

Monitoratge de la contaminació lumínica i l'eficiència de l'enllumenat públic

Projectes d'enginyeria
Núria Rodríguez
Montserrat Cuevas
Imelda Run Montes

Índex

1. Introducció.....	3
2. Objectius del Projecte.....	4
2.1. Objectius Generals.....	4
2.2. Objectius Específics.....	4
3. Marc Teòric: Contaminació Lumínica i Il·luminació Eficient.....	5
3.1. Definició de Contaminació Lumínica.....	5
3.2. Mètriques de la Llum i el Sensor TCS34725.....	5
3.3. Eficiència de l'Enllumenat Públic.....	5
4. Materials i Components.....	8
4.1. Microcontrolador Principal.....	8
4.2. Sensor de Llum i Color.....	8
4.4. Configuració del Servidor (Sentilo).....	8
5. Programació.....	9
5.1. Declaracions Globals i Llibreries.....	9
5.2. Funció Clau d'Enviament.....	9
5.3. Funció setup().....	9
5.4. Funció loop().....	10
6. Diagrama de Flux.....	11
8. Diagrama de connexions.....	12
8.1 Taula de connexions.....	12
8.2 Representació gràfica.....	12
9. Integració amb la Plataforma Sentilo.....	13
9.1. Model de Dades Sentilo.....	13
9.2. Mètriques Enviades.....	14
9.3. Validació de la Connectivitat.....	14
10. Resultats.....	15
11. Càlculs i ànalisi de resultats.....	17
11.1. Ànalisi de dades.....	17
11.2. Càlcul de la Temperatura de Color (CCT).....	17
11.3. Càlcul d'índex de llum blava.....	18
11.4 Anàlisi dels resultats.....	18
12. Conclusions.....	19
13. Bibliografia i Annexos.....	20
13.1. Bibliografia.....	20
13.2. Annexos.....	20

1. Introducció

La contaminació lumínica és un problema creixent que afecta tant el medi ambient (interferint amb els ecosistemes nocturns) com l'eficiència energètica de les ciutats. El monitoratge i la gestió intel·ligent de l'enllumenat públic són crucials per a la transició cap a models urbans més sostenibles.

Aquest projecte se centra en el disseny i implementació d'un sistema de baix cost basat en microcontroladors per a la captació de dades de lluminositat (nivell de lux i components RGB) en punts estratègics de l'enllumenat urbà. L'objectiu principal és doble:

- **Monitoritzar la contaminació lumínica:** Analitzant la intensitat i la temperatura de color de la llum present.
- **Avaluar l'eficiència energètica:** Comparant les dades de lluminositat amb les que el Decret 190/2015 obliga a posar.

La solució utilitza un microcontrolador ESP32-S3 (implícit per la llibreria WiFi.h i la configuració I2C per a l'ús de Wi-Fi) i el sensor de color i llum ambiental TCS34725, enviant totes les dades recollides a la plataforma IoT Sentilo.

2. Objectius del Projecte

2.1. Objectius Generals

Desenvolupar un sistema de monitoratge IoT robust i de baix cost per a la recollida de dades d'il·luminació en entorns urbans.

Proporcionar dades en temps real a una plataforma IoT (Sentilo) per a l'anàlisi de la contaminació lumínica i l'eficiència energètica.

2.2. Objectius Específics

Implementació del Sensor: Integrar correctament el sensor TCS34725 mitjançant el protocol I2C per a la mesura precisa dels components RGB i el càcul del nivell de Lux.

Connectivitat: Establir una connexió Wi-Fi estable del dispositiu a la xarxa local (còdi: WiFi.begin(ssid, password)).

Comunicació IoT (Sentilo): Implementar la funció d'enviament de dades (enviarASentilo) mitjançant peticions HTTP PUT, utilitzant la IDENTITY_KEY (token) per a l'autenticació.

Recollida de Mètriques Clau: Recollir i enviar de forma periòdica cinc mètriques:

- Nivell de llum total (Lux).
- Component Vermell (R).
- Component Verd (G).
- Component Blau (B).

Disseny del Sistema: Crear una solució de hardware compacta i reproduccible per a la seva instal·lació en fanals o punts de mesura.

3. Marc Teòric: Contaminació Lumínica i Il·luminació Eficient

3.1. Definició de Contaminació Lumínica

La contaminació lumínica es defineix com l'emissió de flux lluminós d'instal·lacions d'il·luminació artificial nocturna en intensitats, direccions o horaris innecessaris. Els seus efectes negatius inclouen:

- **Impacte Astronòmic:** L'encegament del cel nocturn, dificultant l'observació astronòmica.
- **Impacte Ecològic:** Alteració dels ritmes circadians de la fauna nocturna (aus, insectes, etc.).
- **Impacte Humà:** Alteració dels patrons de son (producció de melatonina) i malbaratament energètic.

3.2. Mètriques de la Llum i el Sensor TCS34725

El sensor **TCS34725** mesura quatre components:

1. **Clear (C):** Mesura la intensitat total de la llum sense filtre, sent el valor utilitzat per al càlcul del Lux (il·luminació).
2. **Red (R), Green (G), Blue (B):** Mesuren la intensitat de la llum en les seves respectives longituds d'ona.
3. **Lux:** El Lux (lx) és la unitat del Sistema Internacional per a la il·luminació, definida com un *lumen* per metre quadrat.

3.3. Eficiència de l'Enllumenat Públic

Un enllumenat públic és eficient quan:

- Proporciona el nivell de Lux adequat per a la seguretat i confort de l'usuari (sense sobreil·luminació)
- Utilitza lluminàries de baixa CCT (preferiblement sota 3000K) per reduir l'impacte ambiental.
- Poc component blau per a que no contamini.

