

BUENA PRÁCTICA EN EL SISTEMA PENITENCIARIO: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE PANELES SOLARES PARA LA ESCUELA PENITENCIARIA NACIONAL DE INPEC

AUTOR: CAPITÁN DE PRISIONES NELSON CANO SÁNCHEZ

RESUMEN

Una de las necesidades de la Escuela Penitenciaria Nacional del INPEC en Funza, Cundinamarca, es la de racionalizar el uso de energía eléctrica la interior de esta institución educativa, de la misma forma acogerse a las normas gubernamentales que establecen esta optimización por medios de fuentes renovables, no contaminantes al medio ambiente. Por esta razón este artículo se basa en el sistema que se ha ido diseñando e implementado como solución al suministro de energía eléctrica.

Este sistema puede funcionar para la iluminación perimetral de la Escuela Penitenciaria Nacional y que transforma la energía solar en energía eléctrica. Puede funcionar en paralelo con la red eléctrica tradicional y cubrir parcialmente las necesidades de suministro de energía para toda la red eléctrica. Proyectándose en un futuro no muy lejano a cubrir hasta el 100% de la demanda. Se hace referencia a la parte técnica del proyecto, como se ha concebido a través de los años y como se ha ido implementando progresivamente, con sus respectivos beneficios tanto en lo económico, en lo social, en lo cultural, en lo ambiental y en lo estratégico.

PALABRAS CLAVES: Paneles solares, reglamentación, sensores fotovoltaicos, baterías, lámparas led, programa ambiental, energía renovable, perímetro, iluminación.

ABSTRACT

One of the needs of the Escuela Penitenciaria Nacional, in Funza, Cundinamarca, is to rationalize the use of electrical energy inside this educational institution, as well as comply with government regulations that establish this optimization through renewable sources, non-polluting to the environment. For this reason, this article is based on the system that has been designed and implemented as a solution to the supply of electrical energy for the perimeter lighting of the National Penitentiary School and that transforms solar energy into electrical energy. It can operate in parallel with the traditional power grid and partially cover the power supply needs for the entire power grid. Projecting in the not-too-distant future to cover up to 100% of the demand. Reference is made to the technical part of the project, as it has been conceived over the years and as it has been progressively implemented, with its respective benefits both economically, socially, culturally, environmentally and in the strategic.

KEYWORDS: Solar panels, regulations, photovoltaic sensors, batteries, LED lamps, environmental program, renewable energy, perimeter, lighting.

INTRODUCCIÓN

Es indudable que en Colombia se está llevando a cabo una transición energética, que necesita de una capacidad instalada para la producción de energías renovables. Nuestro

país es el tercero de la región en cuanto a los avances de transición energética. Por esa razón, y de acuerdo con lo ordenado por la ley 1715 de 13 de mayo de 2014, en la cual se regula la integración de las energías renovables, éstas de tipo no convencionales al sistema energético de Colombia.

Esta norma indica que debe existir un desarrollo económico sostenible, con el fin de evitar la producción y propagación de emisiones de efecto invernadero; pero de la misma manera garantizar el abastecimiento energético del país. Por esta razón, y en la inquietud del Inspector Jefe Benedicto Torres, funcionario del Cuerpo de Custodia y Vigilancia que realiza sus labores en el grupo de administración de recursos de la Escuela Penitenciaria Nacional, se creó el PIGA: Programa Institucional de Gestión Ambiental, que surge con la idea de diseñar un sistema moderno, que poco a poco y de manera técnica comenzara a reemplazar y porque no en un futuro sustituir la actual red eléctrica convencional, que suministra la luz eléctrica a todas las áreas en las dependencias de la Escuela Penitenciaria Nacional, suministrando corriente eléctrica convencional que se genera por la demanda de la utilización de bombillas, computadores, televisores, aparatos eléctricos, tomacorrientes y todos aquellos elementos que necesiten energía eléctrica para su funcionamiento.

Es de anotar que no existen antecedentes del uso de estos sistemas de energía solar para la Escuela Penitenciaria Nacional.

Es por esta razón, que se lleva a cabo la iniciativa de implementar un sistema que basado en Energía Solar y que reemplace el sistema de suministro eléctrico y en algunos casos reemplace también el uso de una planta eléctrica que para su funcionamiento necesita

ser abastecida de combustibles fósiles en este caso como el Diésel, generándose altos costos no solo en el pago de facturas por concepto de suministro de energía eléctrica y mantenimiento de esta misma red, sino también generando costos en el mantenimiento de la planta eléctrica de respaldo que suministra la energía, cuando hay apagones o cortes de luz del sistema tradicional.

