

# Diagnóstico y propuestas de uso eficiente de energía eléctrica en el área de iluminación del aeropuerto internacional de Cd. Obregón, Sonora

Núñez R. Gabriel, Díaz M. Isidro A., Barreras E. Ramón, Murillo V. Ismael, León V. Rafael, Beristáin J. José A., Aragón M. Enrique y Solís G. Ricardo T.

**Resumen**— En este artículo se presenta un estudio del estado actual en que se encuentra el sistema de iluminación del Aeropuerto Internacional de Cd. Obregón, Sonora y propone mejoras a dicho sistema, ya que algunas áreas de este inmueble cuentan con un bajo nivel de iluminación y algunas más con un alto consumo de energía eléctrica debido a una sobre iluminación. La metodología considera el estudio de factibilidad técnico-económico que cumple con el desarrollo sustentable a través del aspecto económico, social, ambiental, tecnológico y normativo.

De acuerdo al resultado de la evaluación técnico-económica de las propuestas realizadas, la inversión inicial se puede recuperar en un plazo de 2 años. Al implantarse las propuestas de mejora, el aeropuerto estará a la vanguardia en tecnología eléctrica de iluminación, de esta manera los recursos financieros podrán ser mejor administrados y el aeropuerto servirá como referencia para modernizar otros aeropuertos del país.

Finalmente se establecen las conclusiones del trabajo, así como recomendaciones para trabajos futuros.

**Palabras clave**—Iluminación y ahorro de energía.

## I. INTRODUCCIÓN

El estudio de iluminación que se presenta fue realizado en el Aeropuerto Internacional de Cd. Obregón, Sonora. Los organismos que participan son: Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), y el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON).

El aeropuerto se localiza en el estado de Sonora, a una altura de 62.5m sobre el nivel del mar entre 27°23' Norte y 109° 49' Oeste, en su latitud Oeste del Meridiano de Greenwich. El total de hectáreas del aeropuerto es de 375, donde la construcción más grande es el edificio terminal con

Manuscrito recibido el 29 de enero de 2008. Este trabajo fue respaldado por el departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Sonora. Este trabajo fue financiado por los "Fondos Sectoriales de Investigación para el Desarrollo Aeroportuario y la Navegación Aérea" bajo el proyecto con clave de registro ASA-2005-18021.

Maestro Gabriel Núñez Román hasta la fecha se ha desempeñado como Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Sonora en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Sonora; Ave. Antonio Caso S/N Col. Villa ITSON; Ciudad Obregón, Sonora, México; C.P. 85138; Tel: (644) 4109001, ext. 120; Fax: (644) 4109001ext. 103. (e-mail [gnunez@itson.mx](mailto:gnunez@itson.mx))

un área de 4,069.17m<sup>2</sup>.

En términos generales, el aeropuerto cuenta con un consumo de 386.77 kW y las cargas de iluminación consumen 45.78 kW, representando aproximadamente el 12% del consumo total.

Al realizar el diagnóstico energético se observó que algunas zonas del aeropuerto tienen un bajo nivel de iluminación y algunas otras un alto consumo de energía eléctrica debido a un exceso de iluminación.

La norma oficial mexicana NOM-025-STPS-1999 establece que para áreas generales exteriores, tales como patios y estacionamientos, el nivel mínimo de iluminación será de 20 LUX y para talleres, áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas, el nivel mínimo de iluminación será de 300 LUX.

La norma oficial mexicana NOM-007-ENER-2004 establece los niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas para uso general de edificios no residenciales con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica y contribuir a la preservación de recursos energéticos.

Los aspectos más importantes a tomar en cuenta en el estudio de iluminación son:

- Área a iluminar
- Altura de luminaria
- Altura del techo
- Tipo de lámpara (ahorradora de energía eléctrica)
- Reflexión de la iluminación (paredes, techo y piso)
- Intensidad luminosa (actual)

Con este trabajo se pretende asegurar que el aeropuerto cuente con los niveles de iluminación adecuados de acuerdo con la normativa vigente y que el sistema de iluminación propuesto garantice una reducción de al menos un 30% en el consumo de energía eléctrica.