Ens guiarems pel **Decret 190/2015** de la generalitat de Catalunya. Que inclou les següents normes:

Limitacions de CCT per Zones

Zona	Tipus d'Entorn	Condició de Color / CCT Recomanada
E1	Màxima protecció (Observatoris, Parcs Nacionals)	Llums monocromàtiques (Sodi baixa pressió) o LED PC-Ambre. CCT < 1800K - 2000K.
E2	Alta protecció (Zones rurals, espais naturals)	Llum groguenca. Generalment CCT ≤ 2200K - 2700K.
E3	Moderada protecció (Zones urbanes residencials)	Llum blanca càlida. Màxim recomanat CCT 3000K per a noves instal·lacions. Es prohibeixen >=4000K
E4	Menor protecció (Centres comercials, grans ciutats)	Es permet fins a 3000K com a estàndard. Els 4000K estan molt restringits.

Taula 1

Regla del component blau (<440nm)

Més que el CCT, el Decret 190/2015 posa el focus en la llum blava (longituds d'ona inferiors a 440 nm), que és la que més es dispersa a l'atmosfera i més afecta la fauna.

Prohibició de llum blanca freda: En instal·lacions d'enllumenat general exterior, es prohibeix l'ús de làmpades amb una emissió de llum blava elevada.

Zones E1 i E2: La radiació blava ha de ser pràcticament zero. Per això, els LEDs de 4000K o més estan totalment prohibits en aquestes zones.

Zones E3 i E4: Es permeten LEDs de 3000K perquè el seu pic de blau és moderat. Un LED de 4000K sol tenir un contingut de blau del 25-30%, la qual cosa es considera excessiva per a la normativa catalana.

Lux permesos

Aquest decret obliga a complir els números de lux marcats per el Reglament d'Eficiència Energètica (RD 1890/2008). Per a les nostres mesures hem de tenir en compte la següent taula.

Ubicació	Tipus de Via (Classe)	Lux Mitjans Permesos (Em)	Límit de "Sobre-il·luminació"
Ajuntament (Atracció principal/Molt trànsit)	P1	15 lx	No hauria de superar els 20 lx
Rambla (Zona comercial i de passeig)	P2	10 lx	No hauria de superar els 15 lx
Zona Residencial (Carrers tranquil·ls)	P4 / P5	5 lx / 3 lx	No hauria de superar els 7,5 lx

4. Materials i Components

L'elecció dels components s'ha basat en la seva idoneïtat per a projectes IoT, la seva capacitat de mesura i el seu baix cost.

4.1. Microcontrolador Principal

Nom: Mòdul ESP32-S3

Funció: Executar el codi (setup i loop), gestionar la comunicació I2C amb el sensor, establir la connexió Wi-Fi i realitzar les peticions HTTP PUT a Sentilo.

Característiques Clau: Doble nucli (o nucli únic potent) a 240 MHz. Connectivitat Wi-Fi integrada. Múltiples interfícies, incloent I2C.

4.2. Sensor de Llum i Color

Nom: Adafruit TCS34725

Funció: Mesurar la intensitat de la llum ambiental (Clear) i els seus components espectrals (RGB).

Connexió: Interfície I2C.

Configuració :

- **Temps d'Integració:** 50 ms (TCS34725_INTEGRATIONTIME_50MS). Un temps curt redueix la saturació en condicions de molta llum.
- **Guany:** 4X (TCS34725_GAIN_4X). Un guany moderat per augmentar la sensibilitat sense saturar amb la il·luminació pública propera.

4.4. Configuració del Servidor (Sentilo)

Base URL: http://147.83.83.21:8081/data/grup_1-102@Eficiencia_llum

Aquesta URL defineix el servidor (147.83.83.21:8081), la muntanya de dades (data), el proveïdor (grup_1-102) i l'asset (el dispositiu: @Eficiencia_llum).

Token d'Autenticació (IDENTITY_KEY):

e15a0aaa8d84c9bf7087e31fce2e23bc1fa3f8a64ce65914203a6648cb5df9fe

Aquest token és essencial per a l'accés segur i autoritzat al data hub de Sentilo.

5. Programació

5.1. Declaracions Globals i Llibreries

S'inclouen les llibreries per a Wi-Fi, HTTP, I2C i el sensor TCS34725.

C/C++

```
#include <WiFi.h>

#include <HTTPClient.h>

#include <Wire.h>

#include "Adafruit_TCS34725.h"
```

5.2. Funció Clau d'Enviament

Aquesta funció serveix per enviar les dades al Sentilo.

- Verifica la connexió Wi-Fi.
- Construeix la URL completa amb el nom del component i el seu valor.
- Inicialitza la petició HTTP.
- Afegeix el header d'autenticació (IDENTITY_KEY).
- Executa la petició HTTP PUT. El mètode PUT s'utilitza per actualitzar el valor d'un recurs existent, que és el model de Sentilo per a l'enviament de dades en temps real.

5.3. Funció setup()

El setup realitza les tasques d'inicialització una sola vegada:

- Comunicació Serial: Iniciada a 115200 baudios.
- Inicialització I2C i Sensor: Wire.begin amb els pins 9 i 8, i tcs.begin() per comprovar la presència del sensor.
- Connexió Wi-Fi: Es bloqueja el setup (while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)) fins que la connexió és exitosa.