Es en el año 2017, cuando comienzan las primeras cotizaciones y se decide aplicar el proyecto, se realizan averiguaciones en empresas comerciales como la Compañía Suntech de la ciudad de Barranquilla, y la Compañía de Suministro Enel Codensa, quienes dan algunas bases para la sustitución y el reemplazo de varios elementos dentro de las instalaciones de la Escuela Penitenciaria Nacional, con el propósito de llevar a cabo tan formidable proyecto.

Se realizan las consultas a la Dirección General del INPEC, pero las respuestas no son las esperadas; de allí se comienzan a consultar con otras instituciones estratégicas con las que la Escuela Penitenciaria Nacional ha generado alianzas; una de estas es la Embajada de Estados Unidos, entidad que apoya al INPEC en muchos de sus procesos y de los cuales por iniciativa y gestión de algunos funcionarios se han recibido elementos para el buen funcionamiento de la Escuela Penitenciaria Nacional que potencia la gestión del conocimiento del contexto del sistema penitenciario y carcelario colombiano.

De esta manera se inicia el segundo semestre del año 2017 con dos kits o equipos de paneles solares como plan piloto o experimental y que, al día de hoy, octubre de 2023 se tiene una capacidad instalada de 39 paneles solares con todos sus equipos.

Al mismo tiempo se ha ido implementado la sustitución de la bombilla tradicional que genera un alto consumo de energía y calor por las bombillas tipo LED. Estas bombillas progresivamente, han sido reemplazadas por bombillas tipo LED. *“Así, una luminaria led de entre 110 y 250 lúmenes consumiría unos 2,5 watios, y una luminaria de entre 1500 y 2500 lúmenes consumiría solo unos 14 watios, lo cual resulta en un consumo energético notablemente inferior al de otros tipos de luminarias como las halógenas o las incandescentes”.* (FARO-BARCELONA, 2023).

Es aquí donde iniciaremos un relato técnico que nos va a llevar por el conocimiento de una tecnología que tiende a volverse masiva en todas las entidades productivas del país, que puede ser replicada por alguno de los 126 establecimientos penitenciarios y carcelarios, que han sufrido dentro de su sistema de seguridad interno de apagones en las áreas perimetrales en las cuales se necesitan elementos técnicos eléctricos de respaldo y suministro de energía eléctrica y que de la misma forma pueden mejorar los costos de funcionamiento en muchas dependencias; aparte de brindar un respaldo en seguridad penitenciaria que evite posibles fugas de personal privado de la libertad, que genere seguridad a los funcionarios que laboran en horarios nocturnos y que garanticen y permitan un mejor desarrollo y ejecución del proceso misional del INPEC.

Soluciones de Energía Solar Fotovoltaica

Es un sistema que transforma la energía solar en energía eléctrica. Puede funcionar en paralelo con la red eléctrica tradicional y cubrir parcialmente las necesidades de unas

instalaciones comerciales, educativas o privadas y funcionar con un Storage (elemento que sirve para almacenar la energía, para cubrir la demanda en la noche o antes interrupciones de servicio). También llegar a cubrir el 100% de una demanda eléctrica.

Este sistema se compone por los siguientes elementos:

Inversor. Convierte la energía DC a AC, para conectar electrodomésticos y maquinas. Tienen una garantía por defecto de fábrica de 10 años.

Controlador. Administra la energía para hacer más eficiente el sistema.

Paneles. Convierte la energía solar en energía eléctrica. Estos tienen garantía por defecto de fabrica hasta por 10 años. Cuando el panel genera potencia por encima del 80% de la potencia nominal, el proveedor entrega una garantía de 25 años. La garantía del resto de los componentes es de un año por instalación y mantenimiento.

Sin Storage: funciona en paralelo con la red eléctrica. Produce energía durante el día aprovechando la luz del sol y protege antes las interrupciones del servicio.

Con Storage: Almacena la energía, para cubrir la demanda en la noche o ante interrupciones de servicio. Garantiza mayor confiabilidad ante un corte de suministro de energía.

¿Cómo es el funcionamiento básico de un panel solar?

Hace mucho tiempo, hemos venido

observando que en parte del panorama tanto urbano como rural, han aparecido edificaciones que tienen sobre sus techos y en sus azoteas, estos elementos de recolección de energía.

Simplificando, el proceso es el siguiente:

Los rayos solares, chocan directamente contra unas placas que han sido diseñadas y compuestas por materiales semiconductores que transforman la energía recibida en electricidad. Las encargadas de realizar esta transformación son las celdas solares.

Estas celdas forman paneles solares y son pequeñas células hechas de silicio cristalino o arseniuro de galio. Estas también se mezclan con otros componentes como el fósforo y el boro para llegar a formar dos partes: una cargada con electrones negativos y otra cargada con electrones positivos.

