LII Simposio Nacional de Alumbrado
Lleida, del 20 al 22 de mayo de 20 . 6
Ponencia

Comité Español de Iluminación

Título del trabajo/ Title of paper: *Restart Engineering: iluminación urbana y arquitectónica, proyectos y resultados*

Autor/es/ Author/s: *Simone Bellini, Mattia Filippo Pagliai, Alberto Saccani*

Empresa/s Company/s: *Restart Engineering*

Dirección principal/ Mail address: *mattiafilippo.pagliai@gruppo-restart.it*

Teléfono, e-mail de la persona de contacto/
Phone, e-mail address of the contact person: *asia.caddeo@gruppo-restart.it*

Tema:

1. Científico y formación en aspectos generales de la iluminación: visión, color, fotometría, luminotecnia…….
2. Luz, salud y bienestar
3. Normativa, Legislación, Calibración y Certificación
4. Iluminación interior
5. Iluminación conectada en interiores
6. Sistemas de control y equipos auxiliares
7. Eficiencia energética y empresas de Servicios energéticos
8. Ciudades inteligentes e iluminación conectada en exteriores
9. Gestión de fondos y ayudas para el ahorro
10. Otros usos de la luz
11. Novedades tecnológicas
12. Realizaciones prácticas
13. Contaminación lumínica
14. Energías renovables
15. Alumbrado de emergencia

Índice

1 Resumen ejecutivo 3
2 Quién es Restart Engineering 4
2.1 Ámbitos de actividad y competencias 4
2.2 Una cultura empresarial orientada al futuro 4
2.3 Inclusión, sostenibilidad y proximidad 4
***3* Venecia *(Proyecto Ejecutivo)* 6**
3.1 Lugares de interés arquitectónico 6
3.2 Smart City 6
4 Trieste *(Proyecto ejecutivo)* 7
4.1 Áreas de intervención 7
4.2 Smart City 7
***5* Palermo: Sitio Arabe-Normando de la UNESCO *(Proyecto Ejecutivo)* 8**
5.1 Filosofía del proyecto 8
5.2 Proyecto 8
6 Génova *(Proyecto ejecutivo)* 9
6.1 Palazzo San Giorgio 9
6.2 Soportes 9
7 Piacenza: estadio «Walter Beltrametti» *(Proyecto Ejecutivo)* 10
7.1 Proyecto 10
7.2 Ventajas 10
***8* Fidenza: luz biodinámica *(Proyecto Ejecutivo)* 11**
8.1 La elección de la luz biodinámica 11
8.2 El funcionamiento 11
***9* Pemba: Mozambique *(Proyecto ejecutivo)* 12**
9.1 Cingone 12
9.2 Chuiba 12

1 Resumen ejecutivo

Restart Engineering es una empresa de ingeniería especializada en el diseño de infraestructuras energéticas y sistemas de alumbrado público de alta eficiencia, con un enfoque integrado orientado a la transición energética y al desarrollo de las ciudades inteligentes.

Fundada en 2015, la empresa opera como socio técnico para organismos públicos, empresas multiservicios y operadores privados, ofreciendo servicios que abarcan todo el ciclo de vida de las intervenciones: desde el diagnóstico y el inventario de las instalaciones hasta el diseño de la iluminación, pasando por la dirección de obras y el apoyo en la estructuración de modelos de colaboración público-privada.

En el sector de la iluminación pública, Restart Engineering ha desarrollado competencias específicas en la rehabilitación a gran escala, la puesta en valor del patrimonio arquitectónico y la integración de sistemas inteligentes para el telecontrol y la gestión dinámica de las instalaciones.
Entre los principales resultados:

- más de 4 millones de puntos de luz censados mediante herramientas propias;
- intervenciones en numerosos entornos urbanos complejos (Venecia, Génova, Palermo, Trieste);
- integración de soluciones de ciudad inteligente en infraestructuras existentes;
- una reducción significativa del consumo energético y de las emisiones asociadas.



El presente artículo ilustra el enfoque metodológico adoptado y presenta algunos casos prácticos representativos, destacando las estrategias de diseño, los resultados obtenidos y las perspectivas de desarrollo del sector.

2 Quién es Restart Engineering

Restart Engineering nació en 2015 de la iniciativa de profesionales con una sólida experiencia en el sector de las instalaciones eléctricas y las energías renovables, con el objetivo de contribuir activamente a la transición energética a través de soluciones de ingeniería integradas.

