



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

INFORME SOBRE PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC

(Juchitán de Zaragoza y El Espinal, Oaxaca)

Informe elaborado por:

Odón de Buen Rodríguez
Director General

Héctor Francisco Ledezma Aguirre
Director de Fomento, Difusión e Innovación

Gloria Zárate Gutiérrez
Directora de Estados y Municipios

Moisés Pani Trujillo
Subdirector de Estados y Municipios

Alicia Gutiérrez Clairin
Subdirectora de Alumbrado Público

Jorge Benítez Luna
Subdirector de Alumbrado Público

Celso José Lara Torres
Subdirector de Área

Ana Elizabeth Garzón Carballo
Jefe de Departamento de Estados y Municipios

Delfino Sánchez Rodríguez
Jefe de Departamento de Alumbrado Público

María de Lourdes Hernández Torres
Profesional Ejecutivo de Servicios Especializado

Contenido

| | |
|--|----|
| Agradecimientos | 1 |
| Antecedentes | 2 |
| Etapas de ejecución del proyecto | 3 |
| Introducción | 3 |
| Diagnóstico de los servicios públicos municipales | 3 |
| Términos de referencia | 4 |
| Investigaciones de mercado y bases de licitación | 5 |
| Evaluación de las ofertas y adjudicación | 6 |
| Sustitución de los sistemas municipales y evaluación de la conformidad de las NOM de Instalaciones..... | 7 |
| Alumbrado público de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza..... | 7 |
| Bombeo de agua potable de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza..... | 8 |
| Alumbrado público de El Espinal, Oaxaca | 9 |
| Conclusiones | 10 |
| Anexo técnico A | 11 |
| Censos de alumbrado público del municipio de la heroica ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca | 11 |
| Tabla 1.- Censo de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca en 2014..... | 11 |
| Tabla 2.- Censo de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca en 2018 | 12 |
| Anexo técnico B | 13 |
| Censos de alumbrado público del municipio de El Espinal, Oaxaca..... | 13 |
| Tabla 3.- Censo de alumbrado público en el municipio de El Espinal, Oaxaca en 2016 | 13 |
| Tabla 4.- Censo de alumbrado público en el municipio de El Espinal, Oaxaca en 2019 | 14 |
| Anexo técnico C | 15 |
| Sistema de bombeo de agua potable de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca en 2014..... | 15 |
| Tabla 5.- Sistema de bombeo de agua potable de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca en 2014 | 15 |
| Tabla 6.- Sistema de bombeo de agua potable de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca en 2018 | 15 |
| Tabla 7.- Historial del consumo mensual de energía eléctrica del sistema de bombeo de agua potable de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca | 15 |

**Informe sobre proyectos de eficiencia
energética en servicios públicos
municipales en el Istmo de Tehuantepec
(Juchitán de Zaragoza y El Espinal,
Oaxaca)**

AGRADECIMIENTOS

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) agradece a los Presidentes y Presidentas Municipales de la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza: Lic. Saúl Vicente Vázquez, Lic. Gloria Sánchez López, y la Lic. María de Jesús Martínez, y el Secretario del Ayuntamiento, Lic. Óscar Cruz López; así como a los Presidentes Municipales de El Espinal, Lic. Raúl Edgardo Benítez Meza y C. Hazael Matus Toledo, y el Secretario del Ayuntamiento, Lic. Oscar Castillejos Peto, por el apoyo y las facilidades otorgadas para la ejecución de los proyectos de eficiencia energéticas en los servicios públicos.

Además, a los funcionarios de la Comisión Estatal del Agua del Gobierno de Oaxaca, Lic. Benjamín Hernández Ramírez, Director General, Lic. Mauricio Cano, Coordinador de Apoyo a Organismos Operadores, y Arq. Omar Salinas, Administrador del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, por su colaboración en el proyecto de bombeo de agua potable.

De igual forma, al C. Pedro Castellanos e Ing. Jorge Peralta, Directores de Alumbrado Público en la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, por la colaboración en la ejecución del proyecto de alumbrado público.

También, aprovechamos para reconocer la colaboración en la elaboración de los diagnósticos de los servicios públicos de ambos municipios, a los catedráticos de la

Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, Maestros en Ingeniería: Iván Urzúa Rosas, Silvina Alonso Salinas y Augusto Sánchez Cifuentes y el Dr. Eduardo Medina Hernández, y del Instituto Tecnológico del Istmo de Tehuantepec, a su Director General, Ing. Jorge Márquez Juárez, así como al M.C. José Manuel Dehesa Martínez e Ing. Fernando Ruiz Gallegos.

Por último, destaca la colaboración en los procesos administrativos y jurídicos del proyecto, de los funcionarios del Órgano Interno de Control en la Secretaría de Energía: Lic. Yolanda Langerica Castelán, Lic. Raymundo Arreola Hernández, así como a los funcionarios del área administrativa y jurídica de la Conuee, Ing. Enrique Sobrino Monroy, Lic. Luis Vega Becerra, Lic. Francisco Navarrete Rodríguez y Lic. Miguel Robles Roa.