Cuando esta celda solar se expone al sol, los fotones mueven los electrones de la parte donde sobra carga negativa hacia la parte en la que falta. Esta dinámica de electrones es la que genera la energía de autoconsumo solar. A medida que los fotones van liberando electrones se va generando mucha más electricidad. Aquellos electrones que no se utilizan o que provienen del viento regresan al panel negativo procurando que todo el inicio de nuevo, generándose así un ciclo sin fin. A través de este proceso se genera energía continua, la cual se almacena en baterías hasta llegar a ser convertida en corriente alterna que es la que llega a los hogares a través de los inversores de voltaje.

Inversores de voltaje

Estos aparatos funcionan con el principio de

la corriente continua, que como su nombre indica posee un flujo regular y transcurre en una sola dirección. En cambio, la corriente alterna tiene una potencia y dirección que cambia constantemente con diversos intervalos de valles y picos.

Los inversores de voltaje, llegan a cambiar la dirección de la corriente continua; de modo suave y de manera constante llegando a convertir en corriente alterna. Esto se debe a que la mayoría de los electrodomésticos requieren de energía alterna para su funcionamiento. Además, nuestros televisores, equipos de cómputo, equipos eléctricos de uso doméstico en general requieren de un voltaje específico y muy bien regulado. Con el uso de la corriente alterna resulta mucho más sencillo modificar su flujo y su voltaje.

Para el siguiente caso, estudiaremos tres tipos de paneles:

·Monocristalino: Estos son compuestos por células monocristalinas, y son reconocibles por su intenso color negro y sus esquinas recortadas. Son desde un 15% a un 25% más eficientes que el resto de los demás modelos. Además, su vida útil es más larga, ya que pueden llegar a durar hasta 25 años.

·Policristalinos: Se conforman a raíz de células policristalinas, éstas tienen un color azulado oscuro son mucho más económicas, pero mucho menos eficaces, aunque se ha logrado disminuir sus pérdidas por reflexión y llegar a mejorar su captación de luz.

·Paneles de capa fina: Este modelo es diferente de los dos anteriores, no se trata de la unión de varias células individuales sino más bien de una lámina cortada una medida. Su fabricación es más sencilla, lo que señala

su bajo precio. Son muy flexibles y se adaptan a todo tipo de superficies, por lo que cada vez se usan más en los hogares.

Ventajas de los paneles solares

A medida que pasa el tiempo, los paneles solares se han vuelto más económicos; haciéndolos más accesibles para una amplia gama de consumidores. Muchas de sus ventajas son:

·Seguridad ambiental: Hoy en día uno de los requerimientos más importantes para el desarrollo de productos, es que éstos vengan de fuentes de energía renovables. Las plantas de energía eléctrica no producen contaminación.

·Rápida recuperación: El costo de la electricidad, tanto para comunidades como para empresarios; aumenta constantemente. Con la instalación de paneles solares es posible cambiar a una solución alternativa total o parcialmente, que es absolutamente gratis y tiene acceso para todos. Para la compra de estos equipos se tiene una amortización a largo plazo y en varios años.

·Facilidad de uso: Es un dispositivo complejo y con un principio de operación, donde la estación de carga es fácil de operar. La función principal es aprender a controlar la capacidad de servicio de sus varios componentes y en muchos casos realizar el mantenimiento, que para estos equipos no es de gran frecuencia.

·Instalación rápida: Estas son de fácil montaje por profesionales, en las cuales se necesitan unas pocas horas o días, dependiendo del número de paneles que se quieran instalar. También porque se necesita la adquisición de nuevos componentes y compra de equipos.

Paneles solares básicos: Para estos paneles, los costos pueden aumentar; pero son se implementen sistemas que contengan un gran número de paneles. Por esta razón, se optimizan los costos para las grandes empresas que requieren fuertes respaldos de energía.

·Activación de las baterías: Estas baterías comienzan a almacenar y a generar carga, en un nivel que se controla constantemente; si éste es bajo, el controlador activa el panel solar; en casos de altas cargas el controlador apaga el dispositivo del panel solar. Posteriormente el inversor se pone en marcha, convierte la corriente de corriente continua a corriente alterna, obteniendo un voltaje de 220V en la salida de la planta de energía, y por medio de un transformador, se puede adaptar a 120V, lo que permite conectar los electrodomésticos.

MÉTODO

Para la construcción de este artículo de sistematización de experiencias y buenas prácticas se realizó una investigación documental que recopiló y procesó los datos que proceden de documentos, escritos o audiovisuales, sobre el proceso de esta buena práctica.

Por lo tanto, se realizó una recolección de datos en un orden lógico, que permite encontrar hechos que sucedieron desde el año 2017, en el cual se llevó a cabo la iniciativa de utilizar energías renovables, como recurso en el funcionamiento de las instalaciones, propuesta generada por el grupo de administración de recursos, y en su área de logística y mantenimiento, cuyo líder fue el Inspector Jefe Benedicto Torres Molina, administrador ambiental, y a quien le fue

encargado el plano institucional de gestión ambiental.

