



# PROPUESTAS Y SOLUCIONES DE ILUMINACIÓN PARA UN HOTEL EXCAVADO

SALVADOR SILVESTRE MARTÍNEZ

TUTORAS: ALICIA MARTÍNEZ ANTÓN  
GRACIA LÓPEZ PATIÑO

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA  
TRABAJO FINAL DE GRADO - NOVIEMBRE 2017



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA



## **AUTOR**

SALVADOR SILVESTRE MARTÍNEZ

## **TUTORAS DEL PROYECTO**

ALICIA MARTÍNEZ ANTÓN

GRACIA LÓPEZ PATIÑO

## **UNIVERSIDAD**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

## **DEPARTAMENTO**

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

## **ESCUELA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALENCIA (ETSAV)

## **TITULACIÓN**

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

## **CONVOCATORIA**

NOVIEMBRE 2017

## RESUMEN

El proyecto final de grado *Propuestas y soluciones de iluminación para un hotel excavado* se basa en la idea presentada por un equipo de profesores y alumnos de la ETSAV que finalmente fue premiado en el concurso internacional de ideas, organizado por el Grupo de Desarrollo Rural Altiplano de Huéscar y la empresa Cuevas de Huéscar La Herradura SL, contando con el apoyo del Ayuntamiento de Huéscar.

El documento consta de cuatro apartados: en el primero se realiza un breve estudio de antecedentes en la iluminación de viviendas-cueva y se analiza un caso existente, extrayendo conclusiones sobre su iluminación. En el segundo apartado se describe la zona de actuación, Huéscar, y se expone la propuesta presentada al concurso por el equipo. El tercer capítulo, y más importante, es donde se desarrolla el proyecto lumínico del hotel-cueva, para ello se realiza una serie de fichas técnicas con el tipo de luminarias escogidas. Por último, en la cuarta sección, se explica la metodología del cálculo y el cumplimiento de la normativa vigente adjuntando los cálculos, en los Anexos 1 y 2.

Palabras clave: concurso, arquitectura, hotel-cueva, Huéscar, luminaria, escena.

## RESUM

El projecte final de grau *Propostes i solucions de il·luminació per a un hotel excavat* es basa en la idea presentada per un equip de professors i alumnes de l'ETSAV que finalment va ser premiat en el concurs internacional d'idees, organitzat pel Grup de Desarrollo Rural Altiplano de Huéscar i l'empresa Cuevas de Huéscar La Herradura SL, comptant amb el suport de l'Ajuntament de Huéscar.

El document consta de quatre apartats: en el primer es realitza un breu estudi d'antecedents en la il·luminació de vivendes-cova i s'analitza un cas existent, extraient conclusions sobre la seua il·luminació. En el segon apartat es descriu la zona d'actuació, Huéscar, i s'exposa la proposta presentada al concurs per l'equip. El tercer capítol, i més important, és on es desenvolupa el projecte lumínic de l'hotel-cova, per a això es realitza una sèrie de fitxes tècniques amb el tipus de lluminàries triades. Finalment, en la quarta secció, s'explica la metodologia del càlcul i el compliment de la normativa vigent adjuntant els càlculs, en els Annexos 1 i 2.

Paraules claus: concurs, arquitectura, hotel-cova, Huéscar, lluminaria, escena.

## ABSTRACT

Final grade Project called "Proposals and solutions for the lighting of a excavated hotel" is based in the concept presented by a team formed by teachers and students from the School of Architecture in Valencia. This work was awarded in an international contest of ideas organised by the Rural Development Group of Altiplano de Huéscar and the company Cuevas de Huéscar La Herradura SL, counting with the support of Huéscar's town hall.

The document is divided into four chapters: the first one contains an analysis about the current lighting background in cave-dwellings and the study of existing case and concluding about its illumination. In the second chapter there is the description of the area of operation, Huéscar, and the explanation of the proposal presented to the contest by the team. In the third section, and the most important one, is where the development of the lighting project takes place. For this, it is developed a set of data sheets of the chosen luminaires. Finally, in the fourth part, the calculation methodology and the compliance of the current legislation is explained, attaching the calculations in the annexes 1 and 2

Keywords: competition, architecture, cave-hotel, Huéscar, luminary, scene.