ANTECEDENTES

Actualmente, el estado de Oaxaca encabeza la lista de 13 entidades del país que cuentan con un potencial de recurso eólico para la generación de energía eléctrica. La región del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca alberga más del 50% de la capacidad instalada de generación de energía eléctrica con el citado recurso, donde se han desarrollado proyectos equivalentes a una capacidad instalada de 2,756 megawatts (MW)¹.

En este contexto, y debido a la entrada en vigor de la Ley de la Industria Eléctrica, la Secretaría de Energía, en coordinación con la Secretaría de Gobernación, el Gobierno Estatal y los desarrolladores de proyectos de generación de energía limpia, llevó a cabo el procedimiento de consulta previa, libre e informada en la comunidad indígena de la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, con el fin de tomar en cuenta los intereses y derechos de dicha comunidad.

El procedimiento fue hecho conforme al Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre pueblos indígenas y tribales², el Artículo 1 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos³ y el Artículo 119 de la Ley de la Indus-

tria Eléctrica⁴, destacando que es la primera ocasión que en el país se realiza este proceso completo.

Bajo esta perspectiva, el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Energía (Sener) e instrumentado el proyecto por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee), se comprometió con la comunidad a implementar acciones de eficiencia energética en los servicios públicos municipales de la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza y El Espinal, Oaxaca, para beneficiar directamente a poco más de 108 mil habitantes.

Por este motivo, la Conuee solicitó 37.4 millones⁵ de pesos al Comité Técnico del Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Fotease) de la Sener para la ejecución de las acciones de mejoramiento de los sistemas de alumbrado público y bombeo de agua potable de los municipios citados; esto, a través del denominado "*Proyecto de eficiencia energética en servicios públicos municipales en el Istmo de Tehuantepec*", mismo que fue aprobado por dicho Comité Técnico.

¹ Disponible en: <https://www.amdee.org/mapas-eolicos>

² Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_345065.pdf

³ Disponible en: <http://www.sct.gob.mx/JURE/doc/cpeum.pdf>

⁴ Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIElec_110814.pdf

⁵ Con base en la información de 475 proyectos de alumbrado público que solicitaron participar en el Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal que coordina la Conuee.

ETAPAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Introducción

El proyecto consistió en la sustitución de *5,242 sistemas de alumbrado público y 7 sistemas de bombeo de agua potable*⁶ de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, y la sustitución de *946 sistemas de alumbrado público de El Espinal*, ambos municipios ubicados en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Bajo esta premisa, la Conuee planteó llevar a cabo las siguientes actividades:

- *Desarrollo de diagnósticos del estado que guardaban los sistemas de los servicios municipales.*
- *Preparación de los términos de referencia o compra.*
- *Elaboración de investigaciones de mercado en el sistema de compras del Gobierno Federal.*
- *Elaboración y publicación de las bases de licitación, incluyendo su revisión por parte del Órgano Interno de Control en la Secretaría de Energía.*
- *Proceso de evaluación de las ofertas y adjudicación.*
- *Ejecución de la sustitución de los sistemas de los servicios municipales.*
- *Evaluación de la conformidad de los sistemas de los servicios municipales, con apoyo de las Unidades de Verificación de Instalaciones Eléctricas y Eficiencia Energética en Alumbrado Público.*

Es importante señalar que, durante el procedimiento de consulta, el Municipio de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza había solicitado la instalación de una planta de generación de energía eléctrica fotovoltaica para alimentar al sistema de alumbrado público, sin embargo, el sistema de alumbrado público existente era antiguo e ineficiente, por lo que dicha planta fotovoltaica generaría energía limpia para un sistema ineficiente.

En ese sentido, la Conuee informó al municipio que primero era necesario disminuir el consumo de energía a través de medidas de eficiencia energética y, posteriormente, desarrollar la instalación de la planta de generación de energía fotovoltaica.

Asimismo, el municipio buscó un financiamiento con Banobras para realizar el cambio de los sistemas de alumbrado público; sin embargo, no aseguraba el proceso por las implicaciones administrativas que conllevaba, por ello, solicitó a la Conuee considerar la sustitución del alumbrado público con los recursos del Fotease, debido a que tendría mayor impacto en las finanzas locales y beneficio directo en los habitantes de la región.

Diagnóstico de los servicios públicos municipales

La Conuee contrató los servicios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (FI-UNAM) y del Instituto Tecnológico del Istmo

⁶ La operación del servicio a cargo de la Comisión Estatal de Agua del Gobierno del Estado de Oaxaca. <http://www.cea.oaxaca.gob.mx/>

(TecNM-ISTMO) para realizar los diagnósticos de los sistemas de alumbrado público y bombeo de agua potable de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza y de El Espinal, Oaxaca.

Ambas instituciones educativas realizaron recopilación de información sobre los sistemas de alumbrado público in situ, en particular, las características y geometría de las vialidades, circuitos eléctricos e infraestructura física disponible. Para el sistema de bombeo de agua potable, se recopiló información y se desarrollaron mediciones sobre la profundidad de los sitios de extracción de agua, desempeño y condiciones de los motores, bombas e instalaciones eléctricas, banco de capacitores, entre otros.