5.4. Funció loop()

El bucle principal s'executa contínuament:

Lectura del Sensor:

- `tcs.getRawData(&r, &g, &b, &c);` llegeix els valors bruts (raw data).
- `int lux = tcs.calculateLux(r, g, b);` calcula el nivell de Lux a partir dels valors RGB bruts.

Depuració: S'imprimeixen els 5 valors (R, G, B, Lux) a la consola serial per a la validació local.

Enviament de Dades: Les 4 lectures són enviades a Sentilo de manera seqüencial, amb un petit delay de 100ms entre cadascuna per evitar la saturació del servidor o problemes de concorrència HTTP al microcontrolador.

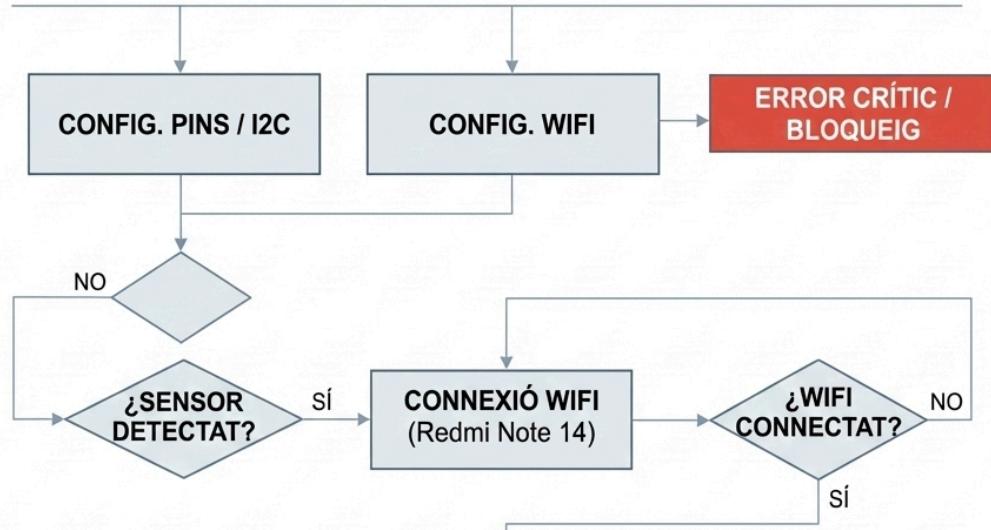
- `enviarASentilo("sensor_de_llum", lux);`
- `enviarASentilo("RGB_R", r);`
- `enviarASentilo("RGB_G", g);`
- `enviarASentilo("RGB_B", b);`

Temps d'Espera: Un delay de 5000ms (5 segons) al final del bucle defineix la freqüència de mostreig del sistema.

