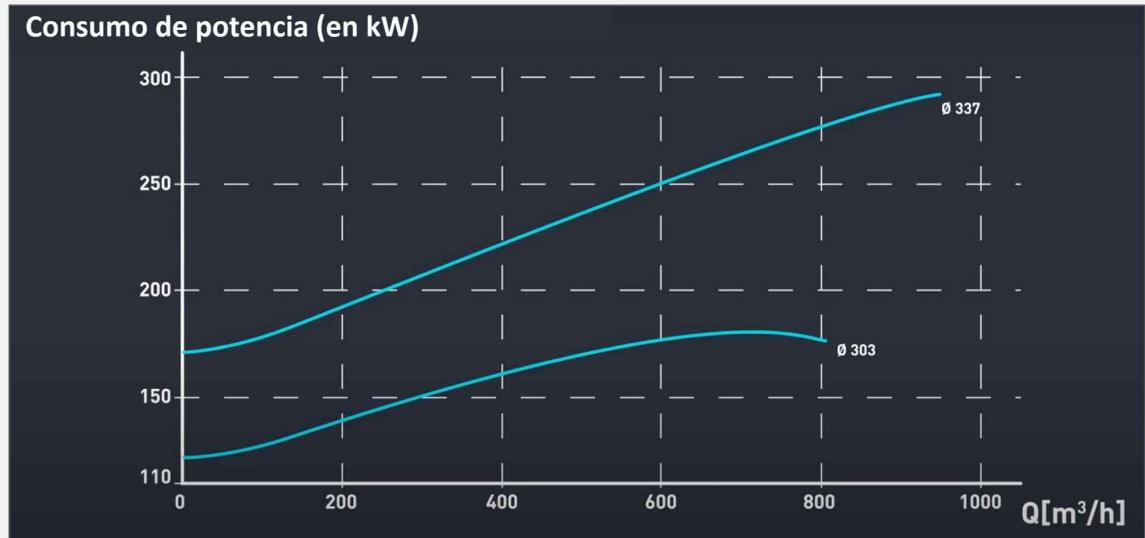
En el caso de bomba con variación de velocidad, los fabricantes pueden entregar este tipo de curvas:



Conceptos básicos de una bomba

Curva de bomba y punto de funcionamiento

Ejemplo de un curva de potencia de una bomba según el caudal que podría ser facilitado por el fabricante



II - Metodología par el desarrollo y la implementación de una estrategia de eficiencia energética

Identificación del perímetro

Inventarios de los equipos



Inventario de todos los equipos que consumen energía: bombas, luces, compresores de aire, etc. En nuestro caso, por las bombas:

- Marca, tipo y modelo del motor y de la bomba
- Año de fabricación del motor y de la bomba
- Número de registro del equipo, edificio y ubicación (coordenadas)
- Número y tipo de contrato de suministro de electricidad
- Potencia de diseño del motor
- TDH y caudal de diseño de la bomba
- Voltaje de alimentación
- Otros equipos en paralelo o en serie
- Y otros elementos como la presencia de arrancador



Lista digital

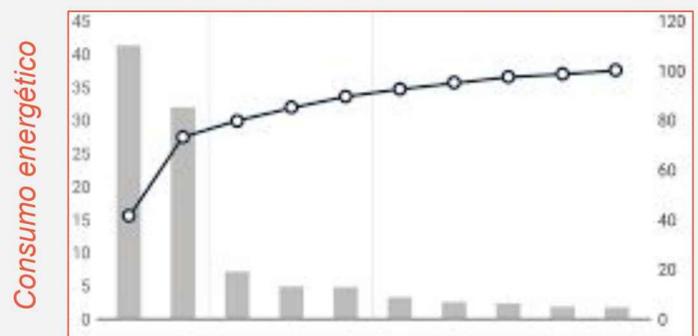
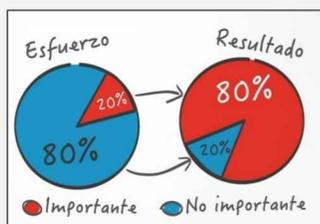
Identificación del perímetro

Usos Significativos de Energía (USEs) y el diagrama de Pareto

Usos Significativos de Energía (USEs):

Uso de la energía que suponga un consumo sustancial de energía y/o que ofrezca un potencial considerable de mejora del rendimiento energético

El principio de Pareto



Equipos por consumo decreciente

La clasificación por consumo decreciente va a tener la forma de un **diagrama de Pareto**

Definición de los indicadores claves de rendimiento

Energía específica



Necesidad de **normalizar** el consumo de energía para evaluar el desempeño

$$\text{Energía específica} = \frac{P_{\text{ELEC. ACTIVA}}}{Q \times \text{TDH}}$$