Estos diagnósticos fueron claves dado que arrojaron la información base para la preparación de las propuestas para mejorar el servicio, pero se destaca que los motores y bombas del sistema de agua de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza trabajaban fuera de las eficacias establecidas en las normas y que cerca del 80% de los sistemas de alumbrado público de El Espinal eran de tecnología fluorescente, misma que no es apta para el servicio de alumbrado público.

Términos de referencia

Con base en los resultados del estado que guardaban los sistemas de alumbrado público y bombeo de agua potable de ambos municipios, la Conuee elaboró el listado de requerimientos técnicos necesarios para mejorar los servicios públicos a

través de los términos de referencia, los cuales consistieron en el suministro⁷ e instalación de:

- 5,242 sistemas de alumbrado público con lámparas de aditivos metálicos cerámicos y 7 sistemas de bombeo de agua potable (*conjunto motor-bomba sumergible de tipo pozo profundo*) para la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza.
- 946 sistemas de alumbrado público con lámparas de aditivos metálicos cerámicos para El Espinal.

Además, se incluyó la renovación de elementos básicos de la infraestructura de ambos sistemas, tales como abrazaderas, conectores, brazos, postes, cableado, interruptores, arrancadores, banco de capacitores, entre otros.

En estos términos de referencia, y con base en la experiencia en el apoyo técnico de la Conuee al municipio de Guadalajara, Jalisco, en un proceso similar, la Conuee definió 29 modelos de las más de 200 vialidades de ambos municipios, con la finalidad de que los sistemas propuestos cumplieran con los valores de niveles de iluminación establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER-2013 - Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades

Para el caso de los sistemas de bombeo de agua potable, la FI-UNAM propuso las capacidades y parámetros de diseño de los sistemas de bombeo de agua potable, con base en los análisis técnicos hechos in situ y el comportamiento de los niveles dinámicos de cada uno de los 7 sitios de extracción, en apego a la NOM-006-ENER-2015 -

⁷ Entendiéndose como sustitución, el desmontaje del equipo ineficiente y la instalación del equipo de tecnología eficiente

Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. Límites y método de prueba.

En el diseño de los términos y evaluación de las ofertas, se tomaron en cuenta el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas de Eficiencia Energética y Seguridad de productos, sistemas e instalaciones, las herramientas electrónicas de evaluación de proyectos de alumbrado público (SEAD⁸) y bombeo de agua potable (Pik-Já⁹), y guías de diagnósticos energéticos en los sistemas de bombeo de agua potable¹⁰ elaboradas por Conuee con apoyo de la Cooperación Técnica Alemana (GIZ, por sus siglas en inglés).

Investigaciones de mercado y bases de licitación

Esta fue la primera ocasión que la Conuee emprendió un proyecto de esta naturaleza, tanto en la parte técnica como administrativa; por ello, el procedimiento de contratación se llevó a cabo conforme a lo que establece la Ley de adquisiciones, arrendamientos y servicios del sector público, atendiendo investigaciones de mercado para conocer las condiciones que imperaban sobre los requerimientos incluidos en los términos de referencia, con el fin de buscar las mejores condiciones de calidad y precio.

También, se realizaron modificaciones a los términos de referencia; esto, debido a

los resultados de las investigaciones, ya que las cotizaciones de los ofertantes estaban por encima de lo autorizado por el Fotease, particularmente, para la contratación de los sistemas de bombeo de agua potable. No obstante, las modificaciones a los términos no afectaron el objetivo de la sustitución de los sistemas de bombeo de agua potable.

Posteriormente, y una vez que las cotizaciones ofertadas entraron en el presupuesto asignado, la Conuee preparó y publicó por medio del sistema de compras del Gobierno Federal (Compranet), las Convocatorias de Licitaciones Públicas Nacionales para la sustitución del alumbrado público, con el expediente número 1020855, y la sustitución de bombeo de agua potable, con el expediente número 1755462, ambos para la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, así como, la sustitución del alumbrado público en el municipio de El Espinal, Oaxaca, con el expediente número 1707261.

Dichas Convocatorias fueron revisadas y aprobadas por el Grupo Revisor, integrado por el Órgano Interno de Control (OIC) en la Sener y personal técnico y administrativo de la Conuee.

Por último, y para garantizar los avances de la sustitución de los sistemas, la Conuee contrató el servicio de supervisión, reporte y verificación a través de las Unidades de Verificación de Instalaciones Eléctricas y Eficiencia Energética en Alumbrado Público, mediante los expedientes 1167888, 1755218 y 1755024 de Compranet.

⁸ Disponible en: <https://www.superefficient.org/Tools/Street-Lighting-Tool>

⁹ Disponible en: <https://www.conuee.gob.mx/fenix/programas/herramientas/RegHerrEvPik.jsp>

¹⁰ Guía para realizar diagnósticos energéticos y evaluar medidas de ahorro en equipos de bombeo de agua de organismos operadores de agua potable

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/268483/Gu_a_para_realizar_diagn_sticos_energ_ticos_y_evaluar_medidas_de_ahorro.pdf

Evaluación de las ofertas y adjudicación

De acuerdo con las Convocatorias de Licitaciones Públicas Nacionales publicadas, se recibieron propuestas de cerca de 10 empresas con experiencia en la sustitución de sistemas de alumbrado público y bombeo de agua potable.

