



INSTITUTO SUPERIOR
POLITÉCNICO CÓRDOBA

Tecnicatura Superior en Telecomunicaciones

Proyecto IoT: ILUMINET

Integrantes:

- 
- MÁRQUEZ José Luis
 - PAEZ Tiziano
 - GONZÁLEZ A. Juan Diego
 - CARBALLO Macarena
 - GUZMÁN Lilén

Docente:

- GONZÁLEZ Mario

1. Problemática

El alumbrado público tradicional presenta múltiples problemáticas que afectan la eficiencia, los costos y la seguridad urbana. Entre ellas se destacan:

Consumo energético elevado: Las luminarias permanecen encendidas toda la noche sin considerar la presencia de personas ni el nivel de luz ambiental, lo que incrementa el gasto energético, los costos económicos y la huella de carbono.

Falta de seguridad en espacios públicos: Calles y parques mal iluminados aumentan la probabilidad de accidentes y situaciones de inseguridad.

Mantenimiento ineficiente: Los sistemas de alumbrado tradicionales requieren inspecciones físicas periódicas o realizar reclamos vía aplicaciones móviles, lo que conlleva que un sector de la sociedad no pueda colaborar con el aviso de reparación de alguna luminaria, lo que implica costos elevados y retrasos en la reparación de artefactos averiados. Además, estos sistemas convencionales requieren inspecciones físicas periódicas, lo que implica costos elevados y tiempos prolongados de reparación.

Escasa integración con Smart Cities: La iluminación convencional funciona de manera aislada, sin posibilidad de conectarse con otros sistemas urbanos como cámaras de seguridad, sensores ambientales o gestión de tráfico.



Estas limitaciones demandan una solución tecnológica que aporte eficiencia, sostenibilidad y seguridad en la gestión del alumbrado público.

El proyecto “**ILUMINET**” surge como solución a varias problemáticas presentes en la iluminación urbana tradicional y en sistemas de alumbrado convencionales:

2. Justificación

El proyecto “**ILUMINET**” busca responder a estas problemáticas a través de un sistema de alumbrado urbano basado en IoT. Su implementación permitirá:

Reducir el consumo energético y los costos asociados, gracias al control automático de intensidad según la luz ambiental y la detección de presencia.

Incrementar la seguridad ciudadana, ya que las luminarias se encienden o ajustan su brillo solo cuando son necesarias.

Optimizar el mantenimiento, con la monitorización remota del estado y consumo de cada luminaria, permitiendo un mantenimiento predictivo más eficiente.

Integrar el alumbrado con plataformas de Smart Cities, facilitando la coordinación con otros sistemas urbanos para una gestión más sostenible.

En conclusión, este proyecto aporta una solución integral que combina eficiencia energética, seguridad, reducción de costos y conectividad, alineándose con los principios de ciudades inteligentes y sostenibles.



Algunos de los hitos que se buscan alcanzar:

Con luminarias inteligentes podemos realizar un chequeo integral del sistema de iluminación, verificando que los artefactos estén operando de manera correcta en las franjas horarias que corresponden, y además, poder focalizar la detección de fallas en zonas o postes específicos para optimizar el mantenimiento del sistema. Como mejora adicional y opcional se puede hacer que las lámparas se ajusten en

brillo o intensidad lumínica según presencia y luz ambiental, de esta forma se reduce significativamente el consumo energético y los costos asociados.

La detección de presencia activa automáticamente las luminarias cuando es necesario, mientras que la monitorización remota permite identificar y reparar rápidamente luminarias apagadas o en falla, aumentando la seguridad pública.

Además se podría integrar con algún sistema de machine learning para el cálculo de la vida útil de los artefactos y optimizar la compra de insumos para el reemplazo.

Los sistemas de iluminación convencionales no están conectados a otras plataformas urbanas, dificultando la coordinación con servicios de tráfico, cámaras de seguridad o sensores ambientales.

Las luminarias inteligentes, al ser nodos IoT, se pueden integrar con otros sistemas urbanos, permitiendo una gestión eficiente de recursos y planificación urbana coordinada.