6. Diagrama de Flux

ESQUEMA LÒGIC: SENSOR DE LLUM I ENVIAMENT A SENTILO

1. FASE D'INICIALITZACIÓ (SETUP)



2. FASE D'OPERACIÓ (LOOP)

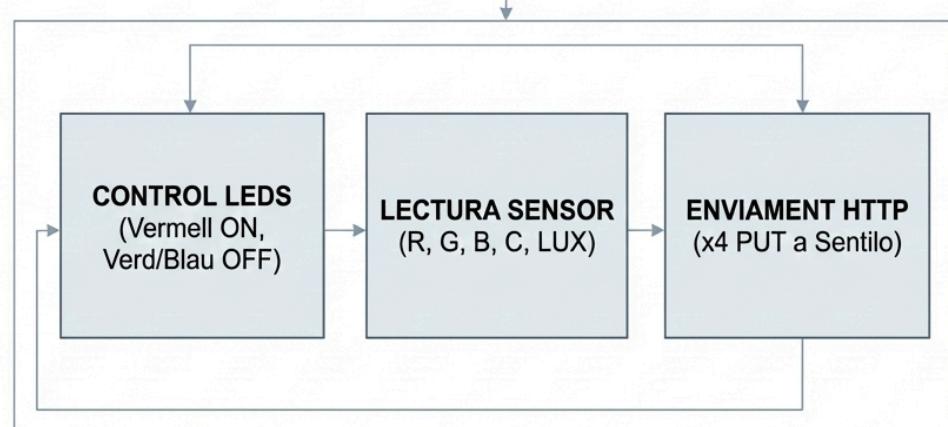


Diagrama 1

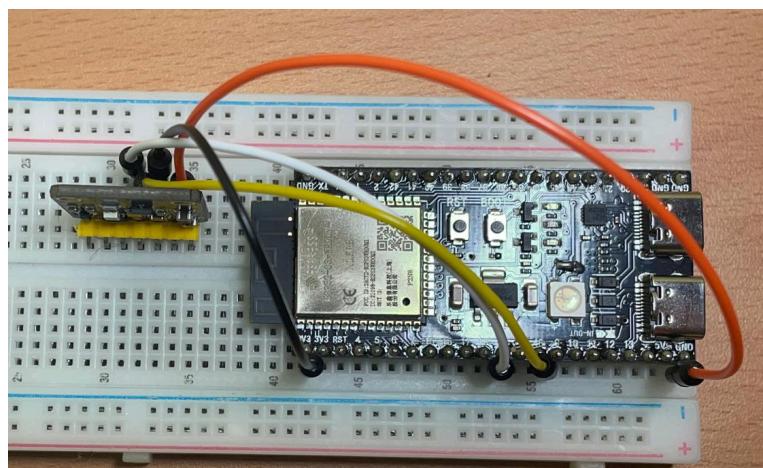
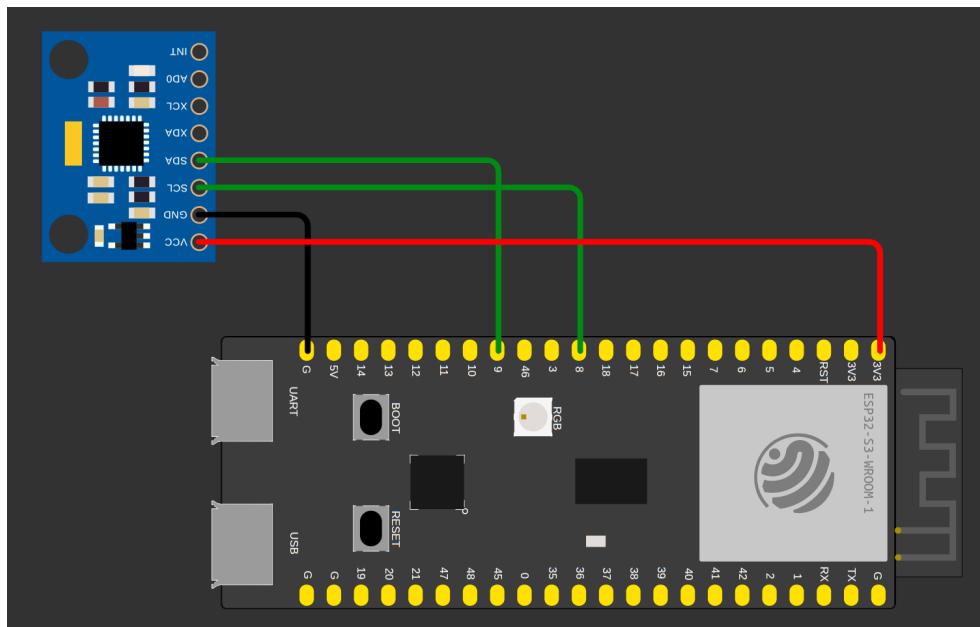
8. Diagrama de connexions

Aquest diagrama mostra la interconnexió física entre els components principals.

8.1 Taula de connexions

TCS34725	ESP32-S3	Descripció
VCC	3V3	Alimentació del sensor
GND	GND	Terra
SDA	GPIO 9	Dades I2C
SCL	GPIO8	Rellotge I2C

8.2 Representació gràfica



9. Integració amb la Plataforma Sentilo

Sentilo és una plataforma oberta per a la gestió de dades de ciutats intel·ligents (*Smart Cities*). Aquest projecte utilitza Sentilo per a la gestió de sensors de camp.

9.1. Model de Dades Sentilo

El nostre sistema envia dades a Sentilo mitjançant una petició HTTP del tipus PUT. Aquesta petició es construeix seguint una jerarquia lògica ben definida per Sentilo, la qual identifica clarament qui envia la dada, a quin dispositiu pertany i quina dada exacta és:

Servidor Base: L'adreça principal on es comunica el dispositiu.

En el nostre cas: <http://147.83.83.21:8081>

Muntanya de Dades (/data): Indica que s'està enviant informació a l'emmagatzematge de dades.

Proveïdor (grup_1-102): Identifica el grup o entitat responsable de la recollida.

Asset (@Eficiencia_llum): Identifica el dispositiu físic concret (el nostre node sensor) dins del grup de proveïdor.

Recurs (sensor_de_llum): És el tipus de dada que s'està enviant (p.ex., el Lux, el valor R, el valor G, o el valor B).

Valor : El valor numèric real de la mesura

Així, la petició completa es forma concatenant tots aquests elements:

URL Completa: Servidor Base + /data/ + Proveïdor + @Asset/ + Recurs + / + Valor

En el nostre cas:

http://147.83.83.21:8081/data/grup_1-102@Eficiencia_llum/sensor_de_llum/120

A més, el sistema requereix l'autenticació mitjançant la **IDENTITY_KEY** (el token d'accés) que es transmet a l'encapçalament (header) de la petició, garantint la seguretat de l'enviament.

9.2. Mètriques Enviades

El sistema envia dades a quatre recursos diferents per separar les mesures de llum. Les dades s'envien com a valors numèrics enters.

Component	Tipus de dada	Freqüència	Descripció
sensor_de_llum	enter (calculat)	0,1 segons	Intensitat de llum calculada segons la sensibilitat de l'ull humà
RGB_R	enter (Raw 16-bit)	0,1 segons	Valor del component vermell captat pel sensor
RGB_G	enter (Raw 16-bit)	0,1 segons	Valor del component verd captat pel sensor
RGB_B	enter (Raw 16-bit)	la màxima possible	Valor del component blau, captat pel sensor