La empresa se configura como una estructura técnica flexible y multidisciplinar, capaz de operar a escala territorial gracias a sus sedes operativas en diversas regiones italianas y a una red de filiales.
El modelo organizativo da prioridad a:

- la actualización continua de las competencias
- la integración entre disciplinas (instalaciones, iluminación, energía)
- un riguroso control técnico en todas las fases de diseño y ejecución

Se presta especial atención a los temas de la sostenibilidad medioambiental, la inclusión y la innovación tecnológica, considerados elementos fundamentales para hacer frente a la creciente complejidad de los sistemas urbanos.

2.1 Ámbitos de actividad y competencias

La empresa no se limita a proporcionar soluciones técnicas, sino que se propone **como socio estratégico para organismos públicos, empresas multiservicios y empresas privadas** que desean evolucionar hacia modelos sostenibles e infraestructuras urbanas integradas.
Las actividades de Restart Engineering se articulan en cuatro ámbitos principales:

- **requalificación del alumbrado público**
- **fuentes de energía renovables**
- **eficiencia energética de los edificios**
- **infraestructuras para ciudades inteligentes.**

2.2 Una cultura empresarial orientada al futuro

La organización de Restart Engineering se distingue por un modelo operativo dinámico, que supera las estructuras jerárquicas tradicionales en favor de un **enfoque orientado al proyecto**.

Con **una plantilla de más de 150 empleados y una edad media inferior a los 35 años**, la empresa fomenta la iniciativa individual y el intercambio de competencias, favoreciendo la adopción de soluciones innovadoras y la formación continua, elemento esencial en un sector caracterizado por una rápida evolución tecnológica.

Este enfoque se sustenta en una sólida estructura técnica: cada fase del proceso —desde el levantamiento topográfico hasta el diseño y la dirección de obra— está coordinada por profesionales cualificados y especializados, siguiendo procedimientos internos que garantizan el control, la coherencia y la calidad del resultado.

2.3 Inclusión, sostenibilidad y proximidad

Los principios de inclusión, sostenibilidad y proximidad territorial constituyen elementos estructurales de la identidad de Restart Engineering.

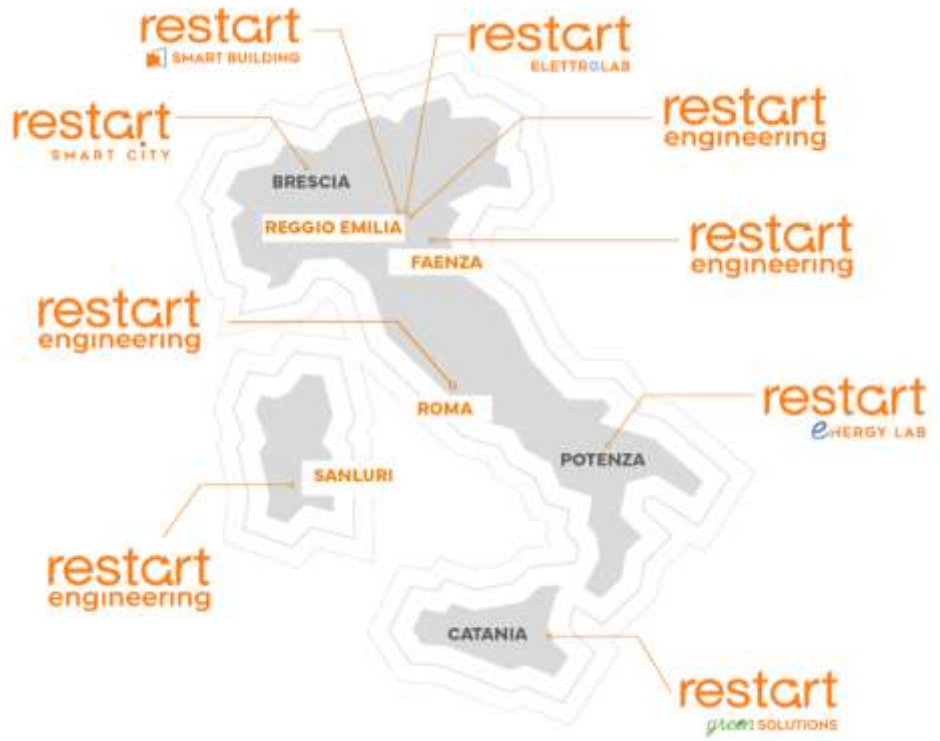
La proporción de mujeres, superior al 40 %, representa un dato significativo en un sector tradicionalmente caracterizado por una menor presencia femenina, y refleja la voluntad de la empresa de promover un entorno de trabajo inclusivo y multidisciplinar. La diversidad de competencias y perspectivas contribuye de manera concreta a la calidad de las soluciones de diseño y a la capacidad de abordar contextos complejos.