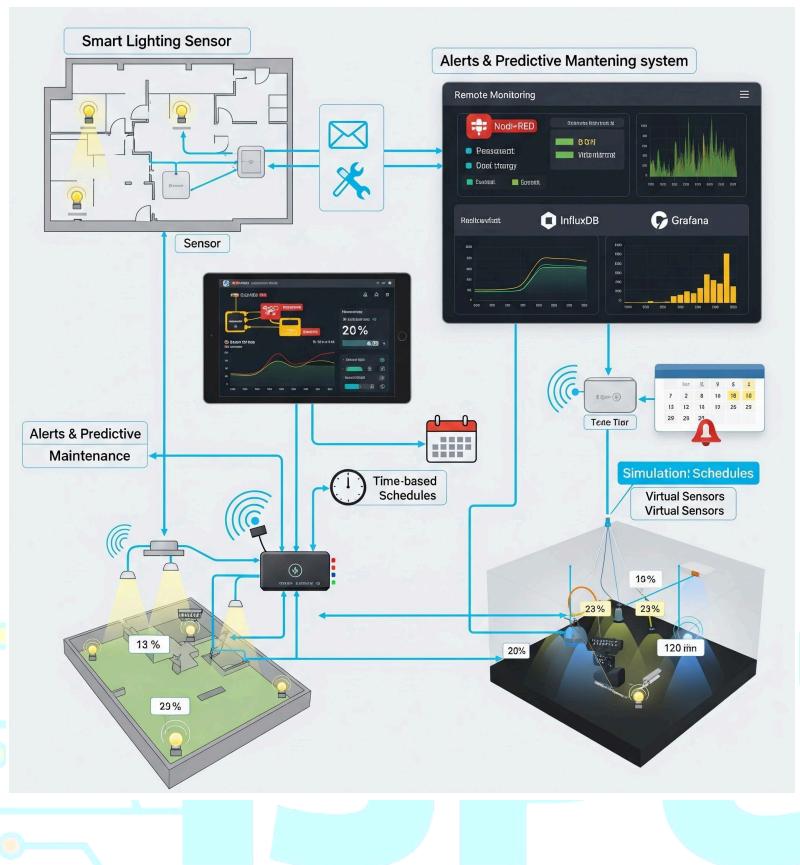
En conclusión, el proyecto “ILUMINET” responde de manera integral a la necesidad de eficiencia energética, seguridad, mantenimiento optimizado y conectividad urbana, transformando la iluminación pública en un sistema automatizado, inteligente y sostenible.

3. Objetivo general

Desarrollar un sistema de luminarias inteligentes basadas en IoT que optimice el consumo energético, incremente la seguridad en espacios públicos, facilite el mantenimiento mediante monitorización remota y permita su integración con plataformas de Smart Cities.