<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>7</b>
1.1. OBJETO	9
1.2. OBJETIVO	9
1.3. METODOLOGÍA	9
1.4. ANTECEDENTES	10
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO PRESENTADO AL CONCURSO.</b>	<b>13</b>
2.1. LOCALIZACIÓN	14
2.2. ARQUITECTURA GENERAL DE LA HERRADURA	16
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA CUEVA	18
2.4. EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO	19
2.4.1. MATERIALIDAD	21
<b>3. PROYECTO LUMÍNICO.</b>	<b>23</b>
3.1. PLANTEAMIENTO, OBJETIVO Y PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACTUACIÓN	24
3.2. PLANO DE ZONIFICACIÓN	25
3.2.1. ZONAS ESPECÍFICAS	25
3.3. ELECCIÓN DE LAMPARAS Y LUMINARIAS POR ZONAS	26
<b>4. METODOLOGÍA DEL CÁLCULO.</b>	<b>43</b>
4.1. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN AMBIENTAL POR EL MÉTODO DE LOS LÚMENES	44
4.2. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN POR EL MÉTODO DEL PUNTO POR PUNTO	44
4.2.1. MESA DE COCINA. CÁLCULO EN UNA SUPERFICIE HORIZONTAL	44
4.2.2. FUSTE EXTERIOR DE LA CHIMENEA. CÁLCULO EN UNA SUPERFICIE VERTICAL	47
4.3. CUMPLIMIENTO DEL CTE HE-3	50
<b>5. PLANOS DE LAMPARAS Y LUMINARIAS, DETALLES, SECCIONES E IMAGEN 3D.</b>	<b>52</b>
5.1. PLANO DE LUMINARIAS	53
5.2. PLANO ACOTADO DE LUMINARIAS	54
5.3. PLANO ACOTADO DE CUBIERTA	55
5.4. PLANO ELECTRO FUNCIONAL	56

5.5.	PLANO PASO DE INSTALACIONES	57
5.6.	DETALLE DE PASO DE INSTALACIONES	58
5.6.1.	Ai tuoi piedi centrale	58
5.6.2.	Ai tuoi piedi centrale, registrable	59
5.6.3.	Ai tuoi piedi laterale	60
5.7.	ALZADO Y SECCIONES	61
5.7.1.	ALZADO	61
5.7.2.	SECCIÓN A	62
5.7.3.	SECCIÓN B	63
5.7.4.	SECCIÓN C	64
5.8.	IMAGEN 3D	65
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIÓN.</b>	<b>66</b>
<b>7.</b>	<b>CUADRO DE FIGURAS.</b>	<b>69</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>76</b>
<b>9.</b>	<b>AGRADECIMIENTOS.</b>	<b>78</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXO 1: PROCEDIMIENTOS DEL CÁLCULO POR EL MÉTODO DE LOS LUMENES.</b>	<b>80</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXO 2: PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO POR EL MÉTODO DEL PUNTO POR PUNTO. MESA DE LA COCINA.</b>	<b>84</b>
<b>12.</b>	<b>ANEXO 3: PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO POR EL MÉTODO DEL PUNTO POR PUNTO. FUSTE CHIMENEA.</b>	<b>90</b>
<b>13.</b>	<b>ANEXO 4. JUSTIFICACIÓN DE LOS CÁLCULOS.</b>	<b>95</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

- 1.1. OBJETO
- 1.2. OBJETIVO
- 1.3. METODOLOGÍA
- 1.4. ANTECEDENTES

*El hábitat de cuevas de la provincia de Granada por su magnitud e importancia, ha sido objeto de numerosos estudios, foros de debate y programas de actuación de ámbito municipal y comarcal llegando incluso a niveles europeos. Un ejemplo de ello es el Proyecto Europeo Eurocuevas desarrollado por la Diputación Provincial de Granada, en el cual se han llevado a cabo investigaciones desde el ámbito provincial y europeo (Marín et al., 2007)*

En las últimas décadas, se ha dado un aumento significativo del turismo relacionado con las viviendas-cueva en las comarcas de Baza y Huéscar. Es por ello que el ayuntamiento de Huéscar firmó tres convenios de colaboración con la Universitat d'Alacant, el grupo Desarrollo Rural Altiplano de Huéscar y la empresa Cuevas de Huéscar La Herradura SL., contando con el apoyo del Departamento de edificación y urbanismo de la universidad alicantina, con el propósito de realizar estudios en el barrio de viviendas-cueva conocido como La Herradura, contemplando aspectos históricos, arquitectónicos, urbanísticos y medioambientales, y promover un concurso internacional de ideas con la finalidad de rehabilitarlo.

Este concurso, que se celebró en 2015, consistía en la recuperación de las 72 viviendas-cueva del barrio La Herradura, en el municipio de Huéscar, provincia de Granada. Uno de los equipos presentados, que obtuvo el tercer premio otorgado por el jurado, fue el compuesto por D<sup>a</sup> Alicia Martínez Antón y D<sup>a</sup> Gracia López Patiño, arquitectas y profesoras en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas; D<sup>a</sup> Verónica Llopis Pulido, arquitecta y profesora en el Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de las Estructuras; junto con los alumnos de grado en arquitectura María Palazón, Marta Mares, Lucía Torres, Santiago Sánchez y M<sup>a</sup> José Siscar, todos ellos de la Universitat Politècnica de València.