La **sostenibilidad está integrada en los procesos empresariales y en las decisiones de diseño**, lo que se traduce en intervenciones orientadas a la reducción del consumo energético, las emisiones y la contaminación lumínica, con especial atención a los impactos ambientales y a la protección de los ecosistemas. Estos principios se ven respaldados por la adopción de sistemas de gestión certificados, que garantizan un enfoque estructurado de la calidad, la seguridad y la gestión medioambiental.

Certificación UNI EN ISO 9001:2015

Certificación UNI/PdR 125:2022

Por último, la estructura territorial extendida, con sedes en Reggio Emilia, Faenza, Sanluri y Roma, se complementa con un sistema de sociedades controladas y vinculadas, todas con sede en Italia, compuesto por cinco entidades: RESTART SMART BUILDING, RESTART ELETTROLAB, RESTART ENERGY LAB, RESTART GREEN SOLUTIONS y RESTART SMART CITY. Esta estructura permite al Grupo operar cerca de los lugares de intervención, garantizando el conocimiento de las particularidades locales, la rapidez operativa y la continuidad en el apoyo a las instituciones y a las partes interesadas.



Restart Engineering se encuentra además inmersa en un proceso de desarrollo internacional, con una presencia ya activa en Sudáfrica a través de la empresa RESTART AFRICA, con sede en Johannesburgo, y la apertura prevista de una nueva sede en Madrid (España).

3 Venecia *(Proyecto Ejecutivo)*

Esta intervención no es una simple sustitución de luminarias, sino un auténtico **plan estratégico de regeneración urbana** que aúna eficiencia tecnológica, sensibilidad estética e innovación en materia de ciudades inteligentes. **El objetivo principal es transformar la gestión del alumbrado público de Venecia** (incluidos semáforos, sistemas de seguridad y tecnologías inteligentes) **para reducir drásticamente el consumo energético y los costes de mantenimiento, haciendo de la ciudad un lugar más moderno y sostenible**. El proyecto ha abarcado un total de más de 27.700 luminarias, de las cuales el 97 % se han sustituido por fuentes LED de nueva generación, y 6.550 soportes distribuidos por todo el territorio municipal, desde el centro histórico hasta la zona continental de Mestre y Marghera.

3.1 Lugares de interés arquitectónico

En lo que respecta a **la puesta en valor arquitectónica, 17 lugares emblemáticos** (entre ellos el Puente de Rialto, la Basílica de San Marcos, la Basílica de la Salute, el Puente de los Suspiros y Ca' Farsetti) **han sido iluminados con la técnica de la «puesta en valor por acento»:** haces de luz estrechos y dirigidos inciden sobre elementos clave (capiteles, frisos, estatuas, arcadas) creando jerarquías visuales que devuelven la tridimensionalidad a las fachadas. **Las temperaturas de color elegidas oscilan entre los 2.200 K para los lugares de culto** (donde la luz cálida evoca la de las velas) **y los 4.000 K para las arquitecturas contemporáneas,** como el Puente de Calatrava. Cada fuente de luz se ha elegido para respetar las restricciones monumentales y reducir al mínimo la contaminación lumínica hacia el cielo, en plena conformidad con la Ley Regional del Véneto 17/2009.

3.2 Smart City

En el ámbito tecnológico y de gestión, la instalación está controlada por 465 unidades de telecontrol en los cuadros eléctricos y por sistemas punto a punto en 25.555 puntos de luz, lo que permite una gestión dinámica, predictiva y remota de toda la red. Las mejoras introducidas incluyen **el aumento de los puntos de luz en las zonas críticas** de Piave y Stazione, **la iluminación dedicada a los pasos de peatones para una mayor seguridad, la adopción de mobiliario urbano de diseño coordinado** (modelos Maia y Nova) **y la flexibilidad cromática RGBW** para eventos y festividades nacionales, transformando los edificios en instrumentos de comunicación urbana.