Se generó la propuesta, enviando diferentes oficios a varias entidades del orden privado; principalmente se solicitó a la Empresa Codensa del grupo Enel realizar una propuesta comercial para la Escuela Penitenciaria Nacional. Se deseaba generar una alianza estratégica para implementar el sistema ahorrador de energía mediante un sistema fotovoltaico de energía solar que generara ahorro para el pago del recibo de servicios públicos, específicamente el de suministro de energía eléctrica y que aportará al cuidado del medio ambiente.

Para la recolección de la información, se realizó una entrevista semiestructurada al encargado de manejar el proyecto al interior de la Escuela Penitenciaria Nacional, el Inspector jefe Benedicto Torres, que ha sido el artífice de la iniciativa y quien la ha ido implementando través de los años, persona que nos indicó la trazabilidad de este. De igual manera se recibieron varios archivos que señalaban los antecedentes del proyecto. Se realizó un requerimiento al Grupo de Administración de Recursos, quienes nos facilitaron documentos públicos de los procesos contractuales, para la elaboración de la buena práctica.

PROCEDIMIENTOS

Como planeación del sistema de ahorro de energía, se realizó el cambio de las luminarias y bombillería que era antigua por luces LED, ahorradoras de energía. En complemento se propone, y se pone en marcha un sistema fotovoltaico de energía solar.

Este problema nació del PIGA, que es el Programa Institucional de Gestión Ambiental

y el cual implementa a su vez la ley número 1715 del 13 de mayo de 2014; por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.

Esta ley promueve el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, en especial aquellas de tipo renovable, para el sistema energético nacional, mediante la integración al mercado eléctrico y en especial en usos energéticos como medio para el desarrollo económico sostenible, también para el abastecimiento energético en tiempos de escasez.

La norma promueve la inversión, investigación y el conseguir desarrollar tecnologías limpias en la producción de energía.

Al interior de esta se ordena establecer mecanismos de cooperación y coordinación entre el sector público y el sector privado para establecer alianzas que generen una eficiencia energética que pueda dar respuesta a todos los sectores y actividades del Estado, generando una armonía de sostenibilidad medioambiental, social y económica.

Se establece el deber de todas las instituciones del Estado a nivel nacional departamental, municipal y todo orden territorial, de desarrollar programas y políticas para asegurar el impulso y el uso de mecanismos de fomento de la gestión eficiente de la energía, principalmente aquellas con carácter renovable para la canasta energética colombiana.

Para efectos de interpretación de la ley, se define la energía solar como aquella energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en la radiación electromagnética

proveniente del sol.

El panel solar cumple la tarea de transformar la energía solar que capta a través de sus células fotovoltaicas en energía aprovechable por los consumos para las instalaciones que sean destinados.

La energía solar es la producida por la luz – energía fotovoltaica- o el calor del sol –termo solar- para la generación de electricidad o la producción de calor. Esta energía es inagotable y renovable, pues procede del sol, se obtiene por medio de paneles y espejos. (ACCIONA, 2023).

En este caso las células fotovoltaicas transforman la luz del sol en electricidad, mediante un efecto fotoeléctrico, donde determinados materiales pueden absorber fotones (que son partículas lumínicas), posteriormente liberando electrones y produciendo la corriente eléctrica. De la misma manera, los colectores solares almacenan por medio de sus paneles o espejos el calor solar y pueden transferirlo conduciéndolo por tuberías como un fluido y aprovecharlo en distintas instalaciones para la producción de energía eléctrica o la producción de electricidad evento llamado solar termoeléctrica.

¿En qué periodo se implementó la experiencia?

Esta experiencia ha sido implementada en su origen desde los inicios a principios del año 2017, se ha desarrollado a través de los años 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 mediante el contrato de adquisición de aparatos eléctricos y en el 2023 a través del contrato número 140 de adquisición de aparatos eléctricos.

¿A quién o quiénes va dirigida la experiencia?

Esta experiencia ha sido dirigida desde sus inicios al personal que interactúa en la Escuela Penitenciaria Nacional, funcionarios del Cuerpo de Custodia y Vigilancia, administrativos, estudiantes de los diferentes cursos que asisten a la escuela, proveedores, visitantes y todas aquellas personas que ingresen a las instalaciones.

Los objetivos o propósitos fundamentales del PIGA son los que a continuación se listan:

1. Dar cumplimiento a la ley 1715 de 2014 que ordena, la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.
2. Realizar la implementación de elementos que utilicen energías renovables.
3. Disminuir el consumo de servicios públicos por suministro de energía eléctrica, que se encuentran a cargo de la Dirección General del INPEC.
4. Implementar un sistema alternativo de suministro de energía solar, que reemplace el suministro de energía eléctrica; y también reemplazar progresivamente el uso de la planta eléctrica alterna, que utiliza combustible Diesel y que da soporte de suministro a la Escuela Penitenciaria Nacional.