Se expresa en kWh/m³/mca

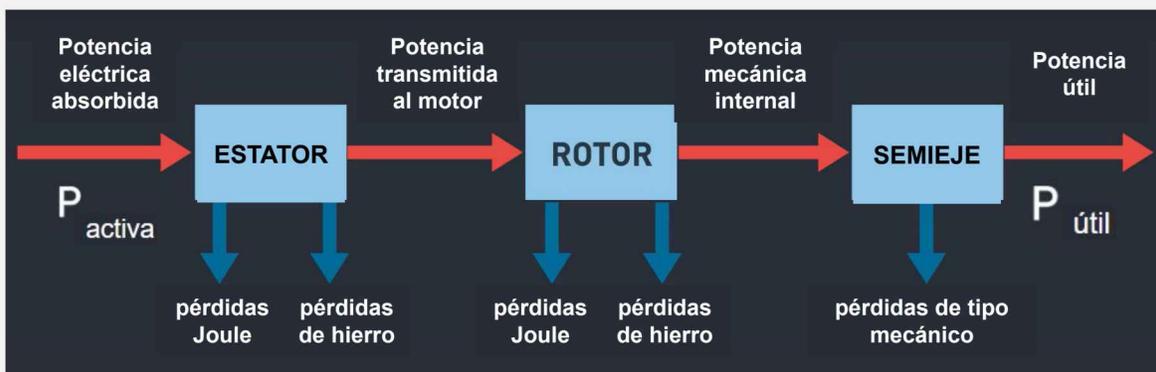
NB:
mca : metro de columna de agua
1 bar = 10.33 mca

$$\eta_{\text{GLOBAL}} = \frac{2.725}{\text{Energía específica} \times 1000}$$

$$\eta_{\text{GLOBAL}} = \eta_{\text{MOTOR}} \times \eta_{\text{BOMBA}}$$

Definición de los indicadores claves de rendimiento

Rendimiento de un motor

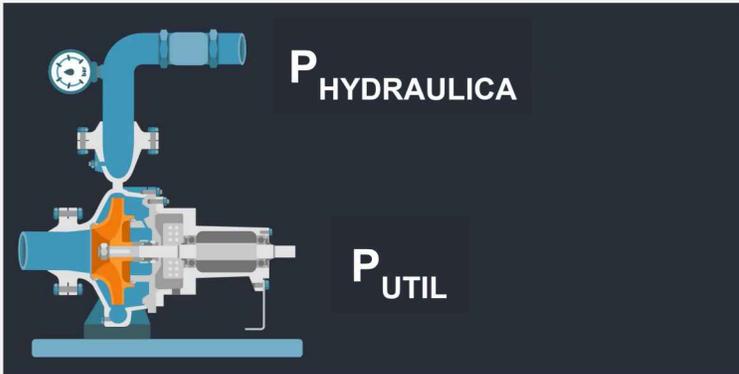


$$\eta_{\text{motor}} = \frac{P_{\text{util}}}{P_{\text{activa}}}$$

aprox. 85% para la mayor parte de los motores

Definición de los indicadores claves de rendimiento

Rendimiento de una bomba



$$\text{Rendimiento: } \eta_{\text{BOMBA}} = \frac{P_{\text{HYDRAULICA}}}{P_{\text{UTIL}}}$$

Definición de los indicadores claves de rendimiento

Rendimiento de una bomba

Potencia hidráulica de una bomba:

$$P_{\text{HYDRAULICA}} = \rho \times g \times Q \times \text{TDH}$$

ρ : densidad de la agua (kg/m³)
 g : aceleración de la gravedad (m/s²)
 Q : caudal (m³/s)
TDH: Cargo Dinamico Total (en m)

De manera simplificada, para el agua:

$$P_{\text{HYDRAULICA}} = \frac{Q \times \text{TDH}}{367}$$

P_{hyd} : potencia hidráulica (kW)
 Q : caudal (m³/h)
TDH: Cargo Dinamico Total (en m)

Definición de los indicadores claves de rendimiento

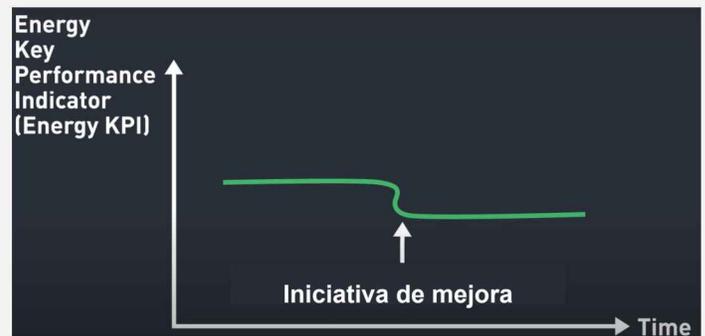
Seguimiento del desempeño

La importancia de seguir los indicadores claves permite que se identifique :

Degradación del desempeño



Mejora después de una acción



Auditoría energética

Objetivos



Evaluar la eficiencia energética auténtica de una o varias instalaciones

- midiendo parámetros hidráulicos
- midiendo parámetros eléctricos



Realizar un análisis técnico-económico

- Comparar el rendimiento con las metas y con otras instalaciones
- Determinar los costos adicionales

→ **identificar prioridades y tomar decisiones**

Auditoría energética

Análisis de la causa raíz - “Root Cause Analysis”

Causas de deterioro de la eficiencia energética de una bomba

- deterioro por uso
- error de diseño para la operación requerida (TDH, caudal)
- cambio de la demanda de agua en la red aguas abajo
- mantenimiento insuficiente o mal realizado
- corrosión
- cavitación
- ...