Puente de la Constitución – Fotomontaje del proyecto



Puente de Rialto – Simulación del proyecto



Basílica de San Marcos – Fotomontaje del proyecto



Ca' Farsetti – Simulación del proyecto

4 Trieste *(Proyecto ejecutivo)*

El Ayuntamiento de Trieste ha adjudicado en concesión la gestión y la completa remodelación de su sistema de alumbrado público en el marco de un ambicioso proyecto ejecutivo que representa una de las intervenciones de infraestructura más significativas jamás realizadas en el territorio. **El objetivo principal es la modernización de toda la red mediante la conversión tecnológica a LED,** con un impacto previsto de gran relevancia en la eficiencia energética, la seguridad urbana, el paisaje urbano y la puesta en valor del patrimonio histórico-arquitectónico. En conjunto, **el proyecto abarca más de 22.000 luminarias, más de 2.600 soportes, casi 650 brazos y unos 24 km de nuevas líneas eléctricas** (de los cuales más de 23.500 metros son subterráneos) **para un ahorro energético total previsto de unos 7,8 GWh/año.**

4.1 Áreas de intervención

El proyecto se articula en cuatro fases operativas. La primera abarca las zonas periféricas y suburbanas, con 15.250 sustituciones de luminarias y 1.978 nuevas instalaciones, superando el objetivo del concurso de 400 nuevos puntos de luz con un total de 641 ampliaciones. La segunda fase se refiere al centro histórico y a las galerías. La tercera está dedicada a los cuadros eléctricos. La cuarta prevé la **valorización luminotécnica de 14 sitios monumentales** (entre ellos la Piazza Unità d'Italia, el Castello di San Giusto, la Basílica Romana y el Arco di Riccardo) con más de 500 luminarias específicas, todas a 3.000 K para un rendimiento cálido y embellecedor. Se sustituyen unos 1.141 puntos de luz funcionales por luminarias decorativas de gran valor estético en el marco de un programa de **embellecimiento urbano.**

4.2 Smart City

La inteligencia de la instalación reside en el sistema de telecontrol: **cada luminaria está equipada con un nodo de radiofrecuencia conectado a un gateway en los cuadros eléctricos, lo que permite gestionar de forma individual y en tiempo real el encendido, el flujo luminoso y el estado operativo.** El sistema aplica curvas de regulación automática conformes a la norma UNI 11431:2021 y la función CLO (Constant Light Output) para mantener constante el flujo luminoso a lo largo del tiempo. **La conversión a LED produce una reducción del consumo del 76,85 % en la primera fase (de 9,2 a 2,1 GWh/año) y del 27,81 % en la segunda (de 2,3 a 1,6 GWh/año).** Otros beneficios se refieren a la seguridad estructural (con la sustitución de más de 858 soportes y 520 brazos deteriorados) y a la movilidad sostenible, gracias a 429 nuevos puntos de luz dedicados a vías peatonales y ciclistas.



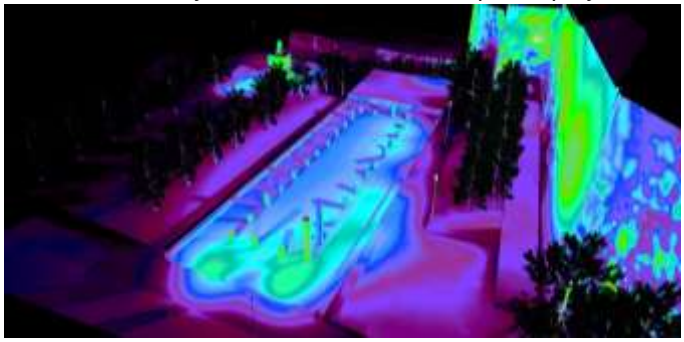
Palacio del Ayuntamiento – Concepto de proyecto



Palacio Stratti y Palacio Modello – Concepto de proyecto



San Antonio Taumaturgo – Simulación del proyecto



Castillo de San Giusto y Basílica – Simulación del proyecto

5 Palermo: Sitio Arabe-Normando de la UNESCO *(Proyecto Ejecutivo)*

El proyecto, financiado en el marco del Contrato Institucional de Desarrollo «Palermo - Centro Histórico» y redactado en mayo de 2025, tiene como objetivo **transformar el centro histórico de Palermo en un museo al aire libre** que se pueda visitar por la noche también. **La intervención pone en valor los monumentos del 51.º sitio serial de la UNESCO**, que comprende siete monumentos palermitanos, fruto de la extraordinaria fusión entre las civilizaciones árabe y normanda, además de las catedrales de Cefalú y Monreale.