Una vez recibidas dichas propuestas, la Conuee evaluó los requerimientos administrativos, legales y técnicos, con apoyo del OIC en la Sener, destacando el cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX) de Seguridad y Eficiencia Energética aplicables a los sistemas de alumbrado público y

bombeo de agua potable, así como accesorias para la adecuada operación, a través de certificados de productos, dictámenes de verificación, dictámenes técnicos e informes de pruebas emitidos por laboratorios acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), lo cual permitió brindar garantía o certidumbre técnica al proceso de evaluación de las propuestas hechas por los licitantes.

La Conuee adjudicó a dos empresas la atención de los requerimientos solicitados en ambos municipios y se apoyó de dos Unidades de Verificación de Instalaciones Eléctricas y Eficiencia Energética en Alumbrado Público para la revisión de los trabajos entregados.

SUSTITUCIÓN DE LOS SISTEMAS MUNICIPALES Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LAS NOM DE INSTALACIONES

Alumbrado público de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza

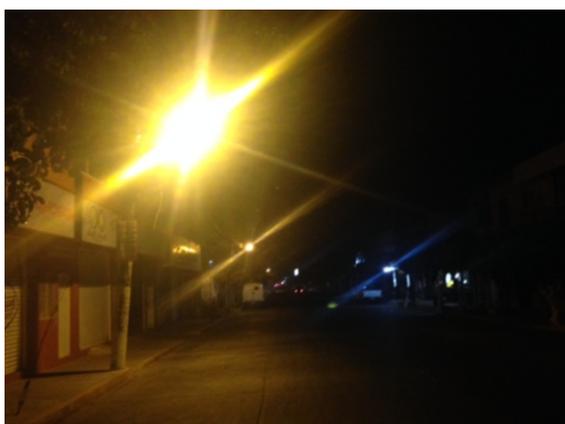
El suministro e instalación de los 5,242 sistemas de alumbrado público de la tecnología de aditivos metálicos cerámicos¹¹ de potencia 50,100 y 150 watts para la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, con una inversión de 26.7 millones de pesos a través del Fotease, incluyó el mejoramiento de la infraestructura básica, como brazos, cableados, conectores y postes requeridos.

La instalación de los sistemas se llevó a cabo en aproximadamente 5 meses, con una demora de 6 semanas debido al cambio de administración municipal entre el año 2016 y 2017. Principalmente, la tecnología desinstalada fue de vapor de sodio de

alta presión, fluorescente, luz mixta y aditivos metálicos de cuarzo de diversas potencias.

Además de mejorar la calidad de la iluminación para los cerca de 100 mil pobladores, se redujo el consumo de energía en aproximadamente 29% (gráfico 1) y se obtuvo un ahorro en la factura eléctrica en 5 millones de pesos al año, aproximadamente, lo que apoyará a las finanzas municipales.

El reconocimiento de los ahorros de energía por parte de la CFE de los sistemas de alumbrado público con mayor eficiencia energética llevó un plazo aproximado de 7 meses debido a que se presentaron informes de pruebas de laboratorios del conjunto lámpara y balastro para demostrar el menor consumo de energía y su eficacia.



Fotografía 1. Avenida en la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza

¹¹ Disponible en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/91894/1_Lamparas_Aditivos_metalicos_ceramicos.pdf

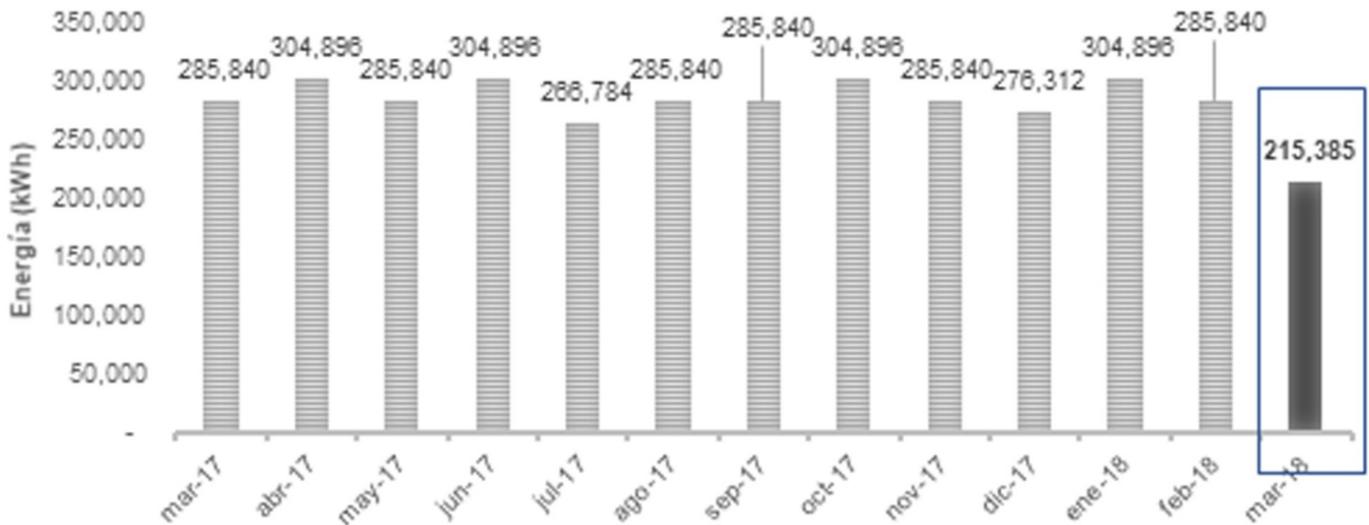


Gráfico 1.- Evolución del consumo de energía por alumbrado público en la Heroica Ciudad de Juchitán, Oaxaca

La Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas y de Eficiencia Energética *dictaminó el cumplimiento de los niveles de iluminación establecidos en la NOM-013-ENER-2013, en las principales vialidades del municipio.*



Fotografía 2. Centro Histórico de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza.