Necesidad de un **control regular** de la bomba y especialmente en caso de **baja calidad de la electricidad, baja calidad del agua, frecuente mantenimiento correctivo**.



Decidir las acciones de mejora de eficiencia energética (programar trabajos de mantenimiento inmediatos, elaborar un plan de renovación de equipos escalonado en el tiempo)

Auditoría energética

Mediciones eléctricas: 2 tipos de instrumentos

➤ **Multímetro:**

- Mide: corriente, voltaje (singular y complejo), factor de potencia
- 2 canales para voltaje, 1 para corriente
- Características : barato, medición de fase singular, medición única



Multímetro

➤ **Analizador de potencia**

- Mide: corriente, voltaje complejo, factor de potencia, potencia activa, reactiva y aparente
- 4 canales para voltaje, 3 para la corriente
- Características: cálculos automáticos, medición trifásica, registra datos, medición en el tiempo, x4 o x5 mas caro que multímetro



Analizador de potencia

Auditoría energética

Mediciones hidráulicas

Información que se deba recopilar para preparar una auditoría energética:

- marca y modelo de la bomba y del motor
- caudal nominal
- TDH nominal
- tipo de acoplamiento
- curva de bomba del fabricante

Site's operating mode

- número de bomba en operación
- rang
- continuous or intermittent pumping

a **verificar** o **actualizar** al principio de la visita en el sitio mismo



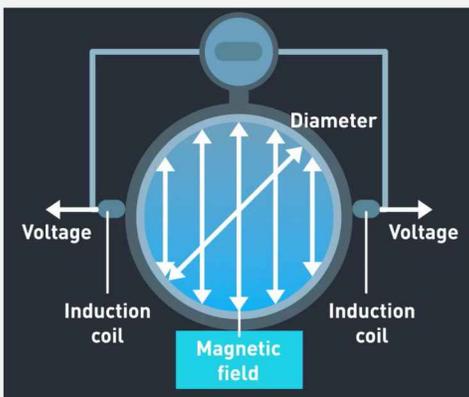
Auditoría energética

Mediciones hidráulicas - Tipos de caudalímetros (1/3)

Electromagnético

Funcionamiento

Voltaje proporcional a la velocidad del flujo
→ fórmula de Faraday



Instalación permanente



Instalación temporal

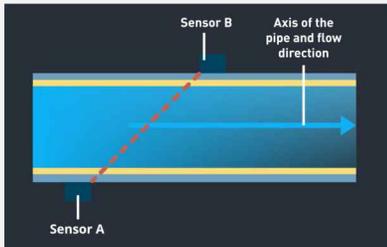


Auditoría energética

Mediciones hidráulicas - Tipos de caudalímetros (2/3)

Ultrasonico de tiempo transito

Funcionamiento



Instalación permanente



Instalación temporal



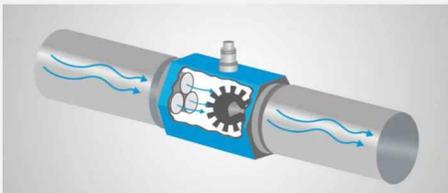
Auditoría energética

Mediciones hidráulicas - Tipos de caudalímetros (3/3)

Totalizador de flujo mecánico (acumulativo)

- más barato
- necessita cálculo \rightarrow caudal = volumen/tiempo
- afectado por la calidad de agua (sólidos)

Funcionamiento



El flujo acciona una turbina o una paleta cuya velocidad de rotación está vinculada al flujo.

