



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.

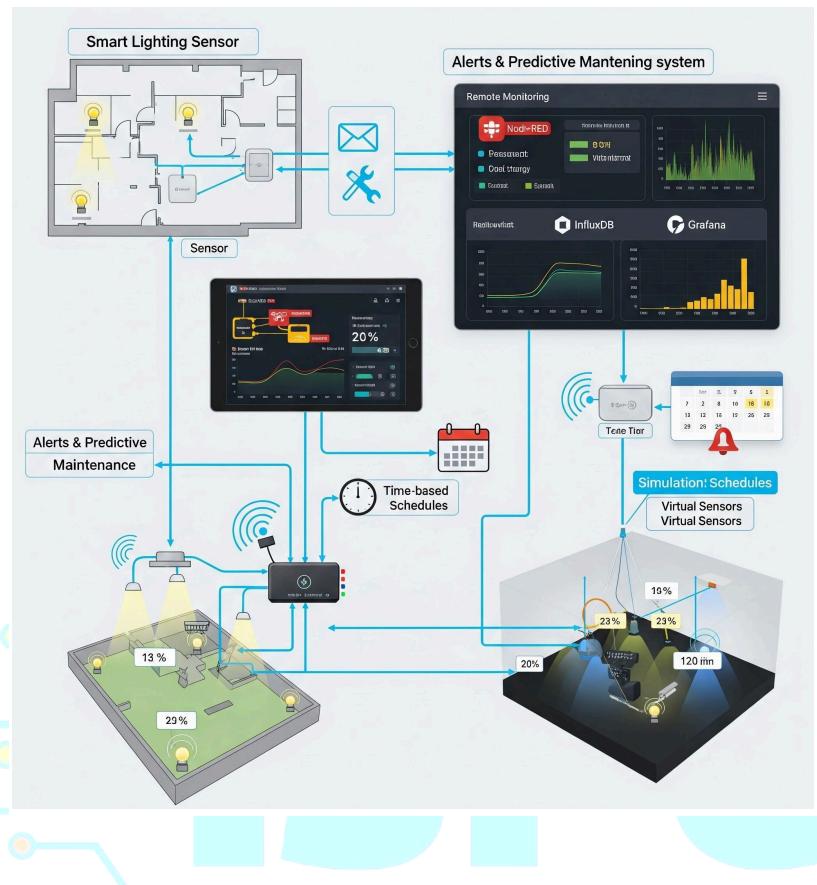
*En conclusión, el proyecto “ILUMINET” responde de manera integral a la necesidad de eficiencia energética, seguridad, mantenimiento optimizado y conectividad urbana, transformando la iluminación pública en un sistema automatizado, inteligente y sostenible.*

### 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.

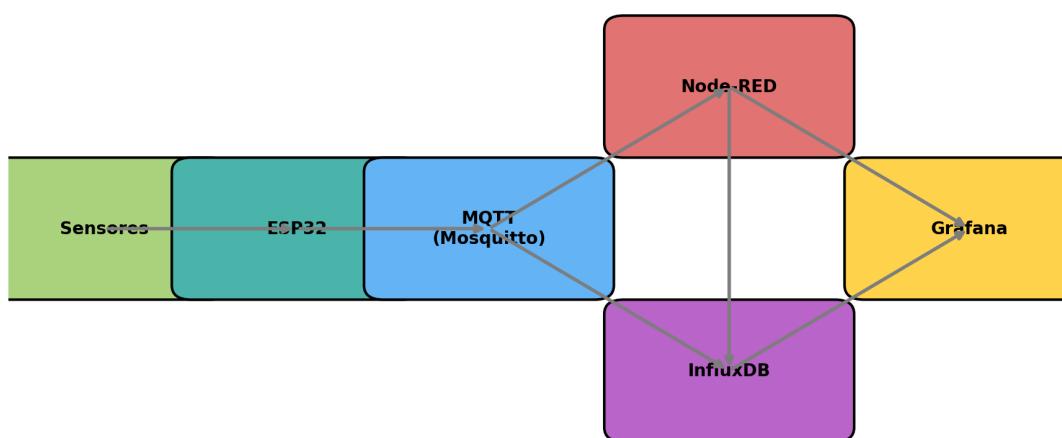
#### 4. Objetivos específicos y alcance

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 solo 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.