Análisis de viabilidad del proyecto: Consumo Promedio año 2018

Se toma el promedio del consumo de energía de los últimos 6 meses tomando como referencia la factura de energía del mes de febrero del 2018 que fue suministrada por el cliente y se proyecta a un año para determinar el consumo de energía anual fijo.

MES	Consumo KW.h
SEPTIEMBRE	13000
OCTUBRE	12800
NOVIEMBRE	9400
DICIEMBRE	15200
ENERO	15000
FEBRERO	13180
PROMEDIO	13097

CONSUMO KW.H Año = (Promedio *12)	Costo \$KW.h mes	Costo \$KW.h año
157160	\$ 357,8	\$ 56.234.205,4

Fuente: Suntech Energy, 2018.

El consumo de energía anual fijo corresponde a 157.160 KW.h y que la empresa está pagando anualmente por el servicio de energía \$ 56.234.205,4 aproximadamente a la fecha.

Teniendo en cuenta el consumo anual fijo de energía, se realizó una proyección a 4 años teniendo en cuenta los factores de incremento para determinar en ese periodo de tiempo cuanto se pagaría y de esta manera tener una perspectiva clara de retorno de la inversión.

Análisis antes de la implementación del proyecto:

DETALLE	KW.h año	INCREMENTO
CONSUMO DE SEPTIEMBRE 2017 A SEPTIEMBRE DE 2018	157160	1%

Fuente: Suntech Energy, 2018.

Incremento anual del consumo debido a la pérdida de eficiencia de los equipos eléctricos.

DETALLE	DATOS PROYECTADOS					
	Año 0 2018	Año 1 2019	Año 2 2020	Año 3 2021	Año 4 2022	Año 5 2023
CONSUMO KW.h ANUAL	157160	158732	160319	161922	163541	165177
COSTO \$KW.h ANUAL	\$(56.234.205)	\$(56.796.547)	\$(57.364.513)	\$(57.938.158)	\$(58.517.540)	\$(59.102.715)
TOTAL GASTOS ENERGIA A 6 AÑOS 2018-2023	\$ (289.719.473)					

Fuente: Suntech Energy, 2018.

Con base a lo anterior que entre los años 2019 al 2023, se pagarán aproximadamente \$289.000.000.

Análisis de la situación implementando el proyecto de paneles solares

Para disminuir el consumo de energía eléctrica con un proyecto de generación de energía a través de paneles solares, se realizó un estudio de carga en sitio, con el fin de determinar la potencia pico por instalar.

Para esto se instaló, un analizador de redes, el cual registró, el comportamiento eléctrico de las instalaciones por 4 horas, dando como resultado los valores de cargabilidad y consumo de energía eléctrica que se relacionan a continuación.

Comportamiento de potencia eléctrica y consumo de energía eléctrica.

Potencia KW		
Medida	Máximo Instantáneo	Mínimo
29,35	41,41	18,80

Fuente: Suntech Energy, 2018.

De los datos obtenidos se puede concluir que se requiere una solución de 34.56 KWp instalado.

con una potencia pico de 34,56 KWp para calcular cuántos KWh genera el sistema por año.

Por lo tanto se realiza la proyección del proyecto de generación de energía a través de paneles solares interconectados a la red

Tabla de Proyección de Datos Estimada en caso de implementar el proyecto con la empresa Suntech de Barranquilla. (Energy, 2023)

DETALLE	DATOS PROYECTADOS					
	Año 0 2018	Año 1 2019	Año 2 2020	Año 3 2021	Año 4 2022	Año 5 2023
SITUACION SIN PROYECTO	\$ (56,234,205)	\$ (56,796,547)	\$ (57,364,513)	\$ (57,938,158)	\$ (58,517,540)	\$ (59,102,715)
SITUACION CON PROYECTO	\$ (220,919,344)	\$ (39,634,893)	\$ (40,202,858)	\$ (40,776,503)	\$ (41,355,885)	\$ (41,941,060)
AHORROS GENERADOS	\$ (164,685,139)	\$ 17,161,655	\$ 17,161,655	\$ 17,161,655	\$ 17,161,655	\$ 17,161,655
TOTAL AHORROS PUESTA EN MARCHA PROYECTO DEL 2018 AL 2023	\$ 85,808,274					
RETORNO DE LA INVERSION EN AÑOS	9.6					

Fuente: Suntech Energy, 2018.