La propuesta presentada se centró en el proyecto conceptual y espacial de un hotel-cueva, sin incluir el desarrollo de iluminación. Es por ello que se ha tomado esta propuesta como base para desarrollar el presente trabajo final de grado *Propuestas y soluciones de iluminación para un hotel excavado*. El equipo ha proporcionado toda la información necesaria para poderlo llevar a cabo.

### 1.1. OBJETO

El objeto del presente trabajo es la iluminación de una cueva excavada con función hotelera.

### 1.2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo de final de grado es trasladar las tendencias actuales de iluminación a la arquitectura excavada, adaptando la sistemática y metodología, a un proyecto desarrollado en un conjunto de viviendas-cueva con un posible uso hotelero.

### 1.3. METODOLOGÍA

La metodología empleada para alcanzar el objetivo, anteriormente descrito, es la siguiente:

- Estudio de antecedentes
- Definición de la zonificación
- Elección de lámparas y luminarias
- Elección del método de cálculo
- Comprobación de la eficiencia energética
- Elaboración de la planimetría

#### 1.4. ANTECEDENTES

Andalucía es una de las comunidades autónomas españolas con mayor número de casas-cueva documentadas hasta la fecha. Una de las primeras referencias que se tiene sobre las casas-cueva data de finales del siglo XVI cuando se produjo la expulsión de los moriscos, quienes trasladaron la tipología de casas-cueva, que ya era utilizada en sus lugares de origen, a zonas de Castilla La Mancha hecho que propició la aparición de las viviendas-cuevas en gran parte de Andalucía (Urdiales, 1987).

A lo largo del siglo XIX el factor influyente en su aparición responde al socio-económico. La pobreza de la población agraria obligó no sólo a habitar las cuevas existentes en la periferia de las localidades sino también a excavar nuevas.

Hoy en día este tipo de asentamientos tiene unas características idóneas que propician el turismo rural, relacionado con las casas-cueva, debido a su contacto directo con la naturaleza. Gracias a este tipo de turismo se ha impulsado el interés por la recuperación y restauración de numerosas cuevas siendo en la provincia de Granada, en concreto en Guadix y Baza, donde mayor repercusión ha generado.

---

10

Las casas-cueva de Guadix se han convertido en unas de las más visitadas y concurridas de Andalucía, *el más numeroso conjunto de cuevas habitadas de la península* (Lasaosa et al. 1989) (Figura 1). Son viviendas desarrolladas en celdas conectadas entre sí accediendo desde la fachada principal a la cocina y al portal. Estas comunican con los dormitorios por un lado y con la cuadra y cochinería por otro lado. Todas las estancias están cubiertas por bóvedas, bien con una geometría de cañón o de arista (Figura 2).

El elemento principal de estas viviendas es la chimenea que se convierte en un elemento clave del conjunto tanto por su aspecto exterior como por su funcionalidad. (Figura 3) Estas tenían como finalidad una doble funcionalidad, además de utilizarse para la extracción de humos al exterior, se utilizaban como elemento de ventilación natural de la cueva, permitiendo así una ventilación cruzada en las cuevas.

La arquitectura excavada es una temática desarrollada en el ámbito del arco mediterráneo existiendo artículos, libros o incluso tesis doctorales. Sobre ella existen acuerdos y leyes para su protección y recuperación como es el caso del Proyecto Europeo Eurocuevas, citado con anterioridad, aunque quedan fuera de esta protección numerosos conjuntos excavados de interés. Todos estos textos tratan profundamente temas como la historia de la cueva, la organización espacial o su sistema constructivo, sin embargo, parecen olvidar en la mayoría de ellos, una parte fundamental en la restauración de estas como es la iluminación.

Esta no está contemplada como un elemento esencial del proyecto y, por lo tanto, queda relegada a elección del propietario de la vivienda que, en muchas ocasiones, no posee conocimientos técnicos y estéticos sobre restauración o diseño y como consecuencia aparecen luminarias o falsas estructuras que nada tienen que ver con la arquitectura tradicional de las casas-cueva.

Para estudiar la iluminación analizamos un ejemplo de arquitectura excavada de la zona de Guadix, La Tala, donde observamos una iluminación estudiada en la que diferenciamos dos tipos, una de carácter general y una específica para cada espacio concreto de la vivienda (Figura 4).