Finalmente, se formalizó la entrega de la instalación en julio de 2017 a través de un Convenio de Cesión de Derechos suscrito entre el municipio y la Conuee, el cual transfirió al Ayuntamiento la propiedad, derechos y garantías de los sistemas instalados.

Bombeo de agua potable de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza

Se suministraron e *instalaron 7 nuevos sistemas de bombeo de agua potable, con mayor eficiencia energética de 40, 50 y 60 caballos de fuerza, en el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (SAPA) de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, mediante una inversión de 2.8 millones de pesos.*

Los sistemas fueron de mayores capacidades a las que se tenían (30, 40 y 50 caballos de fuerza), debido a que se necesitaba tener mayor cobertura en el servicio y llegar a la periferia del municipio, mejorando la presión y el flujo de agua potable en más del 20%.

Por tal motivo, esta sustitución no generó ahorros de energía ni económicos; no obstante, los sistemas que se tenían trabajaban fuera de la eficiencia establecida en la norma y no brindaban el servicio requerido para la población.

Asimismo, se incluyó la instalación de bancos de capacitores para mejorar el factor de potencia y lograr retirar las penalizaciones que realizaba la CFE, así como la instalación de arrancadores de los sistemas para eficientar el desempeño de estos.



Fotografía 3.- Sitio de extracción No. 1 del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (SAPA) de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza.

De igual manera, la Conuee se apoyó en las Unidades de Verificaciones de Instalaciones Eléctricas (UVie) para supervisar y verificar la instalación de los 7 sistemas de bombeo de agua potable. Es importante subrayar que la NOM-006-ENER-2015 no cuenta con Unidades de Verificación para evaluar su conformidad, sin embargo, se realizó la evaluación a través de la herramienta Pik-Já.

Por último, en noviembre de 2018, la Conuee firmó la Cesión de Derechos y Garantías al Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (SAPA) de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, con la presencia de la Presidenta Municipal del citado municipio¹². Cabe hacer mención que el SAPA de Juchitán forma parte de la Comisión Estatal de Agua del Gobierno de Oaxaca.

Alumbrado Público de El Espinal, Oaxaca

En El Espinal, Oaxaca, la Conuee coordinó la sustitución de 946 sistemas de alumbrado público de la tecnología de aditivos metálicos cerámicos de 100 y 150 watts, retirando sistemas de alumbrado de la tecnología fluorescente de 65 y 39 watts. Esto se llevó a cabo en menos de un mes.

La inversión realizada para la sustitución de los sistemas fue de 7 millones de pesos, mejorando radicalmente la iluminación en las vialidades y espacios públicos del municipio, sin embargo, la demanda de energía del sistema de alumbrado público del municipio aumentó en un 25% aproximadamente, por lo que no hubo un ahorro de energía ni económico.

¹² Disponible en: <https://www.gob.mx/conuee/es/articulos/en-juchitan-de-zaragoza-oax-la-conuee-concluye-la-sustitucion-de-7-sistemas-de-bombeo-de-agua-potable-con-mayor-eficiencia-energetica?idiom=es>

Con la tecnología y potencia de los sistemas instalados, se cumplieron en las principales avenidas del municipio las disposiciones establecidas en la NOM-013-ENER-2013; lo anterior, a través del Dictamen de Verificación emitido por una Unidad de Verificación de Eficiencia Energética en

Alumbrado Público, la cual apoyó con la supervisión de los trabajos.

La Cesión de Derechos y Garantías se realizó en noviembre de 2018¹³, donde la Conuee entregó la sustitución de los 946 sistemas de alumbrado público, cumpliendo así con el compromiso del Gobierno Federal con la región del Istmo.



Fotografía 2. Avenida en El Espinal, Oaxaca.