Como conclusión del análisis se consideró en su momento que la mejor solución y viabilidad técnica – económica, era el diseño de un sistema de energía fotovoltaica de 34.56 KWp para el funcionamiento interconectado a la red.

Esta solución se determinó después de estudiar las posibles alternativas de las tecnologías existentes, y se optó por la solución de conexión a red, ya que la opción con respaldo en baterías del 100% arroja

como resultado para la época costos de inversiones entre los 740 y los 820 millones de pesos, aclarando que, técnicamente el proyecto tendría que ser repotenciado a mediano plazo, ya que la vida útil de las baterías oscila entre los 4 y los 6 años.

Este proyecto no se pudo contratar con la empresa de suministros de energía fotovoltaica Suntech Energy.

De la misma forma se presentó un proyecto que técnicamente diseñó la empresa ENEL CODENSA, que tendría la característica de cubrir todo el suministro de las instalaciones de la Escuela Penitenciaria Nacional y que se podría ir financiando con el pago de las facturas ENEL CODENSA, quien suministra el servicio eléctrico a esta Institución. Proyecto que fue considerado inviable por la negativa de su financiación.

Esto no fue razón por la cual se dejó de insistir en el proyecto, por este motivo y la inquietud del Grupo de Administración de Recursos, se optó por comenzar esta implementación con los recursos que se tenían a la mano. De esta manera se empezaron a implementar lo que el Inspector Jefe Benedicto Torres, la adecuación por áreas de la Escuela Penitenciaria Nacional, los llamados kits de paneles solares, en conjunto

con la modernización paralelamente del sistema de iluminación de las instalaciones, tanto a nivel interno como externo, realizando el cambio de toda las bombillas halógenas de luz amarilla por las luminarias tipo LED que se caracterizan por ser ambientales, de bajo consumo y ser versátiles en su uso.

Implementación del sistema fotovoltaico de paneles solares en conjunto con el reemplazo por luminarias Tipo LED.

Los paneles solares son una fuente inagotable y renovable de energía. A propósito de “Los paneles de luces led son energéticamente eficientes, amigables con el medio ambiente, producen menos calor y no necesitan mantenimiento. Durante su vida útil, la luz permanece constante y nunca se atenúa, puedes encontrar tipos de luz en blanco cálido o blanco frío”.(ARQA-Arquitectos, 2023)

El sol suministra energía constantemente, este se combina muy bien con las plantas eléctricas y con las baterías. La versatilidad tecnológica para instalación y desinstalación, con una escasa necesidad de mantenimiento y finalmente la posibilidad de reciclar los paneles solares y todos sus elementos de funcionamiento. A continuación se ilustran los beneficios de la energía solar.



Fuente: ENEL Codensa, 2023.

Finalmente se inició con los cambios de las luminarias y se fueron implementando poco a poco y estratégicamente los equipos de paneles solares de acuerdo con las necesidades de iluminación y reemplazo al interior de la Escuela Penitenciaria Nacional.

Es necesario advertir que gracias a las medidas necesarias preventivas y de controles, implementados en las últimas dos décadas, se pueden tomar acciones seguras que garanticen a las nuevas generaciones que van a establecerse en la Escuela Penitenciaria Nacional, soluciones no solamente para la utilización de una energía renovable sino también tener en cuenta actividades como el reciclaje, el manejo de residuos, la utilización de materiales biodegradables e incorporarse a rutinas y métodos que lleven a soluciones que den manejo al uso de materiales biodegradables que protejan la capa de ozono, entre otros.

La ubicación de la Escuela es privilegiada por su lugar campestre, que permite que se desarrollen actividades a campo abierto, siendo la región central un lugar con muchos recursos y especies diferentes en flora y fauna. Por lo anterior es necesario que las instalaciones también se adapten al medio ambiente circundante, otro de los privilegios de la Escuela es el humedal, reserva natural, la cual por norma internacional debe ser protegida y debe ser afectada en lo mínimo posible. Esta fuente hídrica llena de especies, hace necesario el uso de energías limpias y no contaminantes para suministrar la iluminación.

Es importante tener en cuenta que por algunas creencias equivocadas se piensa que los paneles o plantas solares no tiene el mismo cubrimiento y potencia que si tiene la energía eléctrica, pero esto sucede por falta

de información, pues se debe establecer la cantidad de energía que requiere la institución educativa para su buen funcionamiento y planear sobre la instalación y potencia necesarias.

Inicio progresivo del proyecto de implementación de equipos solares y contratación

Es de resaltar que desde el año 2018, se ha ido solicitando a través de los recursos de suministros eléctricos los elementos necesarios para ir progresivamente implementando los elementos que se han ido necesitando a la fecha.

Indicamos como referencia el Contrato y Comunicación de Aceptación de Oferta - Contrato No. 205 de 2022, Invitación Pública No. 04 de 2022.