La iluminación general pretende generar iluminación de ambiente en toda la vivienda, siendo esta de un tono cálido y permitiendo apreciar las estancias al completo sin necesidad de iluminación natural. Las luminarias se ubican directamente sobre las paredes de la casa y en dirección a la bóveda bañándola siempre desde su apoyo hasta su punto central (Figura 5).

Por otro lado, las luminarias que proporcionan la luz de acento de cada zona se integran en los huecos existentes, destacando así estos elementos, generando, de este modo, una iluminación localizada (Figura 6).



Figura 1: Conjunto casas-cueva en Guadix, Granada.  
(Piedecausa, 2012)

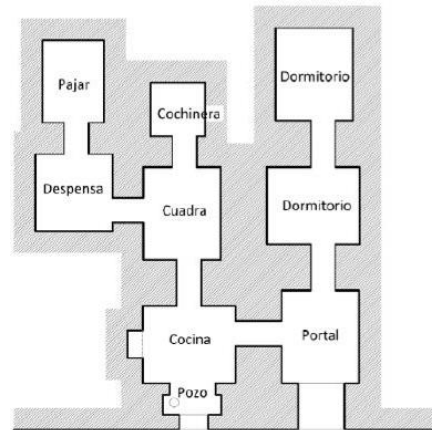


Figura 2: Típica planta de una cueva en Guadix  
(Martínez A., Blanca V., Aranda F., 2014)



Figura 3: Fachada y chimenea de casa-cueva en Lopera.  
(Casacuevalopera.galeon.com)



Figura 4: Salón comedor casa-cueva La Tala.  
(casacuevalatala.com)



Figura 5: Salón comedor casa-cueva La Tala.  
(casacuevalatala.com)



Figura 6: Dormitorio casa-cueva La Tala.  
(casacuevalatala.com)



## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO PRESENTADO AL CONCURSO.**

2.1. LOCALIZACIÓN

2.2. ARQUITECTURA GENERAL DE LA HERRADURA

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA CUEVA

2.4. EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

## 2.1. LOCALIZACIÓN

Huéscar es una localidad y municipio español perteneciente a la provincia de Granada, comunidad autónoma de Andalucía, situado en el centro-norte de la comarca de Huéscar, a orillas del río Barbata, comúnmente conocido por los habitantes de Huéscar como Bravatas, y protegida por la sierra de la Encantada. Su término municipal es el más boreal de la provincia de Granada, estando compuesto el ayuntamiento por los núcleos de Barrio Nuevo, Barrio Nuevo de San Clemente, La Parra, Duda y el Canal de San Clemente.

Fue fundada en 1324 por el rey Ismail I en una importante ubicación bélica actuando de frontera entre el Reino de Granada y Castilla. La localidad tuvo una gran importancia. Muestra de ello es que perteneció al Ducado de Alba y hasta el año 1953 formó parte de la Diócesis de Toledo. Aún hoy se conservan la Colegiata de Santa María y numerosas iglesias, conventos y casas señoriales las cuales mantienen los escudos nobiliarios tan característicos (Rodríguez, 2016).

En Huéscar se encuentran numerosos yacimientos arqueológicos debido a su situación en un cruce de caminos donde las comunicaciones con el sureste peninsular eran de gran importancia en la antigüedad. Rodeada de una gran variedad de paisajes, en los que se produce una contraposición entre la elevada topografía, donde predominan los pinos y encinas, con los altiplanos. De entre las sierras que la rodean (Sierra de la Sagra, Parque Natural de la Sierra de Baza, Parque Natural de Cazorla Segura y las Villas, y Parque Natural de la Sierra de Castril) destacamos la Sagra, un gran monumento de 2.383 metros, coronándose así como la montaña más alta de la Cordillera Subbética (Rodríguez, 2016).

A su paso por Huéscar, el río Bravatas representa una separación entre las dos partes del municipio. No solo muestra un cambio físico sino que, además, se produce una brecha social entre los habitantes de las dos orillas. Es evidente que, a raíz de este distanciamiento, surgiera un sentimiento de infravaloración en la orilla no urbanizada respecto a la urbana donde se asienta el núcleo principal de la ciudad (Figura7). Como consecuencia de esta falta de sentimiento los barrios pertenecientes a esta zona no urbanizada se ha caracterizado por un desinterés social y económico, reflejándose en la escasa inversión realizada para la instalación de equipamientos que revaloricen el lugar (Rodríguez, 2016).



Figura 7: Mapa del municipio de Huéscar (Granada), donde se identifican los diferentes tejidos, equipamientos, entornos y vialidad del territorio. (Nebot, 2016)

## 2.2. ARQUITECTURA GENERAL DE LA HERRADURA

A lo largo de los años, las cuevas han sido utilizadas como refugio por la población víctima de la postguerra, hecho que relaciona esta tipología de vivienda directamente con un estilo de vida triste o de penuria. De esto habla Vicente González Barberán en la revista de información comarcal "La Sagra", 1981.