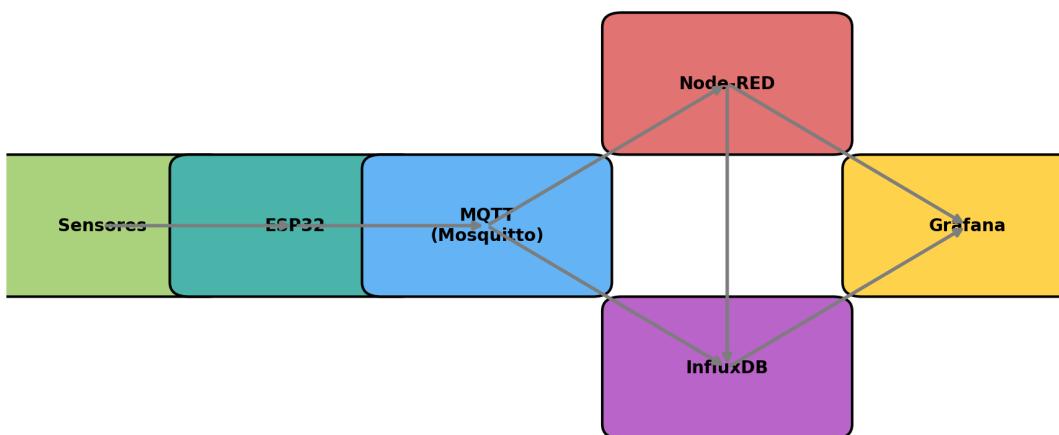
4. Objetivos específicos y alcance

Objetivo Específico	Alcance
Implementar un sistema de control automático de intensidad lumínica en función de la luz ambiental y horarios programados.	- Reduce el consumo energético evitando encendidos innecesarios.
Integrar sensores de presencia para activar o regular la intensidad de las luminarias en tiempo real.	- Mejora la seguridad en calles y parques al garantizar visibilidad sólo cuando se detecta tránsito peatonal o vehicular.
Diseñar una plataforma de monitorización remota con Node-RED, InfluxDB y Grafana.	- Posibilita la visualización en tiempo real del estado, consumo y funcionamiento de cada luminaria.
Configurar un sistema de alertas y mantenimiento predictivo (futura mejora).	- Permite detectar fallas tempranamente y optimizar los tiempos de reparación.
Simular el comportamiento del sistema con generación de datos (sensores virtuales).	- Asegura la validación del prototipo sin necesidad de contar inicialmente con hardware físico.
Integrar la solución con un broker MQTT (Mosquitto) para la comunicación de datos.	- Garantiza escalabilidad y compatibilidad con otras plataformas urbanas.
Documentar la arquitectura, tecnologías utilizadas y procesos de implementación.	- Proporciona una guía clara para la futura réplica, ampliación o integración en proyectos reales de Smart Cities.

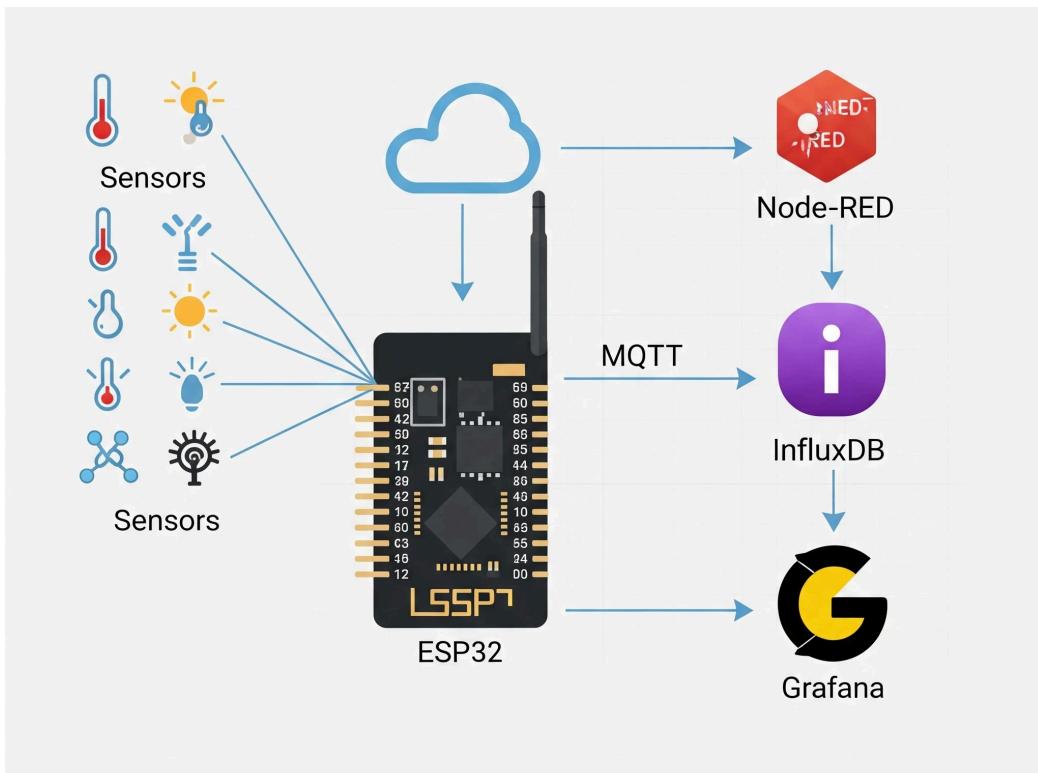


5. Arquitectura del sistema IoT

Arquitectura del Sistema IoT - Luminarias Inteligentes



Sensores → ESP32 → MQTT → Node-RED → InfluxDB → Grafana.