Se realiza como una a Invitación Pública de Mínima Cuantía No. 004 de 2022, de conformidad con lo dispuesto en el literal d) del artículo 94 de la Ley 1474 de 2011 y el Artículo 2.2.1.2.1.5.2 del Decreto 1082 del 2015, con esta comunicación de aceptación junto con su oferta constituye para todos los efectos el contrato celebrado.

El objeto de esta contratación consistió en la adquisición de repuestos eléctricos para el mantenimiento locativo de la escuela de formación del INPEC.

Dentro de las condiciones técnicas exigidas se encontraban, la instalación de los paneles solares, sino también en todos los elementos complementarios que componen no solo una parte, sino proyectado a todo un sistema:

Referencias Técnicas de Equipos y Elementos Eléctricos Complementarios

A continuación se relacionan los equipos contratados. Estos son: Sistema Integral De Iluminación Led Solar, Potencia Del Módulo 40 Wts, Ik06 Con Estructura Unificada, Luminaria Led, Panel Solar, Flujo Luminoso 4800 Lm, Lente Óptico Profesional Y Chip Led De Alto Desempeño 120lm/W, Tipo De Panel Solar Silicio Monocristalino, Potencia Del Panel 21w, Batería Lithium 12000mah 9,6v, Sensor De Movimiento Integrado De Rango Amplio Hasta 12 M, Controlador, Batería De Litio Y Control Remoto, Grado De Protección Ip65, Botón De Prueba, Fotocelda Integrada. Incluyendo cableado para instalación y soportes para el panel solar y para las luminarias tipo Led.



Fuente. Imágenes Propias Autor, (2023).



Fuente. Imágenes Propias Autor, (2023).

Así mismo, dicho sistema debe contar con: Corriente doble con polo a tierra, eléctrica con protección GFCI 20 Amp para zonas húmedas, color blanca, con certificación Retie. Lámpara decorativa para iluminación exterior, tipo farol clásica, tres soportes para instalación vertical en poste, chasis fabricado en aluminio inyectado, cubierta opalizada, led de alta potencia, con lentes o lupas en policarbonato, protección Ip 65 De 60 W, tensión de operación 100-277v, flujo luminoso 6000 Lm, eficacia 100lm/W dimensiones (Dxh) diámetro 514 X 681 Mm, corriente constante.

Complementos de las instalaciones:

En relación con los elementos complementarios se tienen los siguientes: Panel Led Cuadrado, Luz Blanca Potencia 40w, Tipo Empotrado En Marco O En Perfil De Cielo Raso Modulado, Dimensiones 595 X 595 Mm, Voltaje De Entrada 100-277v/Ac Frecuencia 50/60hz, Uso Interior.



Fuente. Imágenes Propias Autor, (2023).

Lámparas de techo tipo led, para sobreponer, redonda de 24w, luz blanca.



Fuente. Imágenes Propias Autor, (2023).

Otro tipo de lámparas son:

1. Lámparas de techo tipo led, para empotrar, redonda de 24w, luz blanca.
2. Lámpara Hermética Tipo Led 18 Wts Por 2 Tubos.
3. Tubos tipo led referencia Lb677 de 18 Wts por 1,20mts.

Panel led de sobreponer cuadrado de 24w luz blanca.



Fuente. Imágenes Propias Autor, (2023).

Resultados

¿Qué beneficios generó la experiencia?

1. Se ha logrado bajar la tarifa de consumo de energía eléctrica a cargo del INPEC, con pago a la Empresa ENEL Codensa.
2. Se ha logrado el uso de una tecnología limpia y no contaminante. La energía solar no produce el llamado efecto invernadero. Que es la forma como el calor queda atrapado cerca de la superficie de la tierra. Los gases de efecto invernadero incluyen dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y vapor de agua. (El vapor de agua, que responde física o químicamente a los cambios de temperatura, se denomina una "retroalimentación").(NASA CORP., 2023).
3. Se ha desarrollado un proyecto de innovación tecnológico, que mejora la calidad de vida de las personas que están al interior de las instalaciones y para aquellas que se encuentran alrededor de la Escuela Penitenciaria Nacional.
4. Se ha dado cumplimiento a la ley 1715 de 13 de mayo de 2014.
5. Se ha implementado un proyecto de racionalización de energía que enseña y da ejemplo y que puede ser replicado por otras entidades del Estado, esto puede ser a nivel nacional.
6. El sistema de energía solar, es compatible y no produce contaminación a los alrededores de la Escuela Penitenciaria Nacional, pues esta tiene una sede campestre que está rodeada por naturaleza, limita con el humedal la Chucua y además posee una gran cantidad de flora y fauna representada por árboles y

distintas especies que conviven alternas en este ambiente natural de la parte rural del municipio de función.