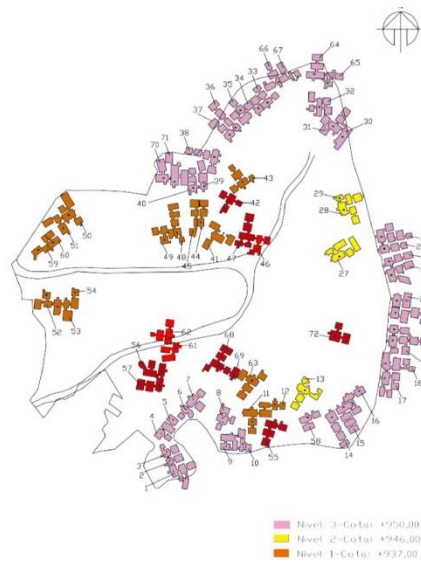


Figura 8: Situación de las cuevas en La Herradura. (Briones, 2015)

*A ningún habitante de esta comarca le extraña que haya gente que viva en cuevas. Ni siquiera a los vecinos de la Puebla de Castrol, donde no existen, siempre ha habido cueveros, vecinos de los barrios de cuevas, antigua y generalmente considerados como integrantes de un gueto social degradado y marginal.*

*El llamado Barrio Nuevo de Huéscar, enorme, ha llegado a tener hacia el año 1950 y hasta 1960 alrededor de cinco mil almas... (González, 1981).*

A pesar de la época en la que se escribió esta cita, a día de hoy sigue teniendo la misma validez, ya que estos barrios son habitados habitualmente por comunidades de etnia gitana o colectivos socialmente marginados y con bajos recursos económicos, sin ninguna intención de recuperar o revalorizar el barrio.

El barrio de San Isidro es conocido como La Herradura, por la forma que describe en planta, y está compuesto por un total de 72 viviendas-cueva excavadas en varios niveles en forma de anfiteatro natural marcando el territorio desde el altiplano (Figura 8). Estas se encuentran en un absoluto abandono, resultado de la gran brecha física y social existente entre el núcleo urbano y el barrio (Figura 9).



Figura 9: Vista general del conjunto de cuevas La Herradura. (Martínez et al., 2015)



Caracterizado por un terreno muy seco en el que apenas se distingue algo de vegetación, se encuentran los huecos de entrada a las cuevas, que se distinguen debido al contraste que ocasionan con la zona (Figura 10).

Tras una aproximación al estudio de la materialidad y técnicas constructivas, *no podemos perder de vista que la tendencia más usual es la utilización de todo aquello que se consigue en el entorno próximo a las poblaciones siendo pizarras, arcillas, yesos y calizas, los materiales más abundantes* (Sorroche, 2004).

Cada uno de estos materiales ha sido utilizado como aglutinante de morteros o revocos, incluso como piezas de construcción. Además, *tanto el terreno, como las condiciones climáticas adversas, han contribuido a que parezca un tipo de hábitat totalmente integrado en el medio natural, el troglodita, el cual, emplea las arcillas y conglomerados fácilmente excavables situadas en las ramblas y malas tierras, como material de construcción...* (Suárez y Navarro, 2009).

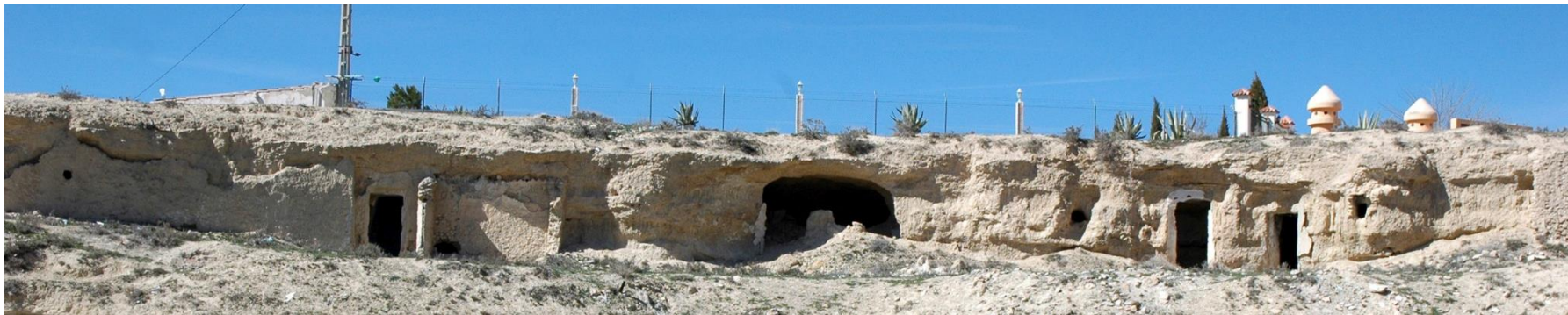


Figura 10: Aproximación a las cuevas del conjunto La Herradura.  
(Martínez et al., 2015)