Instalación permanente



Auditoría energética

Mediciones hidráulicas - Medición de caudal en estación de elevación

Instrumentos

Sensor de nivel piezométrico



Ultrasonido



Radar

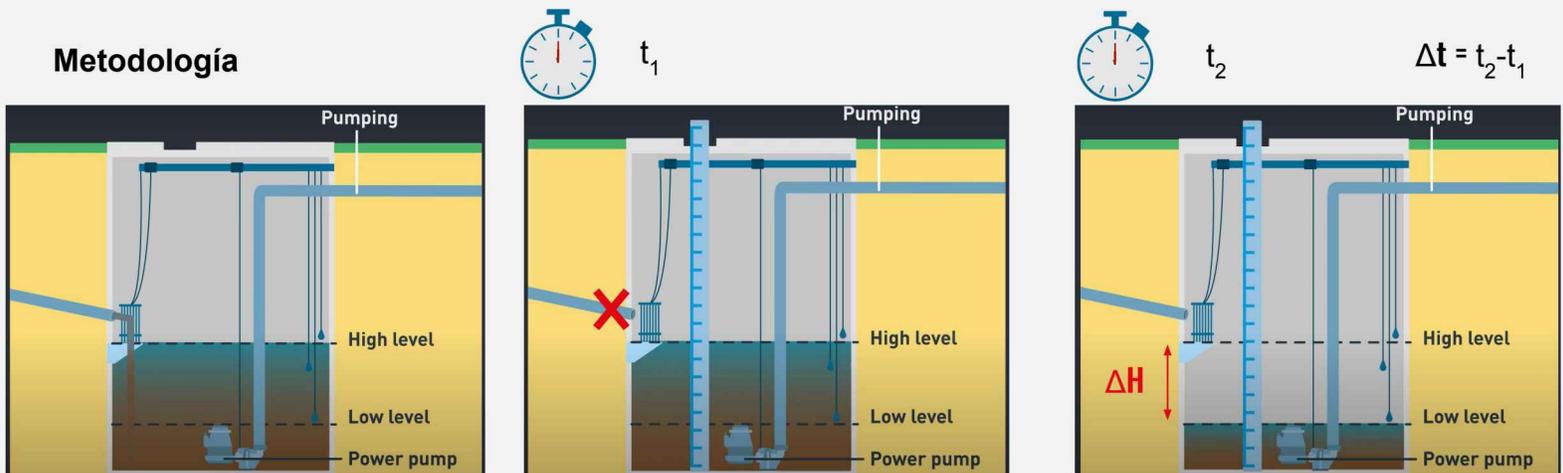
Regla telescópica graduada



Auditoría energética

Mediciones hidráulicas - Medición de caudal en estación de elevación

Metodología



$$\text{Caudal} = \frac{\Delta H \times \text{Superficie}}{\Delta t}$$

Auditoría energética

Mediciones hidráulicas - Manómetros

Manómetros analogicos



Al punto de succión y de descarga de la bomba

Grabador de presión



Auditoría energética

Mediciones hidráulicas : TDH

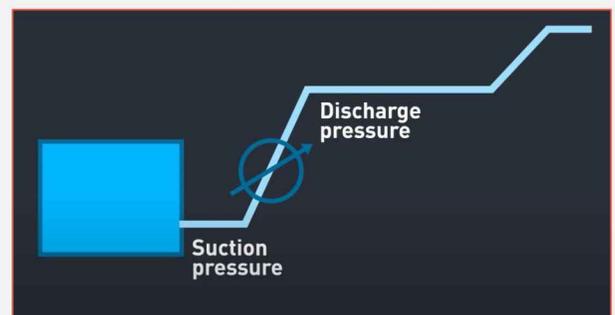
Bomba de superficie

$$TDH = \text{Presión}_{DESCARGA} - \text{Presión}_{SUCCION} + \Delta H$$

ΔH es la diferencia de altura entre la succión y la descarga.



Ejemplo con ΔH negligible

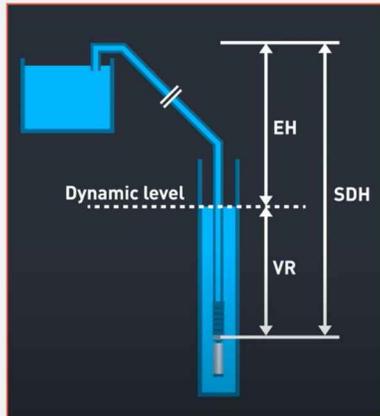


Ejemplo con ΔH significante

Auditoría energética

Mediciones hidráulicas : TDH

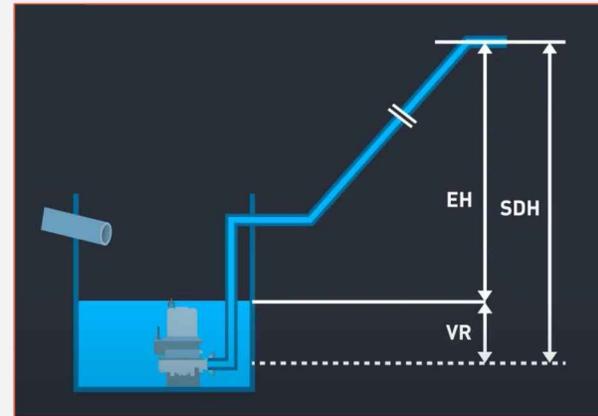
Bomba de turbina vertical



$$TDH = \text{Presión}_{\text{DESCARGA}} - EH + J$$

J : pérdidas de carga
 EH : *Elevation Head* o Carga de Elevación

Bomba sumergible



Factura de electricidad

Estructura de la factura



Cargo fijo (\$DOP) independiente del consumo, dependiente de la potencia contratada (en kVA)

- depende de la categoría de cliente y nivel de voltaje

Cargo variable (\$DOP/kWh) dependiente de la cantidad de energía consumida

- depende del rango del consumo

Cargo por Demanda Máxima de Potencia (\$DOP/kW) dependiente de la potencia maximal real

Penalizaciones (\$DOP por FP distanciada bajo de 0.9) dependiente del factor de potencia (o $\cos\Phi$)



Factura de electricidad Margen de acción del INAPA

Cargo fijo (\$DOP)



Cargo variable (\$DOP/kWh)