9.3. Validació de la Connectivitat

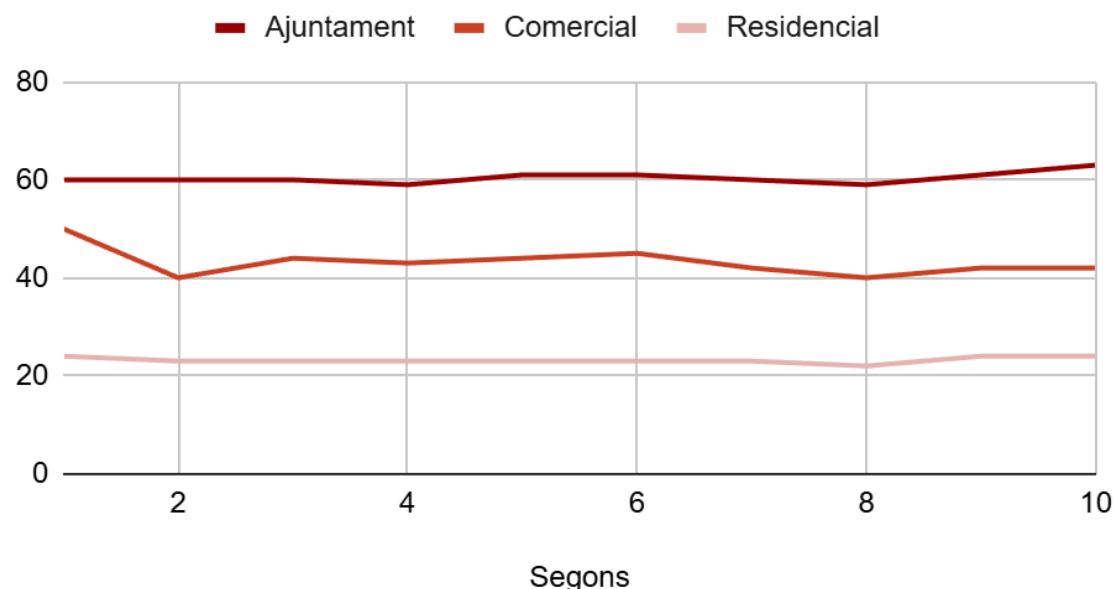
El codi proporciona la validació de la connectivitat en dues etapes:

- **Validació Wi-Fi:** La funció `setup()` confirma la connexió a la xarxa local.
- **Validació Sentilo:** La funció `enviarASentilo` comprova el codi de resposta HTTP (`code > 0`). Un codi **200 OK** o similar (dins dels 200) indica que la dada ha estat rebuda correctament per Sentilo. Un codi d'error (p.ex., `401 Unauthorized` si el token és incorrecte o `404 Not Found` si el recurs no existeix) es mostra per Serial.

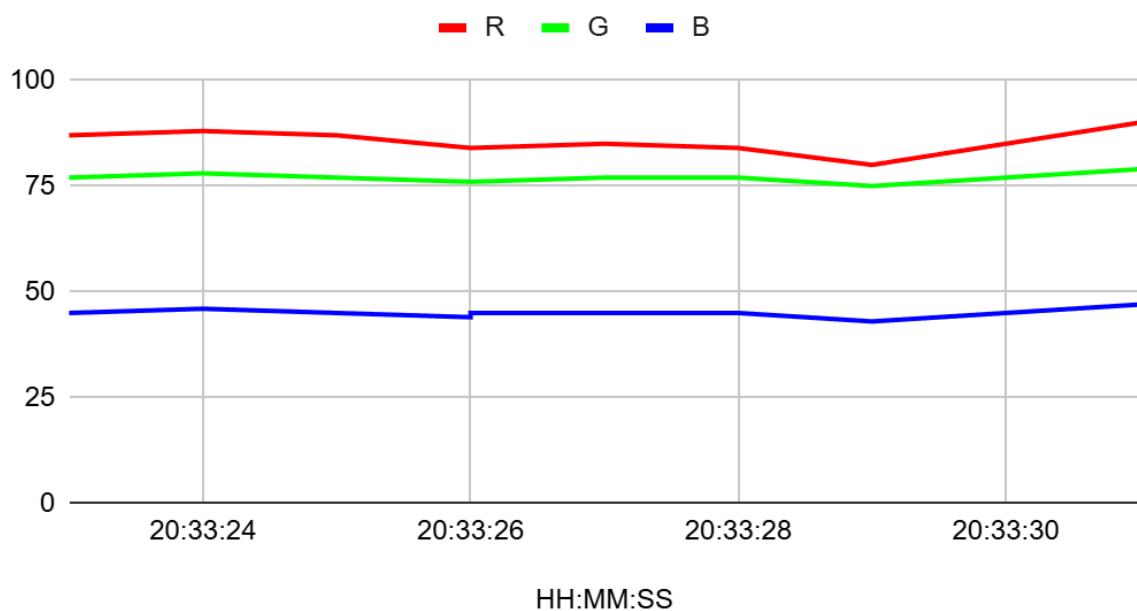
10.Resultats

Dades registrades al Sentiol el dia 17/11/2025 entre les 20:00h i les 20:30h a la ciutat de Terrassa.

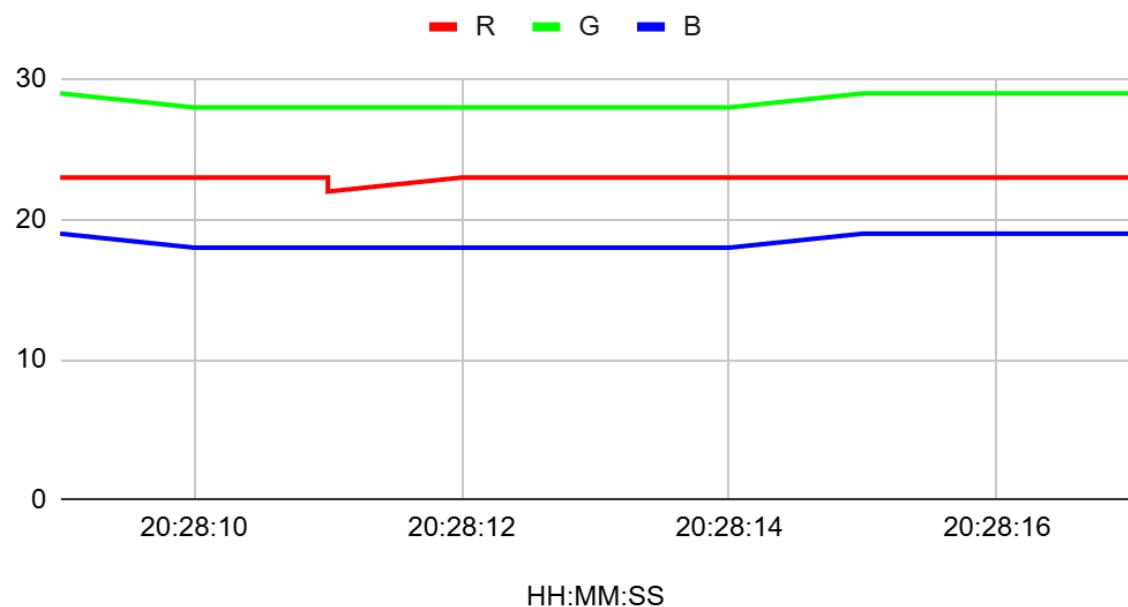
Lluminositat (LUX)