5.1 Filosofía del proyecto

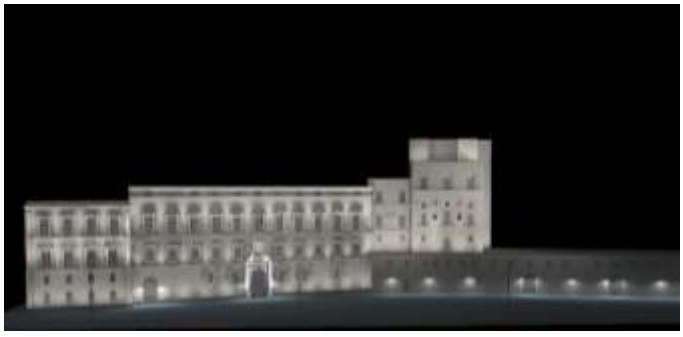
La filosofía de iluminación adoptada es clara: **la luz debe interpretar la arquitectura sin distorsionarla. La técnica principal es la iluminación rasante,** que roza las superficies de abajo hacia arriba realzando la tridimensionalidad de la piedra y creando efectos dramáticos de luces y sombras, siempre complementada con una proyección suave y una iluminación de acento de haz estrecho para los detalles. **La temperatura de color elegida es de 3.000 K,** para respetar las características cromáticas naturales de la toba, la piedra volcánica y las cúpulas rojas.

5.2 Proyecto

El proyecto de iluminación ha rediseñado por completo el enfoque para cinco monumentos principales: **la Catedral (361 luminarias,** con tratamiento diferenciado en las cuatro fachadas, iluminación de 360° de la cúpula y del campanario, y luminancia media controlada de 3-4 cd/m²), **el Palacio Real (193 luminarias,** con soluciones diferenciadas para el Cuartel General Militar, la Torre Pisana normanda y la fachada renacentista), **San Giovanni degli Eremiti (50 luminarias,** con un enfoque icónico en las cinco cúpulas rojas), **San Cataldo (31 luminarias) y la Martorana (73 luminarias,** con iluminación del rico campanario en varios niveles). **Las calles adyacentes a la Catedral** (via Vittorio Emanuele, via Bonello, via Incoronazione) se han rehabilitado conservando las históricas farolas con soporte en voladizo, sustituyendo únicamente las fuentes de sodio por módulos LED **(65 unidades)**, lo que garantiza la coherencia escenográfica en todo el eje. Entre el 15 y el 17 de octubre de 2024 se llevó a cabo una **prueba práctica** fundamental para validar las decisiones de diseño antes de la redacción definitiva. La prueba, que alcanzó el 75% de los objetivos previstos, permitió verificar la correspondencia entre las simulaciones del software Relux y la realidad sobre el terreno, definir los trazados óptimos de los cables, confirmar las posiciones definitivas de las luminarias, las potencias y las distribuciones de los haces luminosos.



Catedral – Simulación de proyecto



Palacio Real – Simulación de diseño



San Cataldo y la Martorana – Simulación de proyecto



San Juan de los Eremitas – Simulación del proyecto

6 Génova *(Proyecto ejecutivo)*

El proyecto consiste en la **remodelación completa del sistema de alumbrado público del centro histórico de Génova** (uno de los centros históricos medievales más extensos de Europa, reconocido como Patrimonio Mundial de la UNESCO) y se lleva a cabo en el marco del Convenio Consip para la prestación del Servicio de Alumbrado a las Administraciones Públicas. La intervención sustituye las fuentes de luz tradicionales de descarga (yoduros metálicos y vapores de sodio) por tecnología LED de alta eficiencia, mejorando al mismo tiempo la calidad estética, la seguridad estructural de las instalaciones y la puesta en valor del rico patrimonio arquitectónico de la ciudad. Una característica distintiva del enfoque es el **respeto por la identidad visual de los distintos barrios:** además de los tipos estándar (luminarias viales, lámparas colgantes, proyectores, mobiliario peatonal), el proyecto prevé **el uso de farolas y linternas históricas** que reinterpretan, desde una perspectiva tecnológica, los elementos tradicionales del mobiliario luminoso genovés, garantizando una calidad luminosa homogénea y valorizante a lo largo de la densa red de callejuelas, plazas y ejes viarios.

6.1 Palazzo San Giorgio

El caso más emblemático es la **puesta en valor del Palazzo San Giorgio,** edificio del siglo XIII que a lo largo de los siglos ha desempeñado las funciones de sede del Ayuntamiento, de las aduanas y del famoso Banco di San Giorgio, y que hoy alberga las oficinas de la Autoridad Portuaria. La dualidad arquitectónica del edificio, una parte medieval hacia el pórtico de Sottoripa y otra renacentista hacia el mar, ha guiado las decisiones de diseño. El estado e , de hecho, revelaba una iluminación desigual: la fachada oeste estaba iluminada por solo tres proyectores de halogenuros metálicos de calidad cromática inadecuada, mientras que las demás fachadas recibían luz de forma indirecta e insuficiente. El proyecto prevé la reconversión a LED de las farolas históricas existentes en la Piazza Caricamento y en las calles colindantes (manteniendo su aspecto exterior con kits de Ghisamestieri) y la sustitución de los proyectores de la fachada oeste por luminarias Levante Medium LED orientables (±90°) del fabricante Cariboni Group, capaces de cubrir de manera uniforme la superficie frontal del edificio.