## II. DESARROLLO

A continuación se presenta la metodología utilizada en relación al proyecto de ahorro de energía eléctrica para el área de iluminación en los diferentes edificios del aeropuerto como lo son: el edificio terminal, edificio de bombas eléctricas, edificio de subestaciones, cocina de militares, comedor, mantenimiento eléctrico, edificio CREI (Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios), edificio de operaciones, estacionamiento general y plataforma comercial.

TABLA I. DATOS TÉCNICOS DE LAS LUMINARIAS DEL EDIFICIO CREI.

CREI	Tipo de luminaria	Cantidad de luminarias	Potencia consumida (Watts)	Área m <sup>2</sup>	DPEA W/m <sup>2</sup>
Estacionamiento	2	6	2400	360	6.66
Taller	1	6	384	20	19.20
Almacén	1	2	128	20	6.40
Comedor - cocina	1	4	256	23.9	10.68
Oficina	1	2	128	17.6	3.61
Dormitorios	1	2	128	22.8	11.18
Gimnasio - sala de juntas	1	12	768	56.5	13.57

**Nota:**

- 1.- Luminaria cerrada tipo T8 - 2 x 32 W, con difusor de acrílico "panal de abeja"
- 2.- Luminaria HID Alta Intensidad de Descarga

TABLA II. COSTO PROMEDIO DEL KWH SEGÚN FACTURACIÓN DEL AEROPUERTO

Meses del año 2006	Costo promedio del kWh
Enero	1.1455
Febrero	1.1267
Marzo	1.1222
Abril	1.0939
Mayo	1.1179
Junio	1.1620
Julio	2.2125
Agosto	1.2346
Septiembre	1.226
Octubre	1.2252
Noviembre	1.2017
Total	1.2607

*El costo promedio de kWh = \$1.2607*

**A. Diagnóstico energético**

Para explicar el procedimiento del diagnóstico energético se toma como ejemplo el edificio CREI.

Con los datos técnicos y las mediciones mostradas en la tabla 1, se cumple con el nivel permitido de densidad de potencia eléctrica de alumbrado establecido en la norma NOM-007-ENER-2004 ya que esta norma marca como máximo 14 W/m<sup>2</sup> y el edificio cuenta con 6.66 W/m<sup>2</sup> en el estacionamiento, 6.4 W/m<sup>2</sup> en almacén, 10.68 W/m<sup>2</sup> en comedor cocina, 3.61 W/m<sup>2</sup> en la oficina, 11.18 W/m<sup>2</sup> en los dormitorios, el gimnasio - sala de juntas cuenta con 13.57 W/m<sup>2</sup>, por lo que no se está consumiendo energía eléctrica en exceso, contrario a el área del taller que cuenta con 19.2 W/m<sup>2</sup>.

**B. Propuestas**

Con base en los resultados de la etapa de diagnóstico, se exponen las propuestas de ahorro de energía en el área de iluminación del Aeropuerto, las cuales se categorizar en propuestas que no requieren inversión y propuestas que requieren inversión. Las anteriores son expuestas en los incisos F y G respectivamente.

TABLA III. DATOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA ACTUAL Y PROPUESTA, ASÍ COMO EL COSTO EN PESOS.

Área comprendida	Energía eléctrica consumida anual (kWh)	Costo energía eléctrica actual \$pesos	Energía eléctrica consumida propuesta anual (kWh)	Costo de energía eléctrica propuesta \$pesos
Comandancia - oficina	659.92	831.96	817.60	1,030.74
Oficina	235.04	296.31	291.20	367.11
Pasillo - baños	624.00	786.67	81.12	102.26
Oficina combustibles	659.92	831.96	817.60	1,030.74
Oficina mantenimiento	235.04	296.31	291.20	367.11
Subestación 2	249.66	314.74	665.76	839.32
Sala de última espera	28,032.00	35,339.94	8,760.00	11,043.73
Taller CREI	665.76	839.32	332.88	419.66
Almacén CREI	153.30	193.26	249.66	314.74
Gimnasio - sala de juntas CREI	998.64	1,258.98	748.98	944.23
Mostradores	21,608.00	27,241.20	10,091.52	12,722.37
Suma	54,121.28	68,230.65	23,147.52	29,182.01

**C. Procedimiento para el cálculo del costo promedio del kWh**

Para el cálculo del costo promedio del kWh, se suman los costos de facturación de los meses Enero-Noviembre de 2006 y se obtiene un valor promedio. Estos datos se muestran en la tabla 2.