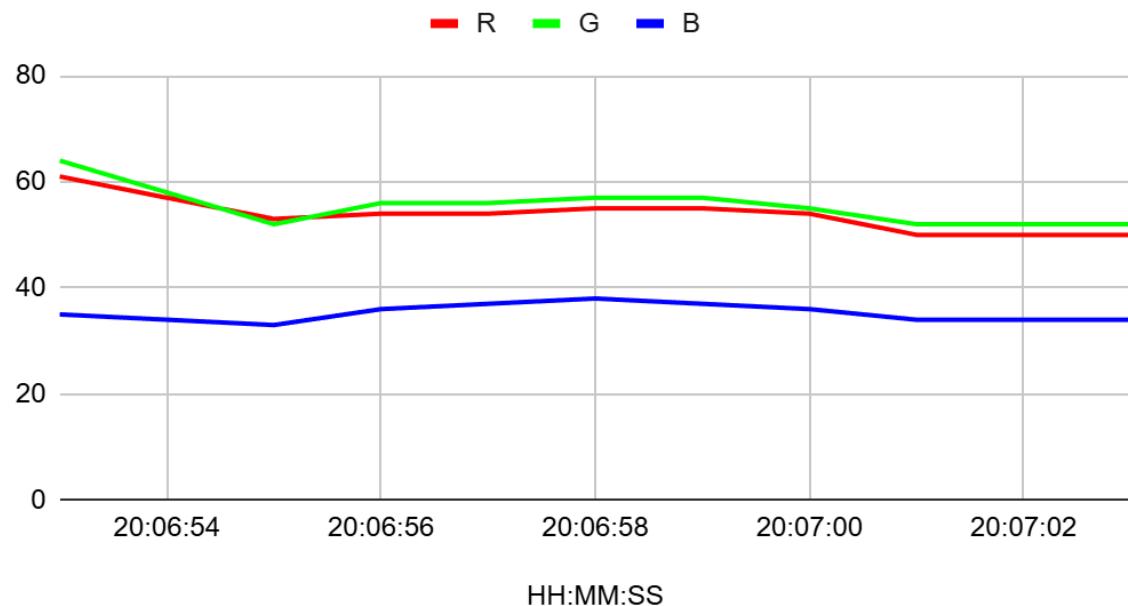
Ajuntament RGB - 17/12/2025



Residencial RGB - 17/12/2025



Comercial RGB - 17/12/2025



11. Càlculs i anàlisi de resultats

11.1. Anàlisi de dades

Les dades de Sentilo es poden analitzar per identificar:

- **Excés de Lux Nocturn:** Si el valor sensor_de_llum és excessivament alt a altes hores de la nit, indica sobrelluminació i, per tant, malbaratament energètic i potencial contaminació lumínica.
- **Contaminació Blava:** La relació entre RGB_B i els altres components. Una proporció alta de Blau (que implica una **CCT alta**) indica un major impacte negatiu.

11.2. Càlcul de la Temperatura de Color (CCT)

Tot i que el càlcul del CCT (Temperatura de Color Correlacionada, en Kelvin) no es fa directament al microcontrolador, les dades RGB i Clear brutes enviades a Sentilo són suficients. El CCT pot ser calculat posteriorment mitjançant la següent formula:

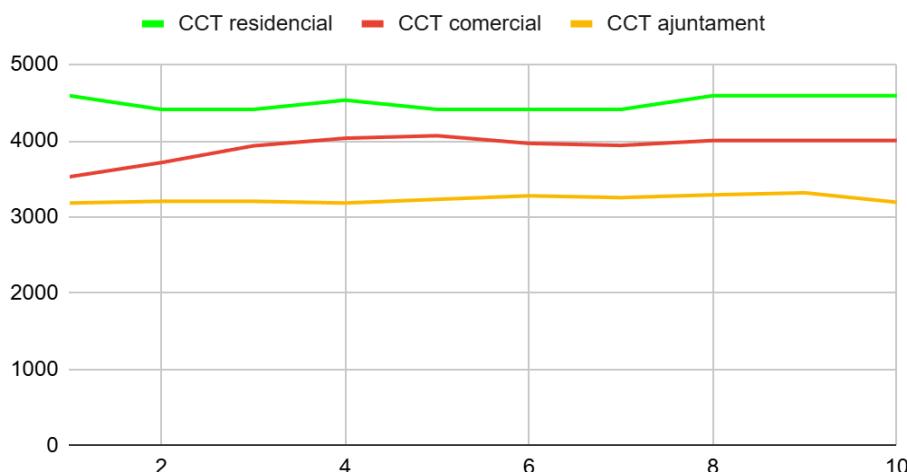
$$X = (-0.14282 \cdot R) + (1.54924 \cdot G) + (-0.95641 \cdot B)$$