6.2 Soportes

El proyecto aborda con igual rigor el tema de la seguridad estructural de los soportes, mediante un programa de mantenimiento preventivo basado en dos métodos de verificación no destructivos: **la medición de la velocidad de corrosión con polarización lineal (LPR) y la medición del espesor residual con ultrasonidos,** ambos conformes a la norma UNI/TS 11479. En los casos de deterioro constatado, se prevén intervenciones de restauración del pintado o, cuando sea necesario, la sustitución completa del soporte con la colocación de un nuevo zócalo de cimentación. Todo el proceso queda documentado con certificaciones específicas que eximen al organismo gestor de cualquier responsabilidad relacionada con posibles daños por corrosión, garantizando la plena protección de la seguridad pública.



Casco histórico de Génova

7 Piacenza: estadio «Walter Beltrametti» *(Proyecto Ejecutivo)*

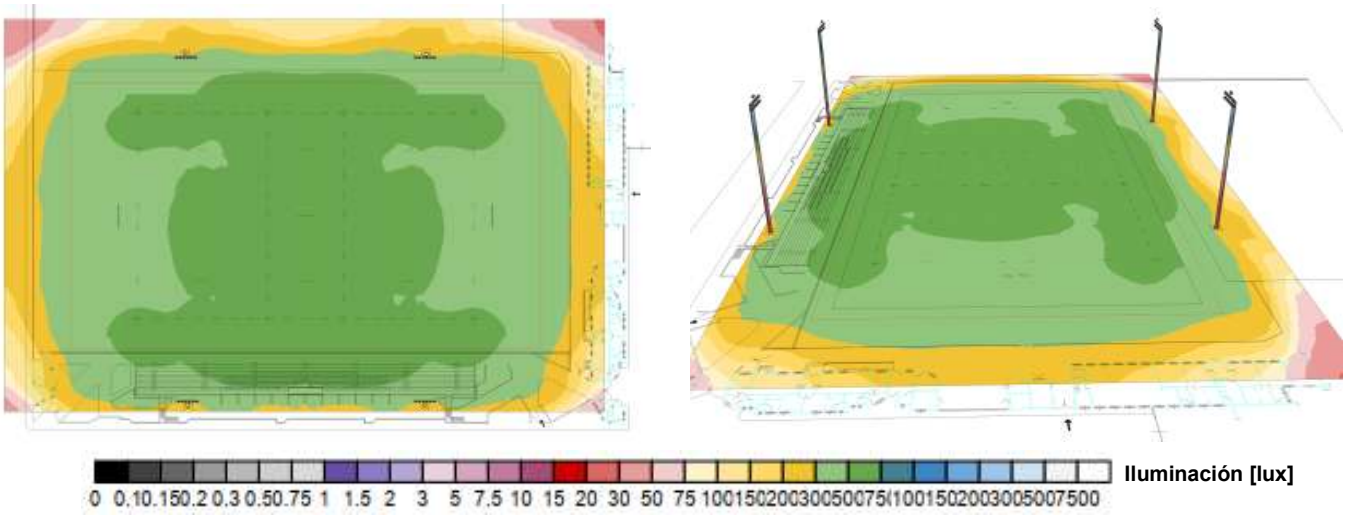
El proyecto consiste en la **renovación completa del sistema de iluminación del Estadio Municipal «Walter Beltrametti» de Piacenza** (Largo Ercole Anguissola), dedicado al exjugador de rugby fallecido prematuramente. La estructura es propiedad del Ayuntamiento y acoge las actividades del Piacenza Rugby Club, del ASD Rugby Lions y de los Wolverines Piacenza (fútbol americano), con tres campos de juego: el principal, con gradas para 3.000 espectadores para partidos de la FIR del campeonato nacional; uno para competiciones regionales y juveniles; y otro para actividades escolares. Los motivos de la intervención son técnicos (**la instalación existente no cumple los requisitos de iluminación de la norma UNI EN 12193 ni de las resoluciones del CONI y la FIR para instalaciones de** rugby), normativos (Ley Regional de Emilia-Romaña n. 19/2003 sobre contaminación lumínica y D.G.R. n. 1732/2015) y económico-ambientales, con el objetivo de **reducir estructuralmente los costes de gestión y las emisiones de CO_2**