**D. Consumos de energía eléctrica actuales y consumo que se tendría si se llevara a cabo la propuesta en cada área**

En la tabla 3 se muestra los kWh que se consumen actualmente en cada una de las áreas en donde, se considera, existen posibilidades de tener ahorro de energía eléctrica, dado que las demás áreas del aeropuerto cumplen con los niveles mínimos requeridos por las normas mexicanas vigentes.

También se calculó un valor aproximado de la facturación anual en cada área.

**E. Ahorro anual**

Para calcular el ahorro anual si se llevaran a cabo las propuestas en iluminación, se resta el costo por facturación actual, menos el costo que se tendrá con la propuesta, entonces:

$$\text{Ahorro} = \text{CEEA} - \text{CEEP} \quad (1)$$

Donde:

CEEA representa el costo de la energía eléctrica actual.  
CEEP representa el costo de la energía eléctrica al colocar el equipo propuesto.

$$\text{Ahorro} = \$68,230.65 - \$29,182.01 = \$39,048.64$$

TABLA IV. DATOS ACTUALES DE ÁREAS QUE NO REQUIEREN INVERSIÓN.

Área comprendida	Luminarias actuales	Energía eléctrica consumida actual (kWh)	Costo energía eléctrica actual \$pesos
Taller CREI	6	665.76	839.32
Almacén CREI	2	153.30	193.26
Gimnasio – sala de juntas CREI	12	998.64	1,258.98
Mostradores	41	21,608.00	27,241.20
Suma		23,425.70	29,532.76

TABLA V. DATOS SEGÚN PROPUESTA DE ÁREAS QUE NO REQUIEREN INVERSIÓN.

Área comprendida	Luminarias propuestas	Energía eléctrica consumida propuesta (kWh)	Costo energía eléctrica propuesta \$pesos
Taller CREI	3	332.88	419.66
Almacén CREI	3	249.66	314.74
Gimnasio – sala de juntas CREI	9	748.98	994.23
Mostradores	28	10,091.52	12,722.37
Suma		11,423.04	14,451.00

#### F. Propuestas que no requieren inversión

Este tipo de propuesta se realizará únicamente reubicando luminarias, ya que hay algunas áreas en las que tienen luminarias demás, y sólo se está consumiendo energía eléctrica en exceso, dicha reubicación de luminarias deben cumplir con las normas oficiales mexicanas NOM-025-STPS-1999 y la norma NOM-007-ENER-2004

En la tabla 4 se muestra el consumo que tiene actualmente cada área que no requiere inversión, y en la tabla 5 se muestra el consumo que tendrá cada área si se llevaran a cabo estas propuestas.

#### G. Propuestas que requieren inversión

La tabla 6 muestra qué tipo de luminaria se tiene que instalar en cada una de las áreas propuestas, así como el costo que tendría realizarlas. Es muy importante resaltar que si se llevan a cabo estas propuestas, las áreas consideradas tendrán un confort adecuado, además de lograr un ahorro en la facturación de energía eléctrica.

#### H. Plataforma comercial

Con los datos técnicos de la tabla 7 y las mediciones realizadas de acuerdo a la tabla 8, se puede observar que el estacionamiento de aviones cuenta con iluminación adecuada en la plataforma 1 y 3, no así en la plataforma 2. De acuerdo a los niveles permitidos por la norma **NOM-025-STPS-1999**, las plataformas 1 y 3 cuentan con el nivel mínimo de iluminación permitido por esta norma, el cual es de 20 Lux.

TABLA VI. DATOS ACTUALES DE ÁREAS QUE REQUIEREN INVERSIÓN.