Cargo por Demanda Máxima de Potencia (\$DOP/kW)



Penalizaciones (\$DOP por FP distanciada bajo de 0.9)



Optimización energética Soluciones correctivas técnicas

Además del monitoreo de la energía específica, se debe hacer:

Regular y preventivo mantenimiento:

- alineamiento
- juntas
- cojinete
- motor



Renovación o sustitución de la bomba

Recortar el impulsor



Sustitución del motor con un alto rendimiento



Acciones en la red hidráulica (reducción de las pérdidas de carga)

Acciones en el modo de operación de la bomba (bombas en paralelo, VFD, etc)



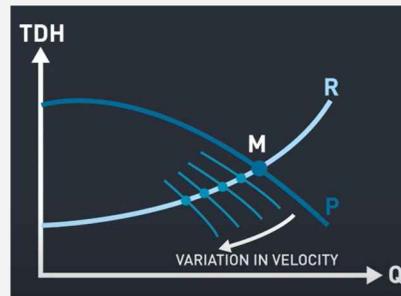
Optimización energética

Soluciones correctivas técnicas - VFD Variador de frecuencia

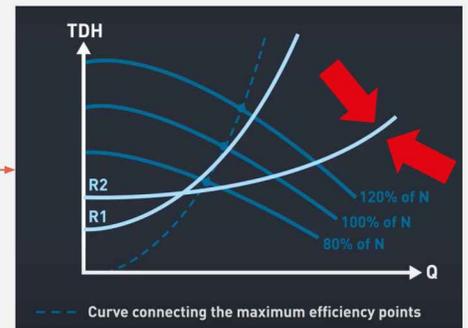


Variación de la **velocidad (v)** del motor

- Caudal $\propto v$
- Presión $\propto v^2$
- Potencia requerido $\propto v^3$



- Δv : max +/- 20% de v_{nominal}
- Verificar que el motor no está sobrecargado
- Verificar la curva de red: VFD no siempre pertinente ! (puede bajar el rendimiento)
- Un VFD consume energía



Optimización energética

Soluciones correctivas técnicas

Se puede reducir los costos energéticos con lo siguiente:

Operación de la bombas durante periodo de tarifa de electricidad baja si existe



Condensadores para compensar la potencia reactiva



Verificar suscripciones y lecturas de la empresa distribuidora de electricidad (error de precio, potencia contratada sobredimensionada, ...)



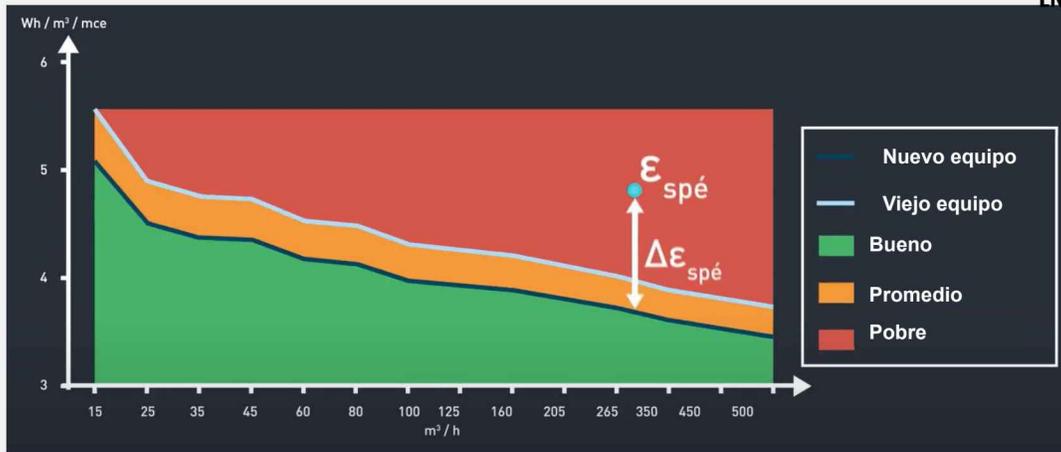


Costos adicionales de operación Energía específica

$$\Delta_{\text{CONSUMO ENERGÉTICO}} = \Delta_{\text{ENERGIA ESPECÍFICA}} \times \text{TDH} \times Q \times \text{Tiempo de Operación}$$

$$\times \text{precio de energía} = \Delta_{\text{COSTO}} \text{ ENERGÉTICO}$$

Seguimiento del indicador de energía específica



III - Introducción a la implementación de un sistema de gestión energética

ISO 50 001

ISO 50001 - Sistema de gestión energética (SGE)

Directrices



- Estándar = documento oficial que permite determinar el nivel de calidad de un producto o servicio.
- Hecho por ISO, una organización global
- Incentiva una **buena gestión energética** → **buena eficiencia energética**
- **Desempeño** = uso racional de la energía + uso de procesos y herramientas los mas eficaz
- Objetivo: **minimizar los gastos** económicos vinculados al consumo de energía
- Se basa en una iniciativa voluntaria de una empresa que se compromete en ISO 50001
- Optimizar los costos de energía para reducir el consumo global de una manera certificada → costo de energía y impacto ambiental mas bajos
- Ventajas:
 - mejora del imagen del INAPA
 - mejora de la pericia de los equipos electromecánica del INAPA
 - ahorros financieros