Conclusiones

- El proyecto de alumbrado público de Juchitán redujo el consumo de energía en cerca del 29%, equivalente a 5 millones de pesos anuales para las finanzas locales.
- El proyecto de alumbrado público de El Espinal aumentó 20% el consumo de energía de los sistemas de alumbrado público, debido a que los sistemas existentes eran de la tecnología fluorescente, de uso general, y no brindaban un servicio adecuado.
- El proyecto de bombeo de agua potable de Juchitán aumentó la demanda de energía hasta un 18% del último registro (octubre de 2018) para lograr mejorar el servicio en las periferias del municipio y su evidente crecimiento poblacional.
- Los proyectos de alumbrado mejoraron las condiciones y las actividades nocturnas en ambos municipios, como también la percepción de más de 108 mil habitantes.
- El involucramiento de estudiantes de ingeniería de la FI-UNAM y del TecNM-ISTMO resultó exitoso debido a que estuvieron inmersos en el proceso de proyectos que se ejecutaron.
- El apoyo administrativo y legal del OIC en Sener permitió llevar a cabo los procesos de contratación en apego a lo establecido en la normatividad de compras del Gobierno Federal.
- El apoyo técnico de las Unidades de Verificación de Instalaciones Eléctricas y Eficiencia Energética permitió supervisar y verificar los avances de la sustitución de sistemas de alumbrado y bombeo de agua potable (dichas Unidades se ubican en los Estados de Oaxaca y Chiapas).
- Es la primera ocasión que la Conuee ejecuta proyectos de eficiencia energética en los servicios municipales.
- Los tres proyectos fueron los primeros resultados tangibles del Procedimiento de consulta de los proyectos de generación de energía.

¹³ Disponible en: <https://www.gob.mx/conuee/articulos/concluye-conuee-proyecto-de-mejora-de-alumbrado-publico-de-el-espinal-oax>

ANEXO TÉCNICO A

Censos de alumbrado público del municipio de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.

Tabla 1.- Censo de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, en 2014.

| Descripción | Cantidad de sistemas | Demanda (W) | Demanda (kW) | Demanda equipo auxiliar (%) | Demanda (KW) | Consumo de energía (kWh) |
|---------------------------------------|----------------------|----------------|--------------|-----------------------------|--------------|--------------------------|
| Luz mixta | | | | | | |
| 160 | 14 | 2,240 | 2.2 | 0 | 2.2 | 26.9 |
| 250 | 97 | 24,250 | 24.3 | 0 | 24.3 | 291.0 |
| 500 | 42 | 21,000 | 21.0 | 0 | 21.0 | 252.0 |
| Vapor de mercurio | | | | | | |
| 100 | 1 | 100 | 0.1 | 25 | 0.1 | 1.5 |
| 175 | 2 | 350 | 0.4 | 25 | 0.4 | 5.3 |
| 250 | 2 | 500 | 0.5 | 25 | 0.6 | 7.5 |
| 400 | 1 | 400 | 0.4 | 25 | 0.5 | 6.0 |
| Vapor de sodio de alta presión | | | | | | |
| 70 | 985 | 68,950 | 69.0 | 25 | 86.2 | 1034.3 |
| 100 | 1,867 | 186,700 | 186.7 | 25 | 233.4 | 2800.5 |
| 150 | 1,351 | 202,650 | 202.7 | 25 | 253.3 | 3039.8 |
| 250 | 417 | 104,250 | 104.3 | 25 | 130.3 | 1563.8 |
| 400 | 5 | 2,000 | 2.0 | 25 | 2.5 | 30.0 |
| 1000 | 1 | 1,000 | 1.0 | 25 | 1.3 | 15.0 |
| Incandescentes | | | | | | |
| 60 | 15 | 900 | 0.9 | 0 | 0.9 | 10.8 |
| Cuarzo (Reflector) | | | | | | |
| 300 | 14 | 4,200 | 4.2 | 0 | 4.2 | 50.4 |
| 400 | 16 | 6,400 | 6.4 | 0 | 6.4 | 76.8 |
| 500 | 3 | 1,500 | 1.5 | 0 | 1.5 | 18.0 |
| Aditivos metálicos | | | | | | |
| 150 | 12 | 1,800 | 1.8 | 25 | 2.3 | 27.0 |
| 175 | 25 | 4,375 | 4.4 | 25 | 5.5 | 65.6 |
| 250 | 58 | 14,500 | 14.5 | 25 | 18.1 | 217.5 |
| 400 | 34 | 13,600 | 13.6 | 25 | 17.0 | 204.0 |
| 1000 | 14 | 14,000 | 14.0 | 25 | 17.5 | 210.0 |
| Fluorescentes | | | | | | |
| 15 | 5 | 75 | 0.1 | 25 | 0.1 | 1.1 |
| 30 | 6 | 180 | 0.2 | 25 | 0.2 | 2.7 |
| 39 | 3 | 117 | 0.1 | 25 | 0.1 | 1.8 |
| 45 | 33 | 1,485 | 1.5 | 25 | 1.9 | 22.3 |
| 50 | 2 | 100 | 0.1 | 25 | 0.1 | 1.5 |
| 65 | 77 | 5,005 | 5.0 | 25 | 6.3 | 75.1 |
| 75 | 1 | 75 | 0.1 | 25 | 0.1 | 1.1 |
| 85 | 122 | 10,370 | 10.4 | 25 | 13.0 | 155.6 |
| 105 | 15 | 1,575 | 1.6 | 25 | 2.0 | 23.6 |
| 135 | 1 | 135 | 0.1 | 25 | 0.2 | 2.0 |
| 150 | 1 | 150 | 0.2 | 25 | 0.2 | 2.3 |
| Subtotal Lámparas (24hrs) | 5,242 | 694,932 | 694.9 | | 853.5 | 10242.5 |
| Total | 5,242 | 703,402 | 703.4 | | 863.7 | 10364.7 |