Áreas que requieren inversión	Descripción	Costo unitario	Costo total
Operaciones comandancia	2 luminarias T-8 2 x 32W	\$445	\$890
Operaciones Pasillo - baños	3 luminarias 13W ahorradoras de energía	\$40	\$120
Operaciones oficina	2 luminarias T-8 2 x 32W	\$445	\$890
Operaciones oficina combustibles	2 luminarias T-8 2 x 32W	\$445	\$890
Operaciones oficina mantenimiento	2 luminarias T-8 2 x 32W	\$445	\$890
Subestación 2	5 luminarias T-8 2 x 32W	\$445	\$2,225
Sala de abordaje	6 luminarias de 250W, tipo HID aditivo metálico	\$25,612.73	\$25,612.73

Nota: La inversión total necesaria en las áreas del edificio de operaciones es de \$5,905.00

TABLA VII. DATOS TÉCNICOS DE LAS LUMINARIAS DE LAS PLATAFORMAS.

Área comprendida	Tipo de luminaria	Cantidad de luminarias	Potencia consumida (Watts)
Plataforma 1	1	8	3,200
Plataforma 2	1	2	800
Plataforma 3	1	8	3,200

Nota: 1.- Luminaria tipo HID de 400 W.

TABLA VIII. NIVEL DE ILUMINACIÓN PROMEDIO DE LAS PLATAFORMAS.

Área comprendida	Número de mediciones realizadas	Nivel mínimo de iluminación (Lux)	Nivel máximo de iluminación (Lux)	Promedio Iluminación artificial (Lux)
Plataforma 1	4	10	19	22.25
Plataforma 2	4	8	17	12.25
Plataforma 3	6	13	28	23.33

TABLA IX. TIPO DE LUMINARIA EN EL ÁREA DE PLATAFORMA COMERCIAL.

Áreas que requieren inversión	Descripción	Costo unitario	Costo total
Plataforma 2	2 Luminarias de 400W, tipo HID VSAP	\$1,450	\$2,900

En la realización de estas propuestas no se incluye el costo por mano de obra debido a que se considera, son instalaciones que pueden ser realizadas por los técnicos electricistas del aeropuerto.

La tabla 9 muestra el tipo de luminaria que es necesario instalar en el área de plataforma comercial, así como el costo de realizar esta propuesta.

TABLA X. DATOS TÉCNICOS DE LA LUMINARIA ACTUALMENTE.

Área comprendida	Tipo de luminaria	Cantidad de luminarias	Potencia consumida (Watts)
Sala de llegada	1	11	2,750

Nota: 1. Luminaria tipo HID aditivo metálico de 250W.

TABLA XI. DATOS TÉCNICOS DE LAS LUMINARIAS PROPUESTAS.

Área comprendida	Tipo de luminaria	Cantidad de luminarias	Potencia consumida (Watts)
Sala de llegada	1	24	1,536

Nota: 1. Luminaria fluorescente tipo T-8 2x32W, catálogo 2PM3N G B 3 32 18LD MVOLT, marca lithonia lighting.

### I. Sala de llegada

Con los datos técnicos de la tabla 10, con las luminarias que se tienen actualmente en la sala de llegada y con la decisión de bajar el falso plafón por cuestiones técnicas en relación al aire acondicionado a una altura de 3m, se tiene que diseñar la iluminación y elegir las luminarias adecuadas para proveer la visibilidad en un mínimo de 300 luxes requerido por la **NOM-025-STPS-1999**. Basado en la tarea a realizarse en esta área y con los datos técnicos de las luminarias propuestas de la tabla 11 y la densidad de potencia instalada indicada por la **NOM-007-ENER-2004** que es de un máximo de  $14 \text{ W/m}^2$ , se seleccionaron los equipos y materiales necesarios para la realización de la instalación eléctrica.

### J. Presupuestos de equipos, materiales y mano de obra para la instalación de luminarias

En el estudio de iluminación se optó por pedir presupuestos a una empresa conocida en Cd. Obregón, Sonora, la cual cotizó el costo de total de materiales y mano de obra para llevar a cabo las propuestas hechas en las áreas de sala de llegada y sala de abordaje, teniéndose un importe total de \$25,612.73 y \$50,992.40 respectivamente.