ISO 50001 - Sistema de gestión energética

Una metodología estructurada



Fija un **esbozo de requisito** que lleva la organización a:

- política de eficiencia energética
- fijar objetivos
- analizar datos de consumo
- tomar buenas decisiones
- medir resultados
- mejorar continuamente la gestión energética

Plan-Do-Check-Act o Planificar-Hacer-Verificar-Actuar



ISO 50001 - Sistema de gestión energética

Zoom en la Revisión energética : una etapa fundamental

Se realizará una **revisión energética** a intervalos definidos que se desarrollará mediante:

- Un análisis del uso y **consumo de energía** basado en **mediciones** y otros datos (tipo de energía actual, evaluación de los usos y consumos de energía pasados y actuales).
- La identificación de los **Usos Significativos de la Energía (USEs)**.
Para cada uno de ellos :
 - Determinar las variables relevantes
 - Determinar el rendimiento energético actual
 - Identificar a las personas que realizan trabajos bajo su control y que influyen o afectan al USEs
 - La determinación y priorización de las oportunidades para mejorar el rendimiento energético
 - Una estimación de los usos y consumos futuros de energía

ISO 50001 - Sistema de gestión energética

PDCA : Plan-Do-Check-That



**PLAN
PLANIFICAR**

1. Establecer una política energética

- Documento accesible
- Requisitos legal, regulatorios de las partes interesadas
- Contexto y perímetro
- Objetivos energéticos y metas
- Compromiso en una mejora continua

2. Elaborar una análisis energética

- Línea de base energética
- Indicadores claves
- Usos significativos de energía
- Oportunidades para mejora
- Plano de acción

ISO 50001 - Sistema de gestión energética

PDCA : Plan-Do-Check-That

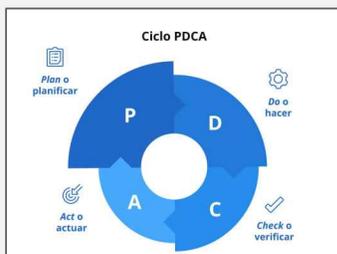


**DO
HACER**

1. Personal informado, competente y capacitada
2. Define papeles, responsabilidades y potencias
3. Alinear actividades de operación y de mantenimiento
4. Evaluar el desempeño energético

ISO 50001 - Sistema de gestión energética

PDCA : Plan-Do-Check-That



**CHECK
VERIFICAR**

1. Verificar y monitorear
 - Usos significativos de energía
 - indicadores de desempeño
 - Eficacia del plan de acción
2. Comparar el consumo de energía planificado y los datos medidos
3. Planificación de auditorías internas
4. Verificar la relevancia del sistema de gestión energética
5. Realizar acciones de mantenimiento correctivo y preventivo

ISO 50001 - Sistema de gestión energética

PDCA : Plan-Do-Check-That



ACT
ACTUAR

Revisar y actualizar

- Política energética
- Evaluación del consumo eléctrico
- Objetivos de energía
- Acciones correctivas y preventivas
- Presupuesto

ISO 50001 - Sistema de gestión energética (SGE)

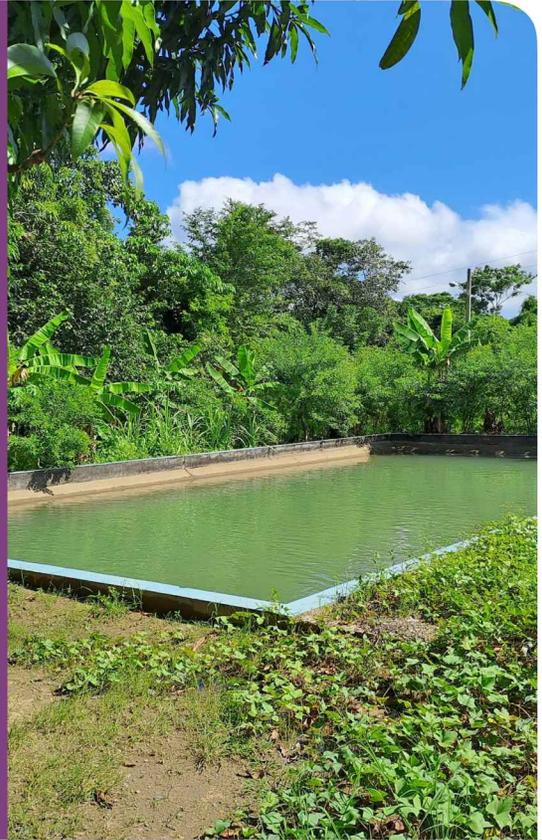
Estado mínimo del SGE para una auditoría externa



- La certificación la realiza un organismo de certificación externo y acreditado (Bureau Veritas Certification, LRQA...)
- Deben haber comenzado a implantarse todos los elementos del SGMA.
- El sistema debe haber sido auditado internamente
- Se debe haber realizado una primera revisión por la dirección
- El personal relacionado con los SEU debe haber recibido formación sobre su papel en el control de los SEU.
- Deben existir planes para mejorar el rendimiento energético y deben haber comenzado a aplicarse.