$$Y = (-0.32466 \cdot R) + (1.57837 \cdot G) + (-0.73191 \cdot B)$$

$$Z = (-0.68202 \cdot R) + (0.77073 \cdot G) + (0.56332 \cdot B)$$

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}, \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad n = \frac{x - 0.3320}{0.1858 - y}$$

$$CCT = 449n^3 + 3525n^2 + 6823.3n + 5524.33$$

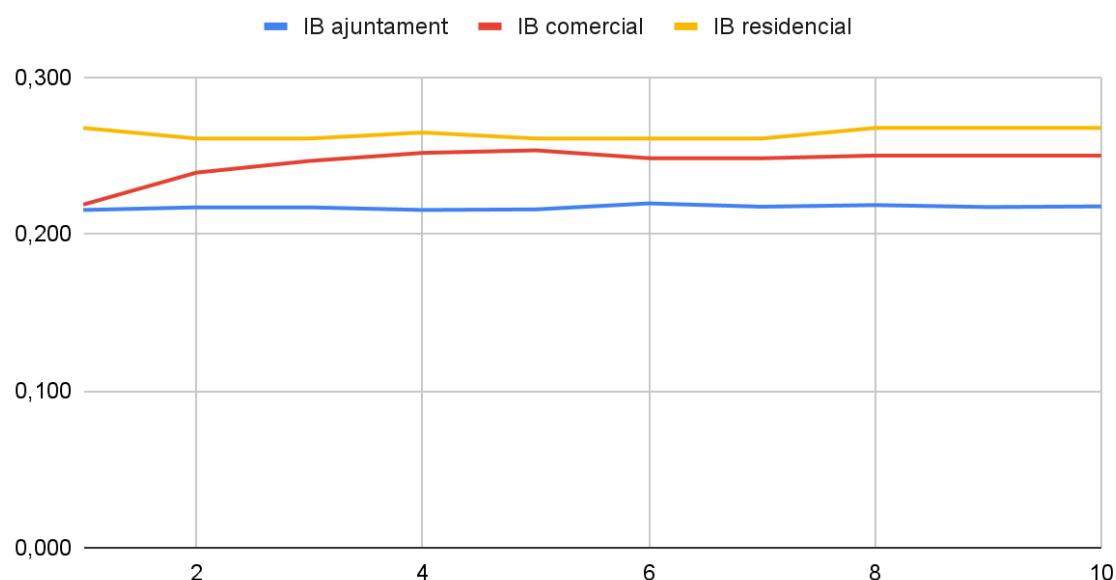


11.3. Càlcul d'índex de llum blava

El Decret 190/2015 de Catalunya posa molt èmfasi en el blau. Pots afegir una mètrica senzilla que es pot calcular amb les teves dades: l'Índex de Llum Blava (IB).

$$IB = \frac{B}{R + G + B}$$

Si aquest índex és molt alt (> 0.4), es pot dir que la CCT es $> 4000K$ i estarà prohibit.



11.4 Anàlisi dels resultats

Podem observar que a la zona residencial hi ha un CCT superior a 4000K, aquesta temperatura està relacionada amb la tendència de llums més fredes, és a dir aquesta exposició conté una quantitat important de llum blava. No compleix els límits establerts pel Decret 190/2015.

D'altra banda la zona comercial estaria tocant els límits establerts si es considera zona de gran atracció de vianants i l'ajuntament està dins dels límits establerts.

Veient la gràfica del IB podem afirmar que cap zona supera el valor de 0.4. Tot i així seguint el decret Decret 190/2015, a les zones E3 i E4 el valor ha de ser inferior al 25%. En aquest cas la zona residencial no cumpliria les condicions.

Tenint en compte les dues mesures podem dir que existeix contaminació lumínica per part de les zones que no compleixen el decret.

Finalment, analitzant les dades de lux i la taula de lux permesos podem afirmar que hi ha més il·luminació de la necessària pel que no és eficient

12. Conclusions

En conclusió, el projecte ha demostrat ser un èxit tècnic, validant l'eficàcia d'un sistema de baix cost per al monitoratge de la contaminació lumínica en temps real. L'exitosa integració del maquinari (ESP32-S3 i sensor TCS34725) amb la plataforma Sentilo permet una captura de dades precisa i accessible, la qual cosa confirma la seva gran utilitat per a la gestió intel·ligent de l'enllumenat públic d'una ciutat.

Algunes possibles millores a tenir en compte és el retard per a l'enviament de cada dada; augmentar aquest interval de temps reduiria significativament el consum d'energia i el trànsit de xarxa sense perdre informació rellevant. Es podria implementar el càlcul de la temperatura de color (CCT) directament al microcontrolador per generar alertes immediates, i valorar l'ús d'altres tecnologies per a urbanitzacions sense Wi-Fi.

D'altra banda, l'anàlisi de les dades recollides revela que gran part de l'enllumenat públic actual no compleix la normativa vigent, principalment perquè moltes instal·lacions es van construir abans que la llei estigués en vigor. A més, cal destacar que les mesures s'han realitzat durant l'època de Nadal, on la presència de tantes llums ha alterat els resultats de lux i color. Per a una implementació més rigorosa, seria necessari realitzar mitjanes de les zones més fosques i clares d'un mateix carrer, així com analitzar les dades en diferents franges horàries per verificar si l'enllumenat redueix la seva intensitat a partir de la mitjanit segons marca el decret.