### 2.3. DESCRIPCIÓN DE LA CUEVA

La cueva objeto de este proyecto corresponde a la número 7 del plano proporcionado por la organización del concurso *Proyecto vivienda-cueva La Herradura*. Esta presenta una localización inmejorable dialogando frente a frente con la población y presentando ante sí sus mejores vistas. Situados en su interior y orientando la mirada hacia la ciudad se observa el perfil recortado de la iglesia.

Exteriormente se observa una única abertura. Esta es la de acceso a la vivienda la cual está enmarcada por unos gruesos muros de piedra (Figura 11). Estos se encuentran en un estado de conservación bueno, solamente se aprecian pequeñas partes descompuestas.

Una vez en el interior se observa una cueva compuesta por 3 estancias. La primera estancia corresponde a la sala principal, en la que destacamos la preexistencia de la chimenea la cual se encuentra en muy buen estado de conservación (Figura 12). Esta servía tanto para la extracción de humo al exterior como para la ventilación de la cueva, ya que no existe ningún tipo de hueco de ventana en toda su fachada. A través de esta sala accedemos a dos estancias, correspondientes a la cochinería y al dormitorio (Figura 13).

En las paredes y techos de la cueva aún se aprecian restos de hollín y algunos desperfectos debidos al paso del tiempo.



Figura 11: Acceso a la cueva nº 7.  
(Martínez et al., 2015)



Figura 12: Sala principal.  
(Martínez et al., 2015)



Figura 13: Dormitorio.  
(Martínez et al., 2015)