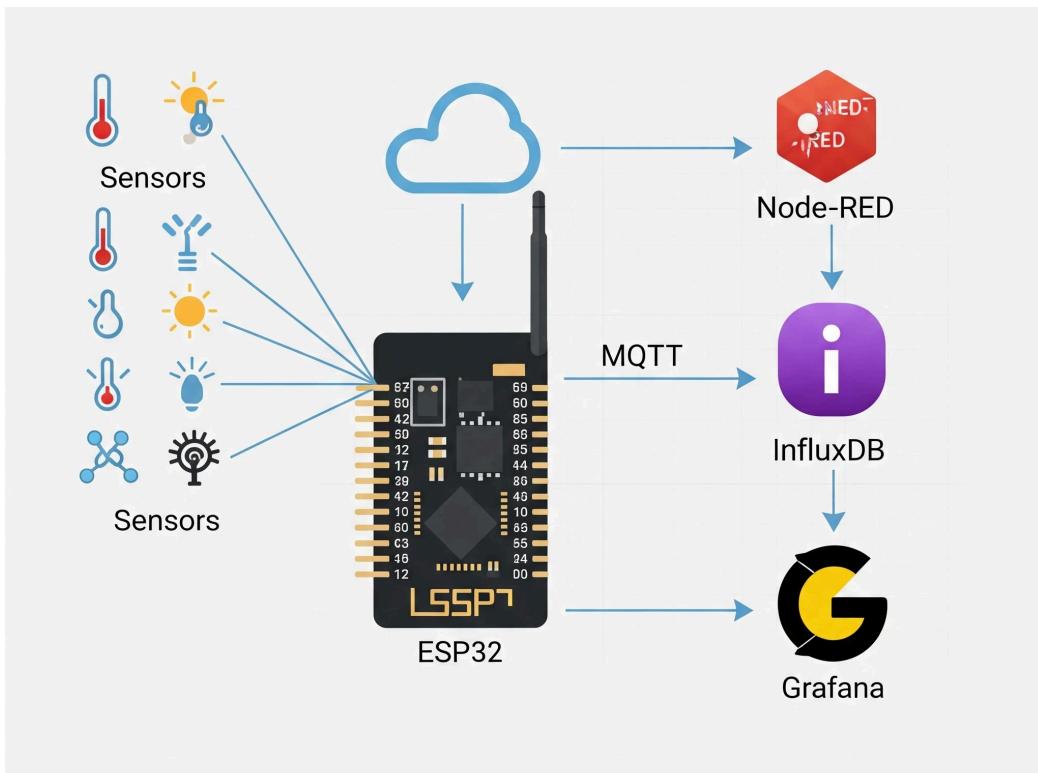


## 5. Arquitectura del sistema IoT

### 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 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 AQUÍ](#)

## 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

*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/  
  └── device-simulator/  
  └── backend/  
    ├── node-red/  
    └── grafana/  
      └── docs/
```



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.

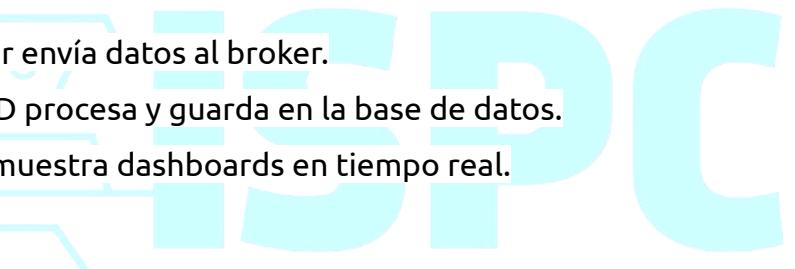
## 7. Visualización y pruebas

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.



INSTITUTO SUPERIOR  
POLITÉCNICO CÓRDOBA

## Anexo