6. Descripción del sistema

El proyecto “ILUMINET” consiste en un sistema de iluminación urbana que optimiza el consumo energético, mejora la seguridad y permite monitorización remota. Cada luminaria cuenta con sensores que detectan presencia (opcional), nivel de luz ambiental y consumo energético, y está controlada por un microcontrolador ESP32/ESP8266 o similar que envía los datos a una plataforma IoT centralizada.



POLITECNICO CORDOBA

7. Beneficios para el proyecto

- Eficiencia energética: Reducción significativa del consumo eléctrico en comparación con el sistema de luminarias convencionales.
- Seguridad: Mejora de la visibilidad en calles y espacios públicos solo cuando es necesario.
- Mantenimiento optimizado: Monitoreo remoto permite detectar fallas antes de que afecten el funcionamiento.
- Integración con Smart Cities: Posibilidad de coordinación con otros sensores y servicios urbanos.

8. Funcionalidades del sistema

- Control automático de intensidad: Ajusta el brillo según la luz ambiental o programación (alterna intensidad lumínica entre 50% / 70% / 100%).
- Detección de presencia: Enciende/apaga o aumenta intensidad cuando detecta movimientos de distintos tipos.
- Programación horaria: Encendido/apagado según horario predefinido.
- Ahorro energético: Optimiza consumo, apagando luces innecesarias.
- Mejora en mantenimiento predictivo y compra de insumos.
- Monitorización remota: Estado de cada luminaria y consumo en tiempo real.

9. Investigación técnica

Variables físicas de las luminarias y el entorno

Estas son las que toman directamente los sensores:

- **Nivel de luminosidad ambiental (lux):**
Para ajustar la intensidad de la luminaria según la luz natural disponible.
- **Detección de presencia (booleano: sí/no):**
Registro de tránsito peatonal o vehicular en la zona.
- **Estado de la luminaria (encendida/apagada):**
Indica si la lámpara está operativa o fuera de servicio.
- **Intensidad lumínica de salida (%):**
Nivel de brillo al que trabaja la luminaria (ej. 50%, 70%, 100%).
- **Consumo energético instantáneo (W):**
Energía demandada por cada luminaria en tiempo real.
- **Energía acumulada (kWh):**
Medición del consumo total en un período de tiempo (día/semana/mes).
- **Temperatura de operación del sistema (°C) [opcional]:**
Para prevenir sobrecalentamiento en los LEDs o en la electrónica.

Variables de gestión y mantenimiento: Son procesadas a partir de los datos anteriores:

- **Horas de uso acumuladas (h):**

Tiempo total en funcionamiento de cada luminaria (útil para mantenimiento predictivo).

- **Índice de fallas (número de fallos detectados):**

Conteo de apagados inesperados, cortes o mal funcionamiento.

- **Disponibilidad del sistema (% uptime):**

Tiempo en que la luminaria estuvo operativa respecto al total esperado.

- **Alertas generadas (eventos):**

Notificaciones de fallas, consumo anormal o desconexiones.

- **Vida útil estimada de la luminaria (horas / % restante):**

Proyectada con machine learning o en base a desgaste por horas de uso y consumo.

Variables de integración Smart City: (Para cuando se integre con otros sistemas):

- **Eventos de tráfico detectados (conteo de presencia):**

Puede integrarse con el flujo vehicular.

- **Eventos de seguridad (detección de anomalías):**

Presencia en horarios inusuales o zonas de riesgo.

- **Datos ambientales adicionales [opcional]:**

Ejemplo: calidad del aire, humedad o temperatura ambiente (si se integran más sensores IoT)

Sensores posibles:

- Detección de presencia: PIR (infrarrojo pasivo), microondas.
- Nivel de luz ambiental: LDR, fotodiodo.
- Medición de energía: Sensores de corriente (ACS712, SCT-013-000).

Especificaciones luminarias:

- Voltaje: 220 V AC.
- Potencia: LED ~70 – 100 W (ejemplo de referencia: 50 W).
- Seleccionar luminarias LED con estas especificaciones como punto de partida:
 - Para calles residenciales: ~ 50-80 W, entre 5.000-8.000 lúmenes, temperatura de color ~ 4000 K, CRI ≥ 70 o 80, IP65/IP66, IK08.
 - Para avenidas principales: ~ 100-150 W o más, flujo lumínico proporcional, óptica para distribuir luz hacia carriles, evitar desperdicio.