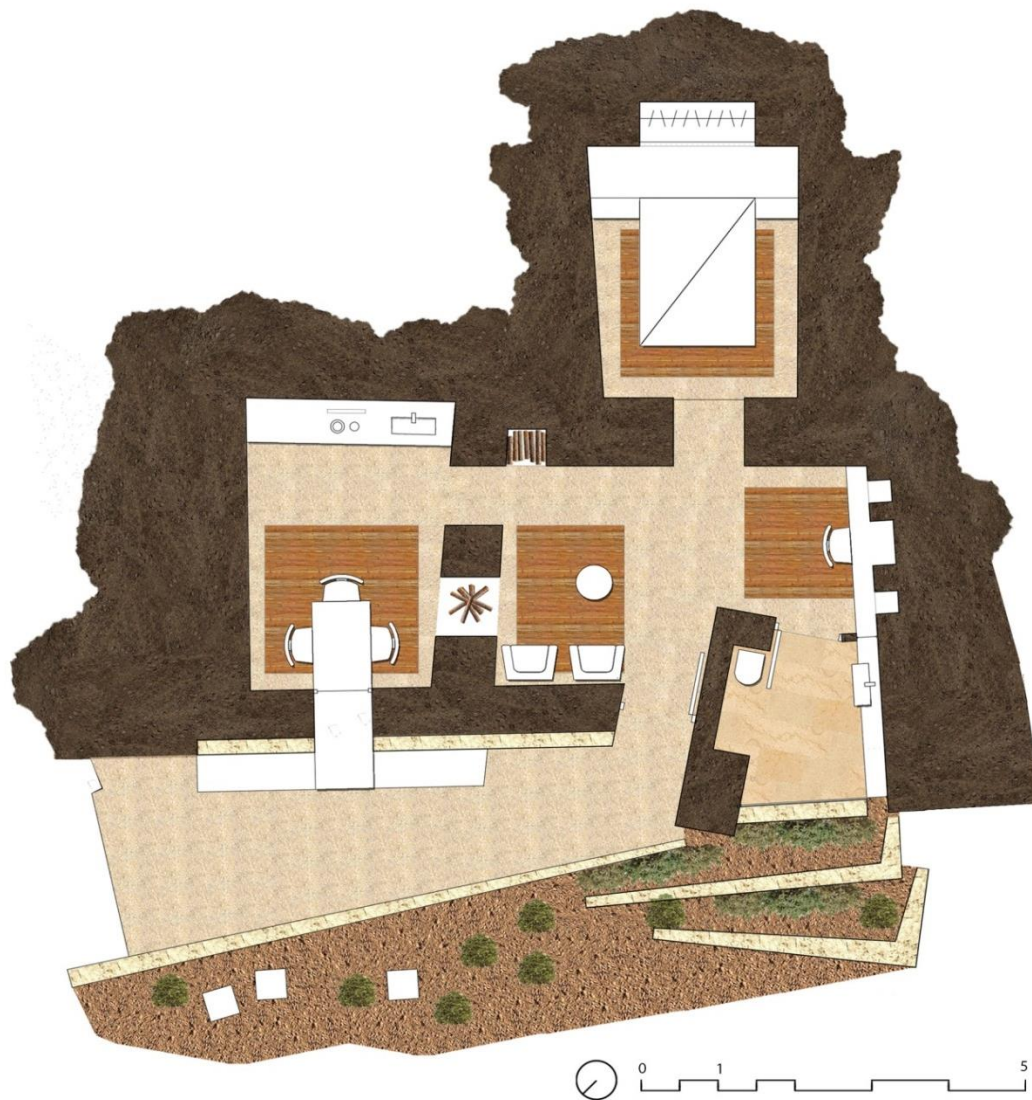


Figura 14: Planta de distribución del Hotel-cueva presentado al concurso (Martínez et al., 2015)

## 2.4. EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

*El entorno de la zona responde a un área degradada donde la planificación urbanística es inexistente y la sociedad pertenece a un grupo casi de exclusión, no sólo física, ya que un cauce marca frontera, sino cultural y socialmente. Con este proyecto se pretende la integración de ese sector social incorporando tareas que supongan un acercamiento al mercado laboral y un sentimiento de participación que posibilite posteriormente el respeto y la vida en armonía. Estas tareas irán encaminadas a la preparación y elaboración de paneles, emulando las antiguas cortinas, con tejidos vegetales y cañas, y a la selección de pétreos...*

*Las preexistencias jugarán un papel preponderante en el diseño de la cueva.*

*La rotundidad del muro pétreo en diagonal marca la direccionalidad de la entrada a la misma, al mismo tiempo que recoge un espacio semiprivado. Exterior e interior quedan conectados gracias al pavimento, empleando el mismo material en ambos ámbitos.*

*La chimenea, mantiene su ubicación, aunque de manera más permeable, permitiendo la fluencia del calor a dos estancias vivas, con funciones de estar, el salón y la cocina comedor, y, a su vez, la respiración de mayor superficie interior, siendo un elemento vertebrador, funcional que aporta confort y estética.*





Alzado  
E\_1:100



Sección A  
E\_1:100

Figura 15: Alzado y sección del Hotel-cueva presentado al concurso  
(Martínez et al., 2015)

La sala de baño se sitúa entre los muros de piedra, de manera que el inodoro se empotra en un hueco de ese muro diagonal, para quedar oculto con la puerta de acceso abierta y ofrecer iluminación y vistas al espacio único que se visualiza con el banco corrido que comienza en la zona de estudio y finaliza en la ventana, que se materializa transparente progresivamente desde la esquina donde está situada la ducha con cerramiento opaco.

La leñera asociada a la chimenea, se ubica en un hueco vertical excavado en el espacio intermedio entre cocina y salón aportando un acabado y textura de lienzo natural con troncos de madera.

Por último, el dormitorio aporta frescura a la tradición, con un cabecero funcional a modo de pasarela de madera que accede al ropero oculto por una cortina que deja pasar la luz filtrada que ilumina la estancia. Los escalones se convierten en los cajones de las mesitas laterales a ambos lados de la cama. (Martínez et al., 2015)



### 2.4.1. MATERIALIDAD

*La localización en esquina de la cueva condiciona el diseño del espacio exterior. Esta situación lleva a plantear el acceso desde el lateral, integrado además la parte superior de la cubierta desde donde admirar vistas a 360°, incluyendo la zona central de La Herradura que en un futuro podría ser el lugar de encuentro e integración entre los habitantes del entorno existente y de la nueva zona residencial. La tradición de los llamados "paratos" queda recogida y reinventada delante del volumen de piedra que conforman los muros preexistentes, manteniendo alejados de miradas indiscretas a los moradores de la cueva (Martínez et al., 2015).*

- Fachada adosada: Ejecutada con bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizada con cal (Figura 16).
- Revestimiento de muros exteriores: Revoco con tierras de la zona como aglomerante (Figura 17).
- Volumen sala de baño: Se aprovechan los muros de piedra existentes (Figura 18).
- Paramentos verticales y techos: Encalado blanco (Figura 19).