7.1 Proyecto

La situación inicial presentaba cuatro torres de iluminación (A, B, C, D) con proyectores tradicionales Fael Lightmaster One de 2.000 W cada uno, con una potencia instalada total de 268,40 kW y un consumo energético anual estimado de 134.200 kWh en unas 500 horas de funcionamiento. La distribución desigual de los aparatos en las torres reflejaba sucesivas ampliaciones a lo largo del tiempo, más que un diseño coordinado, con las consiguientes dificultades en términos de uniformidad y calidad cromática. **La nueva instalación prevé la sustitución de todos los cuerpos de iluminación e s por 56 proyectores LED** modelo ALO 3 de AEC Illuminazione (1.640 W, 178.460 lm, eficiencia 108,82 lm/W, 4.000 K, CRI 70, IP66, resistencia a sobretensiones de hasta 10 kV), manteniendo las cuatro torres de iluminación como estructuras de soporte. En el campo principal, 52 proyectores están dispuestos en dos filas por torre a 28 m de altura; en la zona de entrenamiento, 4 proyectores en dos torres a 18 m. La tecnología óptica adoptada garantiza una uniformidad superior a los mínimos normativos sin necesidad de complejas operaciones de orientación.

7.2 Ventajas

Los beneficios se cuantifican con precisión: **la potencia instalada se reduce de 268,40 kW a 91,84 kW (-65,8 %) y el consumo anual de 134.200 kWh a 45 920 kWh, con un ahorro neto de 88.280 kWh/año. Desde el punto de vista medioambiental, la reducción se traduce en un ahorro de 16,51 TEP/año y 28,57 toneladas de CO_2/año.** Otro beneficio medioambiental proviene **de la óptica altamente direccional** de los proyectores ALO 3, que concentra el flujo exclusivamente en las áreas de juego eliminando la dispersión hacia arriba, un aspecto especialmente relevante en el contexto normativo de Emilia-Romaña. Por último, la vida útil superior a 50.000 horas reduce la frecuencia de los mantenimientos en estructuras de hasta 28 metros de altura, con importantes ahorros logísticos y económicos. Como intervención complementaria, está prevista la impermeabilización de la base de todas las torres con un collarín de hormigón armado y una verificación estática de las estructuras existentes.



Simulación de la iluminación del estadio «Walter Beltrametti»

8 Fidenza: luz biodinámica *(Proyecto Ejecutivo)*

El proyecto se refiere a **la ampliación de las instalaciones de alumbrado público** a lo largo de la via dei Gelsi, una arteria histórica del municipio de Fidenza (PR) que se extiende a lo largo de unos 900 metros desde el cruce con la via Aspromonte hasta la rotonda de la nueva circunvalación. La calle, que actualmente carece de alumbrado nocturno, se inscribe en un contexto de especial valor: recorre el trazado de la antigua carretera construida por la duquesa María Luisa, forma parte del Camino de la Vía Francígena y se adentra en un paisaje agrícola rico en biodiversidad, frecuentado por residentes y deportistas también durante las horas de la tarde. La intervención prevé la instalación de **33 nuevos puntos de luz**: una luminaria decorativa iGuzzini Albero (2.700 K) como portal de entrada al tramo ciclista y peatonal, y 32 luminarias Cariboni Group Levante 2.0 sobre postes cilíndricos pintados de 5 m de altura. La nueva instalación se conectará al cuadro eléctrico existente QE 032 de la calle Saragat y **el consumo estimado es de 3.411,92 kWh/año.**