Opciones de alimentación:

- Red eléctrica del poste.
- Batería o UPS (considerar mantenimiento y autonomía).

Robustez y montaje:

INSTITUTO SUPERIOR
POLITÉCNICO CÓRDOBA

- Altura: accesible para mantenimiento, sugerido en 3 a 4 metros de altura (sin necesidad de grúa si es posible).
- Protección: contra vandalismo y clima (IP65 o similar para sensores).

Más información [enlace al repositorio del proyecto](#): [CLICK AQUI](#)

10. Tecnologías y sensores a utilizar

Elemento	Modelo / Ejemplo	Función
Microcontrolador	ESP32/ESP8266	Procesa sensores y envía datos por MQTT
Sensor de presencia	PIR / Microondas	Detecta movimiento en el área iluminada
Sensor de luminosidad	LDR / Fotodiodo	Mide nivel de luz ambiental
Sensor de corriente	ACS712 (revisión)	Monitorea consumo energético de la luminaria
Luminaria	LED 50-200 W, 220 V	Iluminación de acuerdo a ubicación.
Módulo de comunicación RF	TX-RX-RF433MHZ	Envía estado de las luces en puntos nodo al "gateway" procesador
Módulo comunicación 2G	SIM800L	Envío de datos a través de internet, en los nodos "maestros".
Broker MQTT	Mosquitto	Comunicación entre nodos y plataforma
Base de datos	InfluxDB	Almacenamiento histórico de datos
Visualización	Grafana	Dashboards de consumo, estado y detección
Procesamiento de flujos	Node-RED	Orquestación de datos y conexión con DB

11. Simulación y datos

INSTITUTO SUPERIOR
POLITÉCNICO CÓRDOBA

Objetivo: Probar el sistema sin hardware físico.

Diseñar un script simulador que genere:

- Nivel de luz ambiental (lux).
- Detección de presencia (true/false).
- Estado de lámpara (on/off).
- Consumo energético estimado (W).

MQTT:

- Definir tópicos y esquema de mensajes, por ejemplo:

luminaria/<id>/estado -> { "on": true, "intensidad": 80 }

luminaria/<id>/sensor -> { "presencia": true, "luminosidad": 120 }

luminaria/<id>/consumo -> { "energia": 45 }

- Definir frecuencia de envío de datos: cada 5-10 segundos para pruebas.

12. Backend y despliegue

Estructura del proyecto:

luces_inteligentes/



Contenedores:

- MQTT: Mosquitto.
- Base de datos: InfluxDB.
- Visualización: Grafana.
- Orquestación y flujo: Node-RED.

Pruebas de despliegue:

- Verificar comunicación del simulador con broker MQTT y backend.

13. Visualización y pruebas

Dashboards mínimos en Grafana:

- Consumo vs tiempo: Línea de consumo de cada luminaria.
- Estado de luminarias: Mapa o lista con luces encendidas/apagadas.
- Detección de presencia: Indicador de eventos recientes.

Prueba end-to-end:

- Simulador envía datos al broker.
- Node-RED procesa y guarda en la base de datos.
- Grafana muestra dashboards en tiempo real.

14. Beneficios sociales del proyecto ILUMINET

La implementación de un sistema de alumbrado público inteligente basado en IoT aporta **múltiples beneficios sociales a la comunidad**. En primer lugar, mejora significativamente la **seguridad ciudadana**, ya que las luminarias ajustan su intensidad o se encienden cuando detectan movimiento, lo que reduce zonas oscuras, previene delitos y disminuye el riesgo de accidentes en calles, veredas, plazas y avenidas. Además, el monitoreo remoto permite detectar rápidamente fallas, evitando que sectores queden sin iluminación por largos períodos.

Desde el **aspecto ambiental**, el sistema contribuye a la sustentabilidad, gracias al uso eficiente de la energía. Al regular la intensidad según la presencia y la luz ambiental, se disminuye el consumo eléctrico y, por lo tanto, la huella de carbono. A esto se suma el uso de tecnología LED y mantenimiento predictivo, lo cual extiende la vida útil de los equipos y reduce residuos y reemplazos innecesarios.