7. Se ha dejado de utilizar la planta eléctrica de respaldo en determinadas fases del sistema de iluminación perimetral.



Fuente. Imágenes Propias Autor, (2023).

8. La energía solar es una fuente inagotable de energía, que supera otras fuentes de energía como el petróleo, el gas, el carbón o la misma energía nuclear que tienen reserva finita. Según Energías Renovables Info, la superficie terrestre recibe 120.000 terawattios de irradiación solar, “lo que supone 20.000 veces más potencia de la que necesita el planeta al completo”.



Fuente. Imágenes Propias Autor, (2023).



Fuente. Imágenes Propias Autor, (2023).

Los resultados obtenidos de la buena práctica penitenciaria, han sido excelentes, pero no han sido registrados.

Este sistema que no es nuevo en el mercado, podría beneficiar muchas dependencias del INPEC, con direccionamiento hacia las cárceles y penitenciarias. Muchos de estos que por mandato territorial quedan en las afueras de las ciudades y que han sido afectados por los cortes de energías de los municipios y cabeceras aledaños, quedando estas instalaciones a merced de los delincuentes, con graves consecuencias para los funcionarios y la población privada de la libertad.

Por lo tanto esta es una alternativa muy viable que puede desarrollarse y que no genera un alto costo, fuera del costo que generaría el combustible para alimentar una planta eléctrica, por la cual necesita de un fuerte componente de mantenimiento especializado que es costoso, y que por ser atendido directamente en sitios lejanos no es muchas veces fácil de adquirir.

Así las cosas, este sistema de implementación de paneles solares, es una excelente alternativa para ser aplicada en cualquiera de

los 126 Establecimientos Penitenciarios y Carcelarios, que maneja, dirige y controla el INPEC. Es solución, porque entra en relación con las políticas de austeridad en el gasto que ha emitido y socializado no solamente la Dirección General, sino el gobierno en general. Hay muchísimos de éstos ERON, que tienen deficiencia en su iluminación, no solamente la parte de interna donde se manejan pabellones de privados de la libertad, sino en lugares más importantes como los espacios de seguridad alrededor de las garitas, trincheras, guardias internas, guardias externas, puertas de información, portales, Guayanas de seguridad, edificios e instalaciones administrativas y de alojamientos del personal de guardia. No hay que perder de vista aquellos establecimientos que quedan en las zonas rurales, rodeados de zonas boscosas y de montañas, para los cuales en muchos casos el estar conectados a la red de energía eléctrica de los municipios, les genera un perjuicio porque no son tenidos en cuenta como unidades o bases de seguridad.

Han existido muchos casos en los cuales se corta la energía eléctrica para el Establecimiento y al utilizar la planta de energía eléctrica de respaldo, ésta no funciona porque son equipos que han sido adquiridos y tienen antigüedad de cinco años, 10 años, 20 años o más tiempo y no se les ha dado el respectivo mantenimiento preventivo por parte de la USPEC - Unidad de Servicios Penitenciarios y Carcelarios; o por razones de bajo presupuesto del Establecimiento Carcelario en los cuales no se suministra el combustible, sea gasolina o A.C.P.M., para los casos de emergencia y este respaldo no funciona, dejando el Establecimiento y a sus funcionarios en tinieblas. A través de este artículo se llama la atención de los interesados y directivos, para que se

implemente este sistema en los lugares ya señalados.

Referencias Bibliográficas

ACCIONA. (8 de Octubre de 2023). Obtenido de https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/?_adin=02021864894

ARQA-Arquitectos. (10 de Septiembre de 2023). Obtenido de <https://arqa.com/actualidad/noticias/diferentes-tipos-de-iluminacion-led-y-su-funcion.html>

Energy, S. (10 de Octubre de 2023). Obtenido de <https://suntech.energy/>

ENGY. (23 de Mayo de 2020). Obtenido de <https://engi.co/ventajas-paneles-solares/>

FARO-BARCELONA. (05 de Enero de 2023). Obtenido de <https://faro.es/es/blog/caracteristicas-de-luminarias-led/>

NASA CORP. (27 de septiembre de 2023). Global Climate Change. Obtenido de <https://climate.nasa.gov/faq/70/que-es-el-efecto-invernadero/>

Ortiz, M. (2014). Redacción de tesis. Bogotá: Tesis & Otros.

Solfy. (1 de Junio de 2023). ¿Cuales son las ventajas y desventajas de los paneles solares? Obtenido de <https://solfy.net/placas-solares/cuales-son-las-ventajas-y-desventajas-de-los-paneles-solares/>

Universidad Javeriana. (s.f.). Universidad Javeriana. Recuperado el 3 de Agosto de 2014, de <http://portales.puj.edu.co/ftpcentroescritura/Recursos/Normasapa.pdf>