### K. Cálculo del periodo de recuperación de la inversión

Para obtener el periodo de recuperación de la inversión (PRI) se debe tomar en cuenta la inversión entre el ahorro anual que se tendrá.

En la elaboración de las propuestas que requieren inversión; el monto inicial es de \$5,905.00 del costo de luminarias en el edificio de operaciones mas \$25,612.73 del costo de equipos, materiales y mano de obra para la instalación de luminarias en la sala de última espera, se tiene una inversión inicial de \$31,517.73 y el ahorro anual que se tendrá si se llevan a cabo las propuestas será de **\$39,048.64** solo en el edificio de operaciones y sala de última espera.

Ahorro de energía eléctrica en la sala de llegada:

$$5,720 \text{ kWh instalada actualmente anual por } \$1.2607 =$$

$$\$7,211.20 \text{ al año}$$

$$3,192.8 \text{ kWh propuesta anual por } \$1.2607 =$$

$$\$4,025.16 \text{ al año}$$

Con la propuesta se tendrá un ahorro anual de \$3,186.04 para la sala de llegada. Con estos datos se calcula el periodo de recuperación de la inversión (PRI).

Para calcular el PRI, se suma los presupuestos de la instalación eléctrica de luminarias y los materiales necesarios en las áreas de inversión, y el costo de las luminarias del edificio de operaciones y plataforma comercial (rampa 2). Se tiene una inversión total de **\$85,410.13** y el ahorro anual que se tendrá serán los **\$39,048.64**, obtenidos en la ecuación (1) mas **\$3,186.04** de la propuesta de sala de llegada, dando un total de **\$42,234.68**. Con estos datos se calcula el PRI, y se obtiene:

$\text{PRI} = \$85,410.13 / \$42,234.68 = 2.02$ , por lo que la inversión se recupera en **2 años**.

El periodo de recuperación de la inversión es de 2 años, lo cual es factible llevar acabo estas propuestas de ahorro de energía eléctrica ya que se contará con una visibilidad adecuada y se tendrá un ahorro en la facturación de energía eléctrica.

## III. CONCLUSIONES

En este trabajo de iluminación, fue indispensable considerar la situación actual en que se encontraba el Aeropuerto Internacional de Cd. Obregón, Sonora, para su corrección o mejora, se consideraron las Normas Oficiales Mexicanas que todo centro de trabajo debe acatar.

En este proyecto los resultados obtenidos son satisfactorios ya que alcanzan los valores de iluminación requeridos por la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, la cual rige los niveles mínimos y condiciones de iluminación en los centros de trabajo, y la NOM-007-ENER-2004 la cual describe la eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales, base fundamental para los valores obtenidos en cada área del Aeropuerto, también se logró reducir el consumo de energía eléctrica en el área de iluminación a un 20%. El estudio únicamente se realizó en este aeropuerto, por lo tanto, se desconocen las condiciones en las que operan los sistemas de iluminación y alumbrado de otros aeropuertos del país.

El uso racional y conciente de energía eléctrica es beneficio para todos, ya que el que la usa paga por ella y además tener un hábito de ahorro de energía eléctrica, reflejará más producción con el menor costo posible.

La implementación de las propuestas en el aeropuerto da como resultado un ahorro anual de **\$42,234.68** con un tiempo de amortización de 2 años.

## REFERENCIAS

- [1] Chapa Carreón, 1994. Manual de instalaciones de alumbrado y fotometría, Editorial Limusa, México.
- [2] Frier John. Sistemas de Iluminación, Limusa Grupo Noriega Editores, Primera Edición, 1986 Mexico D.F
- [3] Fornes Ibarra Zarak. Evaluación de los Niveles de Iluminación, Primera Edición, Tesis 1998
- [4] Holophane 03/04 Núm. Forma 6114.4 Cat. Hol. 2004ai. Catalogo condensado 2004.