8.1 La elección de la luz biodinámica

La característica más innovadora del proyecto es la adopción de **la tecnología «switchable white»**, es decir, **luminarias LED capaces de variar dinámicamente la temperatura de color.** Los 32 luminarias Levante 2.0 modulan su emisión de 3.000 K a 1.800 K, reduciendo progresivamente el componente azul del espectro luminoso e e a lo largo de la noche. Esta elección surge de una doble necesidad: **cumplir con la normativa medioambiental y proteger activamente el ecosistema local. Desde el punto de vista normativo,** el término municipal de Fidenza se encuentra en gran parte dentro de la zona de respeto del Observatorio Astronómico «Bellatrix» de Collecchio (PR), reconocido por la Región de Emilia-Romaña en 2021. La ley regional vigente (L.R. n.º 19/2003 y D.G.R. 1732/2015) impone una temperatura de color igual o inferior a 3.000 K en las zonas restringidas: el proyecto adopta 1.800 K, superando el mínimo exigido. **Desde el punto de vista ecológico,** la reducción de la luz azul es fundamental: alrededor del 30% de los vertebrados y el 60 % de los invertebrados están activos por la noche, y la luz fría altera sus desplazamientos, alimentación y reproducción. Del mismo modo, las plantas sufren estrés por fotosíntesis prolongada si se exponen a emisiones en las bandas del azul y del rojo. La luz cálida a 1.800 K reduce sensiblemente estos impactos, haciendo que la instalación sea compatible con la biodiversidad de la zona, aunque no forme parte formalmente de un espacio Natura 2000. Por último, **para las personas**, la luz cálida resulta más acogedora y adecuada para los entornos urbanos; en condiciones de niebla o para los usuarios de edad avanzada, una temperatura de color baja mejora la calidad de la visión. **Los sistemas Switchable White mantienen constantes el flujo luminoso y el índice de reproducción cromática (IRC 70)** en ambas temperaturas, garantizando así la seguridad visual sin comprometer la protección del medio ambiente.

8.2 El funcionamiento

La instalación sigue una programación en tres fases: al encenderse por la tarde (19:45 – 22:00) funciona al 100 % a 3.000 K, favoreciendo la visibilidad durante las horas de mayor afluencia; en la franja central de la noche (22:00 – 00:00) pasa a 1.800 K manteniendo la potencia máxima; durante la madrugada (00:00 – 06:45) reduce aún más la intensidad al 65%, minimizando la contaminación lumínica y el consumo. Cada luminaria gestiona de forma autónoma esta modulación en **modo autónomo**, con la infraestructura ya preparada para un futuro control remoto punto a punto.



Luz biodinámica en Via dei Gelsi



Iluminación biodinámica en Via dei Gelsi

Presentación del proyecto

9 Pemba: Mozambique *(Proyecto ejecutivo)*

En el marco de un programa de promoción de las energías renovables en la zona de Pemba, en Mozambique, se han diseñado proyectos de electrificación solar en dos complejos escolares: la escuela secundaria de Cingone y la escuela municipal del Bairro de Chuiba. El objetivo común es reducir la dependencia de las fuentes de energía tradicionales, reducir los costes del suministro eléctrico y contribuir a la sostenibilidad medioambiental, en consonancia con los compromisos nacionales e internacionales de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

9.1 Cingone

En Cingone está prevista la instalación de una única planta fotovoltaica de 13,76 kWp, compuesta por 32 módulos monocristalinos Trina Solar de 430 Wp cada uno, montados de forma coplanar sobre la cubierta del edificio escolar. La energía producida se gestiona mediante un inversor trifásico de 10 kW conectado a la red de baja tensión a 400 V, con un sistema de almacenamiento de 5,12 kWh que garantiza la disponibilidad de energía incluso durante la noche o en caso de escasa irradiación. La producción anual estimada es de aproximadamente 24.968 kWh, con un índice de rendimiento del 82,6%.

9.2 Chuiba

En Chuiba, por su parte, el proyecto prevé la instalación de tres sistemas independientes, cada uno dedicado a un usuario diferente del complejo escolar. Cada sistema está compuesto por 16 módulos de 430 Wp, un inversor monofásico de 6 kW y una batería de almacenamiento de 5,12 kWh, lo que supone una potencia máxima unitaria de 6,88 kWp. Los tres sistemas funcionan en baja tensión monofásica a 230 V y alcanzan en conjunto una potencia instalada de 20,64 kWp, con una producción anual total estimada de unos 38 090 kWh y un coeficiente de rendimiento del 83,9 %. Ambas instalaciones emplean la misma tecnología: módulos Trina Solar TSM-430 NEG9R.28, sistemas de almacenamiento ZCS WECO 5K3 XP con tecnología de litio-hierro-fosfato y estructuras de montaje de aluminio con fijaciones de acero inoxidable. En conjunto, las dos instalaciones suman una potencia fotovoltaica total de 34,4 kWp y una producción anual estimada de unos 63.058 kWh, en beneficio de cuatro centros escolares distintos, contribuyendo de manera concreta a la autonomía energética y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la región.



Iluminación del Bairro de Chuiba – Proyecto realizado



Iluminación del Bairro de Chuiba – Proyecto realizado



Escuela municipal del Bairro de Chuiba – Proyecto realizado

Presentación del proyecto