Tabla 2.- Censo de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, en 2018.

| Descripción | Cantidad de sistemas | Demanda (W) | Demanda (KW) | Demanda equipo auxiliar (%) | Demanda (KW) | Consumo de energía (kWh) |
|---------------------------------------|----------------------|------------------|--------------|-----------------------------|--------------|--------------------------|
| Luz mixta | | | | | | |
| 250 | 23 | 5,750.0 | 5.8 | 0 | 5.8 | 69.0 |
| 500 | 6 | 3,000.0 | 3.0 | 0 | 3.0 | 36.0 |
| Vapor de sodio de alta presión | | | | | | |
| 70 | 4 | 280.0 | 0.3 | 25 | 0.4 | 4.2 |
| 100 | 635 | 63,500.0 | 63.5 | 25 | 79.4 | 952.5 |
| 150 | 7 | 1,050.0 | 1.1 | 25 | 1.3 | 15.8 |
| 250 | 1 | 250.0 | 0.3 | 25 | 0.3 | 3.8 |
| Incandescentes | | | | | | |
| 100 | 3 | 300.0 | 0.3 | 0 | 0.3 | 3.6 |
| 150 | 1 | 150.0 | 0.2 | 0 | 0.2 | 1.8 |
| Cuarzo (Reflector) | | | | | | |
| 250 | 3 | 750.0 | 0.8 | 0 | 0.8 | 9.0 |
| 500 | 2 | 1,000.0 | 1.0 | 0 | 1.0 | 12.0 |
| 1000 | 6 | 6,000.0 | 6.0 | 0 | 6.0 | 72.0 |
| 1500 | 2 | 3,000.0 | 3.0 | 0 | 3.0 | 36.0 |
| Aditivos Metálicos | | | | | | |
| *50 | 318 | 15,900.0 | 15.9 | 11.8 | 17.8 | ** 238.5 |
| *70 | 590 | 41,300.0 | 41.3 | 10.5 | 45.6 | ** 619.5 |
| 85 | 2 | 170.0 | 0.2 | 25 | 0.2 | 2.6 |
| *100 | 3,043 | 304,300.0 | 304.3 | 11.7 | 339.9 | ** 4,564.4 |
| *150 | 247 | 37,050.0 | 37.1 | 11.9 | 41.4 | ** 555.7 |
| 175 | 8 | 1,400.0 | 1.4 | 25 | 1.8 | 21.0 |
| 250 | 17 | 4,250.0 | 4.3 | 25 | 5.3 | 63.8 |
| 400 | 13 | 5,200.0 | 5.2 | 25 | 6.5 | 78.0 |
| 800 | 4 | 3,200.0 | 3.2 | 25 | 4.0 | 48.0 |
| 1000 | 15 | 15,000.0 | 15.0 | 25 | 18.8 | 225.0 |
| Fluorescentes | | | | | | |
| 13 | 18 | 234.0 | 0.2 | 25 | 0.3 | 3.5 |
| 26 | 1 | 26.0 | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.4 |
| 39 | 1 | 39.0 | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.6 |
| 45 | 6 | 270.0 | 0.3 | 0 | 0.3 | 3.2 |
| 63 | 1 | 63.0 | 0.1 | 0 | 0.1 | 0.8 |
| 65 | 508 | 33,020.0 | 33.0 | 0 | 33.0 | 396.2 |
| 85 | 13 | 1,105.0 | 1.1 | 25 | 1.4 | 16.6 |
| 100 | 6 | 600.0 | 0.6 | 25 | 0.8 | 9.0 |
| Led | | | | | | |
| 9 | 9 | 81.0 | 0.1 | 25 | 0.1 | 1.2 |
| 18 | 1 | 18.0 | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.3 |
| 30 | 7 | 210.0 | 0.2 | 25 | 0.3 | 3.2 |
| 70 | 1 | 70.0 | 0.1 | 25 | 0.1 | 1.1 |
| Subtotal | 5,522 | 548,536.0 | 548.5 | | 618.9 | 8,068.1 |
| Total | 5,522 | 548,536.0 | 548.5 | | 618.9 | 8,068.1 |

* Potencia de los equipos de mayor eficiencia energética instalados

** Trabajan más de 12 horas

ANEXO TÉCNICO B

Censos de alumbrado público del municipio de El Espinal, Oaxaca.

Tabla 3.- Censo de alumbrado público en el municipio de El Espinal, Oaxaca, en 2016.