En cuanto al **impacto económico**, el proyecto permite un ahorro considerable para municipios, cooperativas o entes encargados del alumbrado. El consumo eléctrico disminuye al evitar que las luminarias permanezcan encendidas en horarios sin tránsito, y el mantenimiento predictivo reduce los costos operativos al evitar

inspecciones innecesarias y reparaciones tardías. Esto optimiza los recursos públicos y mejora la gestión presupuestaria.

El proyecto también fortalece la **inclusión y accesibilidad urbana**, ya que genera espacios mejor iluminados para personas mayores, mujeres, estudiantes, trabajadores nocturnos y peatones en general, sin depender de reportes ciudadanos para detectar fallos. Al mismo tiempo, **mejora la calidad de vida**, permitiendo un uso más seguro y prolongado de espacios públicos durante la noche, como parques, ciclovías y veredas, sin generar contaminación lumínica innecesaria.

Finalmente, al tratarse de un sistema conectado, las luminarias inteligentes se integran fácilmente con otros servicios urbanos, lo que **impulsa el desarrollo de ciudades inteligentes (Smart Cities)**. La interoperabilidad con cámaras, sensores de tránsito, plataformas de gestión y sistemas ambientales facilita una planificación urbana más eficiente, sostenible y alineada con las necesidades reales de la población.

Categoría	Beneficio	Impacto en la comunidad
Seguridad	- Iluminación activa por presencia	- Reduce delitos y accidentes
Sustentabilidad	- Menor consumo energético	- Disminuye huella de carbono
Ahorro económico	- Optimización del uso eléctrico y mantenimiento	- Reduce gastos municipales
Calidad de vida	- Espacios públicos más seguros y accesibles	- Favorece tránsito peatonal y recreación
Inclusión	- Iluminación automática sin depender de reclamos	- Beneficia a toda la población
Smart Cities	- Integración con otros sistemas urbanos	- Mejora la gestión y planificación

15. CONCLUSIÓN

El proyecto ILUMINET representa una solución tecnológica eficiente y sostenible para los desafíos actuales del alumbrado público. Al integrar sensores, microcontroladores y comunicación IoT, permite optimizar el consumo energético, mejorar la seguridad urbana y reducir los costos operativos mediante monitoreo remoto y mantenimiento predictivo.

Desde nuestra formación como estudiantes de la carrera de Telecomunicaciones, este desarrollo no solo aplica los conocimientos adquiridos en conectividad, redes y sistemas inteligentes, sino que también demuestra cómo la tecnología puede emplearse para transformar infraestructuras tradicionales en soluciones innovadoras y funcionales. El proyecto fortalece nuestras competencias técnicas y profesionales al vincular teoría con práctica en un contexto real.

Además, ILUMINET no solo moderniza el alumbrado público, sino que sienta las bases para la integración con plataformas de Smart Cities, promoviendo ciudades más conectadas, seguras y sostenibles. Su impacto social se refleja en el ahorro energético, la mejora de la calidad de vida, la seguridad comunitaria y la eficiencia en la gestión urbana. En conjunto, este proyecto demuestra cómo la tecnología y la formación académica pueden converger en soluciones concretas para el bienestar colectivo.

16. BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO CÓRDOBA

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). *Ciudades inteligentes, infraestructura y sostenibilidad urbana*. Naciones Unidas.
- Hernández, J., & Gutiérrez, L. (2019). *Aplicaciones del Internet de las Cosas en servicios urbanos: iluminación, seguridad y movilidad*. Revista Iberoamericana de Tecnología, 12(3), 45–58.
- Ministerio de Energía de Argentina. (2022). *Eficiencia energética en alumbrado público y transición tecnológica a sistemas LED*. Dirección Nacional de Energía.
- Villalba, M., & Ríos, E. (2018). *Implementación de sensores IoT para monitoreo energético en espacios públicos*. Revista de Innovación Tecnológica, 6(2), 22–30.
- **Material de estudio obligatorio del módulo “Desarrollo de Aplicaciones IoT”. (2024)**. Instituto Superior Politécnico Córdoba. Apunte académico interno no publicado.

Anexo