No se puede conceder la certificación si no hay pruebas de mejora de la eficiencia energética.

Gracias por su atencion



CONSULTING ENGINEERS

Follow us



seureca.veolia.com

CONSULTING ENGINEERS

6.3. ANEXO 3: CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS ANTES Y DESPUÉS DE LA CAPACITACIÓN

Cuestionario

Fecha:

Capacitación:

Nombre del participante:

Puesto:

Responda a las siguientes preguntas marcando la(s) casilla(s) correspondiente(s).

1. ¿A qué corresponde el factor de potencia de una instalación ?

- La potencia de la instalación
- El desfase angular entre voltaje e intensidad de la corriente. Es un indicador de la calidad de diseño y de gestión de una instalación eléctrica.
- El rendimiento de una instalación

2. ¿Cuál es la fórmula simplificada para calcular la potencia hidráulica ?

- Potencia hidráulica [kW] = $\frac{\text{Caudal} * \text{TDH}}{367}$ con el caudal en m³/h, el TDH en m
- Potencia hidráulica [kW] = $\frac{\text{TDH}}{\text{Caudal} * 367}$ con el caudal en m³/h, el TDH en m
- Potencia hidráulica [kW] = $\frac{\text{Caudal}}{367 * \text{TDH}}$ con el caudal en m³/h, el TDH en m

3. Cuando se instala una bomba completamente nueva, no se necesita seguir su eficiencia energética durante los 5 primeros años

- Verdadero
- Falso

4. ¿Cuál es el estándar internacional para los sistemas de gestión energética ?

- ISO 9001
- ISO 55001
- ISO 50001

5. Cuales son los diferentes costos de una factura de electricidad para las estaciones de bombeo por ejemplo ?

- Cargo variable (\$DOP/kWh) dependiente de la cantidad de energía consumida
- Cargo fijo (\$DOP) "administrativo", dependiente de la potencia contratada (en kVA)

- Cargo por Demanda Máxima de Potencia (\$DOP/kW) dependiente de la potencia maximal real
- Penalidades dependiente del factor de potencia (o $\cos\Phi$)
- Todas las respuestas de arriba

6. Escoja la frase correcta.

- El caudal es la cantidad de líquido que fluye por unidad de tiempo a través de un punto específico en un sistema y la Carga Dinámica Total (o TDH) es la presión de agua que debe suministrar la bomba
- La Carga Dinámica Total (o TDH) es la cantidad de líquido que fluye por unidad de tiempo a través de un punto específico en un sistema y el caudal es la presión de agua que debe suministrar la bomba
- Caudal y Carga Dinámica Total son las mismas magnitudes físicas

7. ¿Cuáles pueden ser las causas de deterioro de la eficiencia energética de una bomba ?

- deterioro por uso
- error de diseño para la operación requerida (TDH, caudal)
- cambio de la demanda de agua en la red aguas abajo
- mantenimiento insuficiente o mal realizado
- corrosión
- cavitación

8. ¿Qué tipo de medición se debe hacer durante una auditoría energética de una instalación de bombeo para conseguir la eficiencia energética ?

- mediciones hidráulicas (caudal y presión) únicamente
- mediciones eléctricas (factor de potencia, potencia activa, reactiva, aparente)
- ambos

9. ¿Qué son los Usos Significativos de Energía ?

- Equipos cuyo uso de la energía suponga un consumo sustancial de energía y/o que ofrezca un potencial considerable de mejora del rendimiento energético
- Todos los equipos del perímetro de la organización que consumen energía
- Equipos que producen energía renovable

6.4. ANEXO 4: DATOS DE FACTURACIÓN DISPONIBLES

La tabla indica los datos de facturación que disponemos para realizar esta estrategia provisional de EE para cada instalación del alcance. Cada barra representa un mes. Cuando hay 12 barras en una celda, significa que las informaciones son conocidas para los 12 meses del periodo. Un espacio vacío significa, al contrario, que la información falta.