| Descripción | Cantidad de sistemas | Total (W) | Demanda (KW) | Demanda equipo auxiliar (%) | Demanda (KW) | Consumo de energía (kWh) |
|---------------------------------------|----------------------|-----------|--------------|-----------------------------|--------------|--------------------------|
| Luz mixta | | | | | | |
| 160 | | - | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 250 | 2 | 500.0 | 0.5 | 0 | 0.5 | 6.0 |
| 500 | | - | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| Vapor de sodio de alta presión | | | | | | |
| 70 | 3 | 210.0 | 0.2 | 25 | 0.3 | 3.2 |
| 100 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| 150 | 34 | 5,100.0 | 5.1 | 25 | 6.4 | 76.5 |
| 250 | 111 | 27,750.0 | 27.8 | 25 | 34.7 | 416.3 |
| 400 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| Cuarzo (Reflector) | | | | | | |
| 150 | 1 | 150.0 | 0.2 | 0 | 0.2 | 1.8 |
| 500 | | - | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 1000 | | - | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 1500 | | - | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| Aditivos metálicos | | | | | | |
| 70 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| 150 | 6 | 900.0 | 0.9 | 25 | 1.1 | 13.5 |
| 175 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| 250 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| 400 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| 1000 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| Fluorescentes | | | | | | |
| 24 | 1 | 24.0 | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.4 |
| 30 | 1 | 30.0 | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.5 |
| 36 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| 39 | 42 | 1,638.0 | 1.6 | 25 | 2.0 | 24.6 |
| 40 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| 45 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| 65 | 619 | 40,235.0 | 40.2 | 25 | 50.3 | 603.5 |
| 85 | 84 | 7,140.0 | 7.1 | 25 | 8.9 | 107.1 |
| 105 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| 130 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| Led | | | | | | |
| 43 | | - | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| 70 | | 0.0 | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| 108 | | 0.0 | 0.0 | 25 | 0.0 | 0.0 |
| Subtotal | 904 | 83,677.0 | 83.7 | | 104.4 | 1,253.2 |
| TOTAL | 904 | 83,677.0 | 83.7 | | 104.4 | 1,253.2 |

Tabla 4.- Censo de alumbrado público en el municipio de El Espinal, Oaxaca, en 2019.

| Descripción | Cantidad de sistemas | Demanda (W) | Demanda (KW) | Demanda equipo auxiliar (%) | Demanda (KW) | Consumo de energía (kWh) |
|------------------------------|----------------------|-------------|--------------|-----------------------------|--------------|--------------------------|
| Aditivos metálicos cerámicos | | | | | | |
| 70 | 131 | 9,170 | 9.2 | 10.5 | 10.1 | 121.6 |
| 100 | 715 | 71,500 | 71.5 | 11.7 | 79.9 | 958.4 |
| 150 | 100 | 15,000 | 15.0 | 11.9 | 16.8 | 201.3 |
| Subtotal | 946 | 95,670 | 95.7 | | 106.8 | 1281.4 |
| Total | 946 | 95,670 | 95.7 | | 106.8 | 1281.4 |

ANEXO TÉCNICO C

Sistema de bombeo de agua potable de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.

Tabla 5.- Sistemas de bombeo de agua potable de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, en 2014.

| Pozo | Características generales de diseño | | Eficiencia mínima de acuerdo | | Banco de Capacitores | Arrancador a tensión reducida |
|--------------|-------------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|
| | Capacidad | Carga de diseño | Gasto | NOM-006-ENER-2015 | | |
| | [HP] | [m] | [l/s] | Sistema (%) | | |
| 1 | 30 | 60 | 47.66 | 29.95 | No cuenta | No cuenta |
| 2 | 25 | 60 | 40.66 | 52.94 | No cuenta | No cuenta |
| 3 | 50 | 60 | 40.50 | Sin datos | No cuenta | 50 |
| 4 | 25 | 60 | 42.47 | 35.24 | No cuenta | 40 |
| 5 | 40 | 60 | 47.99 | 43.85 | No cuenta | No cuenta |
| 6 | 50 | 60 | 46.12 | 16.94 | No cuenta | No cuenta |
| 7 | 50 | 80 | 44.47 | 25.83 | No cuenta | No cuenta |
| TOTAL | 270 | | 309.87 | | | |

Tabla 6.- Sistemas de bombeo de agua potable de la H. Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, en 2018.

| Pozo | Características generales de diseño | | Eficiencia mínima de acuerdo | | Banco de Capacitores | Arrancador a tensión reducida |
|--------------|-------------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|
| | Capacidad | Carga de diseño | Gasto | NOM-006-ENER-2015 | | |
| | [HP] | [m] | [l/s] | Sistema (%) | | |
| 1 | 40 | 60 | 50 | 47 | 7.5 | 40 |
| 2 | 40 | 60 | 50 | 47 | 7.5 | 40 |
| 3 | 50 | 60 | 60 | 47 | 7.5 | 50 |
| 4 | 40 | 60 | 50 | 47 | 7.5 | 40 |
| 5 | 40 | 60 | 50 | 47 | 7.5 | 40 |
| 6 | 50 | 60 | 60 | 47 | 7.5 | 50 |
| 7 | 60 | 80 | 50 | 57 | 7.5 | 60 |
| TOTAL | 320 | | 370 | | | |

Tabla 7.- Historial del consumo mensual de energía eléctrica del sistema de bombeo de agua potable de la Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.

| Mes | Consumo de energía (kWh) |
|--------|--------------------------|
| ene-18 | 165,844 |
| feb-18 | 155,254 |
| mar-18 | 150,745 |
| abr-18 | 166,518 |
| may-18 | 168,515 |
| jun-18 | 166,641 |
| jul-18 | 165,851 |
| ago-18 | 185,914 |
| sep-18 | 173,460 |
| oct-18 | 175,236 |
| nov-18 | 183,820 |
| dic-18 | 188,793 |
| ene-19 | 207,177 |
| feb-19 | 185,587 |