Finalment, el sistema es posiciona com una eina operativa i altament escalable, llesta per ser implementada de manera útil per ajudar les administracions a seguir el compliment ambiental, optimitzar el consum energètic i millorar la sostenibilitat urbana.

13. Bibliografia i Annexos

13.1. Bibliografia

[Arduino Tutorial — SentiLo 2.0.0 documentation](#)
[Decreto 190/2015, de 25 de agosto, de desarrollo de la Ley 6/2001](#)

13.2. Annexos

Codi complet:

```
C/C++  
#include <WiFi.h>  
#include <HTTPClient.h>  
#include <Wire.h>  
#include "Adafruit_TCS34725.h"  
  
// --- DATOS WIFI ---  
const char *ssid = "Redmi Note 14";  
const char *password = "12345678";  
  
// --- DATOS SENTILO ---  
String baseUrl =  
"http://147.83.83.21:8081/data/grup_1-102@Eficiencia_llum";  
String token =  
"e15a0aaa8d84c9bf7087e31fce2e23bc1fa3f8a64ce65914203a6648cb5df  
9fe";  
  
// --- CONFIGURACIÓN SENSOR ---  
#define I2C_SDA 9  
#define I2C_SCL 8  
Adafruit_TCS34725 tcs =  
Adafruit_TCS34725(TCS34725_INTEGRATIONTIME_50MS,  
TCS34725_GAIN_4X);  
  
// --- CONFIGURACIÓN DE LOS LEDS ---  
// PINES SEGUROS (No uses el 6)  
const int PIN_LED_ROJO = 15;
```

```

const int PIN_LED_VERDE = 5;
const int PIN_LED_AZUL = 4;

// Variables para la animación
int brillo = 0;      // Intensidad actual
int pasoFading = 5; // Velocidad de cambio (+5 sube, -5 baja)
int turnoLed = 0;    // 0 = Rojo, 1 = Verde, 2 = Azul

// Variables de tiempo (Millis)
unsigned long tiempoAnteriorLED = 0;
const long intervaloLED = 20; // Velocidad de la animación
(menor = más rápido)

unsigned long tiempoAnteriorWifi = 0;
const long intervaloWifi = 5000; // Enviar cada 5 segundos

// --- FUNCIÓN ENVIAR ---
void enviarASentilo(String nombreComponente, int valor)
{
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED)
    {
        HTTPClient http;
        String urlCompleta = baseUrl + "/" + nombreComponente
+ "/" + String(valor);
        http.begin(urlCompleta);
        http.addHeader("IDENTITY_KEY", token);
        int code = http.PUT("");
        http.end();
    }
}

void setup()
{
    Serial.begin(115200);

    // Configurar pines
    pinMode(PIN_LED_ROJO, OUTPUT);
    pinMode(PIN_LED_VERDE, OUTPUT);
    pinMode(PIN_LED_AZUL, OUTPUT);
}

```

```

// Apagar todo al inicio
digitalWrite(PIN_LED_ROJO, LOW);
digitalWrite(PIN_LED_VERDE, LOW);
digitalWrite(PIN_LED_AZUL, LOW);

// 1. Iniciar I2C y Sensor
Wire.begin(I2C_SDA, I2C_SCL);
if (!tcs.begin())
{
    Serial.println("¡ERROR GRAVE! No se encuentra el
sensor TCS34725.");
    while (1)
        ;
}
Serial.println("Sensor TCS34725 encontrado OK.");

// 2. Conectar WiFi
WiFi.begin(ssid, password);
Serial.print("Conectando a WiFi");
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
    delay(500);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("\nConectado al WiFi!");

}

void loop()
{
    unsigned long tiempoActual = millis();

    //
=====
    // TAREA 1: ANIMACIÓN SECUENCIAL (UNO A UNO)
    //
=====

    analogWrite(PIN_LED_ROJO, 255);

```

```

analogWrite(PIN_LED_VERDE, 0); // Apagar los otros
analogWrite(PIN_LED_AZUL, 0);

/*delay(2000);

analogWrite(PIN_LED_ROJO, 0);
analogWrite(PIN_LED_VERDE, 255);
analogWrite(PIN_LED_AZUL, 0);

delay(2000);

analogWrite(PIN_LED_ROJO, 0);
analogWrite(PIN_LED_VERDE, 0);
analogWrite(PIN_LED_AZUL, 255);

delay(2000);*/



// =====
// TAREA 2: SENSOR Y WIFI (Cada 5 segundos)
// =====
// --- A. LECTURA SENSOR ---
uint16_t r, g, b, c;
tcs.getRawData(&r, &g, &b, &c);
int lux = tcs.calculateLux(r, g, b);

// --- DEBUG: MOSTRAR VALORES EN PANTALLA ---

Serial.println("\n-----");
Serial.println("LECTURA DEL SENSOR:");
Serial.print("Rojo (R): ");
Serial.println(r);
Serial.print("Verde (G): ");
Serial.println(g);
Serial.print("Azul (B): ");
Serial.println(b);
Serial.print("Clear (C): ");

```

```
Serial.println(c);
Serial.print("Lux:      ");
Serial.println(lux);

Serial.println("-----");
// --- B. ENVÍO DE LOS 4 COMPONENTES ---
Serial.println("Iniciando subida a Sentilo...");

// _rambla, _ajuntament, _residencial, para los diferentes
componentes en las diferentes ubicaciones

enviarASentilo("sensor_de_llum", lux);
delay(100);
enviarASentilo("RGB_R", r);
delay(100);
enviarASentilo("RGB_G", g);
delay(100);
enviarASentilo("RGB_B", b);

// Serial.println("Subida finalizada. Esperando 5
segundos...");
}
```