- [5] Secretaría de Trabajo y Previsión Social, [NOM-025-STPS-1999](http://www.stps.gob.mx/).(Ver <http://www.stps.gob.mx/>)
- [6] Secretaría de Energía, [NOM-007-ENER-2004](http://www.sener.gob.mx/). (Ver <http://www.sener.gob.mx/>)
- [7] HOLOPHANE, software Visual - Professional Edition, Visual - Basic Edition.(Ver <http://www.holophane.com/>)



**Gabriel Núñez Román** egresó del Instituto Tecnológico de Sonora en 1985 como Ingeniero Industrial, en 2003 obtuvo el grado de Maestría en Ingeniería en Administración de la Tecnología Eléctrica en el mismo instituto.

Desde 1993 hasta abril de 2005 se desempeñó como Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Sonora en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Actualmente es Responsable del Programa Educativo de la carrera de Ingeniero Electricista.

El M.I. Núñez es miembro de la IEEE y pertenece al Cuerpo Académico de Utilización de la Energía.



**Isidro Alejandro Díaz Martínez** egresó del Instituto Tecnológico de Sonora en 2007 de la carrera Ingeniería Eléctrica.

Desde enero de 2007 labora en la empresa Proveedora Industrial del Noroeste S.A. de C.V. en Cd. Obregón, Sonora en la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas industriales.



**Ramón Barreras Espinoza** egresó del Instituto Tecnológico de Sonora en 2007 de la carrera Ingeniería Eléctrica.

Desde marzo de 2007 labora en la empresa MDM Electrosistemas, en Nogales, Sonora en el desarrollo de proyectos de instalaciones eléctricas industriales.



**Ismael Murillo Verduzco** egresó de la Universidad Autónoma de Nuevo León en 1989 como Ingeniero Mecánico Electricista, obtuvo el grado de Maestro en Ingeniería en el Área Mecánica de la Universidad Autónoma de México el 2 de julio de 2004. Desde 1991 hasta la fecha se ha desempeñado como Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Sonora en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

El M.I. Murillo pertenece al Cuerpo Académico de Utilización de la Energía.



**Rafael León Velázquez** egresó de la Universidad Autónoma de Nuevo León en 1985 como Ingeniero Mecánico Electricista, en 1997 obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica en la UANL. Desde 1989 hasta abril de 2005 se ha desempeñado como Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Sonora en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Actualmente es el Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

El M.C. León es miembro de la IEEE y pertenece al Cuerpo Académico de Utilización de la Energía.



**José Antonio Beristáin Jiménez**, obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, CENIDET y el grado de doctor por la Universidad Politécnica de Cataluña, actualmente labora en el Instituto Tecnológico de Sonora como maestro investigador de tiempo completo.

El Dr. Beristáin es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y pertenece al Cuerpo Académico de Utilización de la Energía.



**Enrique Aragón Millanes** obtuvo el grado de Ingeniero Electricista del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, en Monterrey Nuevo León, la Maestría en Ingeniería en Administración de la Tecnología Eléctrica, del Instituto Tecnológico de Sonora, en Cd. Obregón. Actualmente es Profesor Investigador Titular C: Adscrito al Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, en el Instituto Tecnológico de Sonora, en Cd. Obregón. Sus áreas de interés son el uso

eficiente de la energía en el sector social y en las pequeñas y medianas empresas, generación de energía eléctrica utilizando fuentes renovables y no renovables, transmisión y distribución de la energía eléctrica desde el lugar de producción hasta los consumidores finales, elaboración de normas relacionadas con los sistemas de gestión de energía, diseño e implementación de sistemas de comunicación de parámetros de facturación y de calidad de la energía, así como la aplicación de la electrónica de potencia.



**Ricardo T. Solís Granados** obtuvo el grado de Ingeniero en Electrónica (especialidad en Comunicaciones) de la UAM Iztapalapa en 1987 y el de Maestro en Ciencias en Electrónica y Telecomunicaciones (especialidad en Telecomunicaciones) del CICESE en 1998. Es maestro investigador de tiempo completo, de la carrera de Ingeniero en Electrónica del Instituto Tecnológico de Sonora desde 1988. Es miembro de la IEEE desde 1995. Sus líneas de interés son las

telecomunicaciones y redes de computadoras.