								PERIODO: DE DICIEMBRE 2022 A NOVIEMBRE 2023						
S. no	CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Prioridad	Tipo de edificio	Diagnóstico hecho (Si/No)	MONTO FACTURADO (\$DOP)	CARGO FIJO (\$DOP)	CONSUMO (\$DOP)	MONTO PENALIDAD (\$DOP)	DEMANDA DE POTENCIA (\$DOP)	CONSUMO (kwh)	ENERGIA REACTIVA (kVarh)
								(Evolución y información disponible)	(Evolución y información disponible)	(Evolución y información disponible)	(Evolución y información disponible)	(Evolución y información disponible)	(Evolución y información disponible)	(Evolución y información disponible)
1	6005193	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARETE	PLANTA DE TRATAMIENTO AC. NAVARETE	P3	Planta de tratamiento	No							
2	6110367	DAJABON	VILLA VASQUEZ	ESTACION DE BOMBEO EB-4	P3	Bombeo	No							
3	6250030	MONTECRISTI	PARTIDO	OFICINA DE OPERACIONES DE INAPA	N/A	Oficina	N/A							
4	6259453	DAJABON	DAJABON	PLANTA DE TRATAMIENTO	P3	Planta de tratamiento	No							
5	6330900	DAJABON	PARTIDO	OFICINA COMERCIAL	N/A	Oficina	N/A							
6	6485927	DAJABON	PARTIDO	Aguas de Luis	P1	Bombeo	Si							
7	6498348	VALVERDE	LAGUNA SALADA	La Caya	P1	Bombeo	Si							
8	6563966	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 1	P1	Bombeo	Si							
9	6563970	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 2	P1	Bombeo	Si							
10	6769926	DAJABON	DAJABON	CARCAMO DE BOMBEO AC. DAJABON (NUEVO)	P3	Bombeo	No							
11	6845991	MONTECRISTI	Villa Vasquez	EB-2 ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	N/A	Bombeo	No							
12	6845997	MONTECRISTI	Villa Vasquez	EB-3 ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	P3	Bombeo	No							
13	7158502	DAJABON	RESTAURACION	SIST. DE BOMBEO MARIANO CESTERO (PLANTA DE TRATAMIENTO)	N/A	Bombeo	No							
14	7165008	VALVERDE	LA SABANA	Ac. Potrero	P3	Bombeo	No							
15	7165009	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO EL PINO (Dajabón)- AC. EL PINO (Ac. Villa Los Almacigos)	P3	Bombeo	No							
16	7165010	SANTIAGO RODRIGUEZ	SAN IGNACIO DE SABANETA	ESTACION DE BOMBEO LOS TOMINES- (TANQUE DE INAPA)	P3	Bombeo	No							
17	7165014	MONTECRISTI	MONTECRISTI	PLANTA DE AGUAS RESIDUALES MONTECRISTI	P3	Planta de aguas residuales	No							
18	7165020	DAJABON	PARTIDO	BOMBEO DE VACA GORDA	P3	Bombeo	No							
19	7166114	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO AC. MONCION	P2	Bombeo	No							
20	7166235	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO, AC. ARROYO BLANCO EL GUANAL	P3	Bombeo	No							
21	7175211	VALVERDE	LAGUNA SALADA	CAMPAMENTO OPERACIONES	N/A	Campamento operaciones	N/A							
22	7175973	VALVERDE	MAO	AC. LINEA NOROESTE (ETA) PLANTA DE TRATAMIENTO	P3	Planta de tratamiento	No							
23	7220397	MONTECRISTI	MONTECRISTI	Jaiquí	P1	Bombeo	Si							
24	7224281	MONTECRISTI	GUAYUBIN	Los Limones	P1	Bombeo	Si							
25	8129122	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARETE	RELEVO LA ATRAVESADA, AC. NAVARETE, (BOOSTER DEL SECTOR II)	P3	Bombeo	No							
26	8449731	DAJABON	LOMA DE CABRERA	OFICINA COMERCIAL	N/A	Oficina	N/A							
27	8548590	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARETE	RELEVO BARRERO, SECTOR PONTON- (ESTACION 5 NAVARETE)	P3	Bombeo	No							
28	8942776	MONTECRISTI	MONTECRISTI	ESTACION DE BOMBEO	N/A	Bombeo	No							
29	6551028	MONTECRISTI	ARROYO CAÑA	Arroyo Caña	P1	Bombeo	Si							
30	6005179	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. HATO DEL YAQUE	P1	Bombeo	No							
31	6005279	SANTIAGO LOS CABALLEROS	BAITOA	AC. BAITOA-(ESTACION DE BOMBEO PRESA DE TAVERAS)	P2	Bombeo	No							
32	6005182	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLERO	AC. MULTIPLE LA CANELA-(AC. LOS ALMACIGOS)	P2	Bombeo	No							
33	6005088	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	RELEVO VILLA BAO, AC. HATO DEL YAQUE	P2	Bombeo	No							
34	8450670	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	ESTACION DE RELEVO GUAYACANAL, AC. VILLA BAO (NUEVO)	P2	Bombeo	No							
35	8103825	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARETE	AC. NAVARETE - RELEVO LA ATRAVESADA / (ESTACION DE BOMBEO	N/A	Bombeo	No							
36	6005157	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO - BOMBEO	P1	Bombeo	No							
37	5235920	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO	P2	Planta de tratamiento	No							
38	6000189	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO SABANA IGLESIA EXTENSION A LOS RANCHOS (ESTACION DE BOMBEO)	P2	Bombeo	No							
39	6005159	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO PALO AMARILLO	P2	Bombeo	No							
40	8868169	MONTECRISTI	MONTECRISTI	PLANTA DE TRATAMIENTO	P3	Planta de tratamiento	No							

SEURECA

Mailing address

30 rue Madeleine Vionnet • 93300 Aubervilliers, France

seureca.veolia.com