Figura 16: Bloques de tierra comprimida.  
(Planeta-vivo.com)



Figura 17: Revoco con base de tierras.  
(cannabric.com)



Figura 18: Muro de piedra.  
(pixabay.com)



Figura 19: Encalado blanco.  
(xuq.es)

Los habitáculos, mantenidos en el mismo número que la cueva original, han sido excavados en su parte inferior para proporcionar mayor altura libre. El Pavimento de base de morrillo conecta interior-exterior y fluye hacia todos los habitáculos de la cueva, dejando paso, a modo de "alfombra", a otros materiales de reciclaje de plantas cercanas, como la madera y la baldosa hidráulica, marcando las zonas más nobles (Martínez et al., 2015).

- Pavimento interior-exterior: Morrillo a base de pequeños cantos rodados o piedras de deshecho de la propia excavación, amalggados con mortero utilizando grea de la zona para la integración cromática (Figura 20).
- Pavimento de la sala de baño: Piedra caliza de color crema y acabado pulido. La piedra preexistente de los muros salientes del baño pertenece a este tipo (Figura 21)
- Detalles del pavimento: Paños a modo de "alfombras" realizados con pavimento de madera a base de piezas reutilizada (Figura 22).
- Huecos de paso: Paneles semirrígidos a base de vegetales y cañas que permiten iluminación y ventilación, emulando los textiles tradicionales (Figura 23).



Figura 20: Morrillo de cantos rodados.  
(Martínez et al., 2015)



Figura 21: Piedra caliza.  
(levantina.com)



Figura 22: Paños de madera reutilizada.  
(cannabric.com)



Figura 23: Paneles a base de vegetales.  
(designpanel.de)

### **3. PROYECTO LUMÍNICO.**

- 3.1. PLANTEAMIENTO, OBJETIVO Y PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACTUACIÓN
- 3.2. PLANO DE ZONIFICACIÓN
- 3.3. ELECCIÓN DE LÁMPARAS Y LUMINARIAS

### 3.1. PLANTEAMIENTO, OBJETIVO Y PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACTUACIÓN

*La arquitectura es el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes reunidos bajo la luz*  
(Le Corbusier, 1998)

La iluminación es una parte esencial en el desarrollo de cualquier proyecto arquitectónico. Es indudable que una buena iluminación es fundamental para el confort de sus habitantes propiciando la creación de ambientes agradables. Más allá, un adecuado uso y tratamiento de los espacios mediante luz artificial permite la creación de diferentes escenas de una misma zona. La luz deja de ser un elemento únicamente decorativo para ser la protagonista de las escenas.

Para poder llevar a cabo el proyecto lumínico se ha realizado un estudio previo tanto de la cueva como del proyecto desarrollado, por el equipo anteriormente nombrado, con la finalidad de alcanzar la iluminación más idónea en relación a las ideas de proyecto.

Una vez conocidas las intenciones proyectuales sobre la arquitectura desarrollada en la cueva, se plantea el siguiente objetivo:

El objetivo principal es, como se ha mencionado anteriormente, trasladar las tendencias actuales de iluminación a la arquitectura excavada, adaptando la sistemática y metodología a la tipología de hotel-cueva.

Para alcanzar el objetivo se plantean unos principios que sirvan de base para la realización del proyecto lumínico:

- Se acotarán las zonas del proyecto permitiendo así un planteamiento tanto del conjunto como de las áreas pormenorizadas.
- Se plantearán dos tipos de iluminación, una de carácter general por estancias y otra de carácter específico para resaltar ciertos detalles de la arquitectura.
- Se elegirán luminarias que respeten, en todo momento, la arquitectura del hotel-cueva y su materialidad y construcción.
- Se elegirán lámparas acordes con los requisitos y ambientes que se pretenda.

No es objeto de este Trabajo final de grado el presupuesto del proyecto lumínico, puesto que siendo la iluminación de un hotel-excavado no se ha escatimado en él, dando prioridad a otros factores en la elección de las luminarias.



Figura 24: Plano de zonificación general y específica.

### 3.2. PLANO DE ZONIFICACIÓN

La iluminación del hotel-cueva adoptará un protagonismo diferente dependiendo de la zona en que se trabaje, por lo que es imprescindible acotar dichas zonas, ya desde un principio, con el fin de poder trabajarlas tanto en conjunto como independientemente tal y como se ha descrito en los objetivos del proyecto lumínico.

#### 3.2.1. ZONAS ESPECÍFICAS

- Bancada de la cocina
- Mesa de la cocina
- Chimenea
- Zona de sofás
- Huecos de paso
- Huecos del estudio
- Escritorio
- Espejo del baño
- Cabecero de la cama
- Vestidor del dormitorio
- Jardineras
- Mesa de exterior
- Escaleras exteriores
- Tiro exterior de la chimenea

### 3.3. ELECCIÓN DE LAMPARAS Y LUMINARIAS POR ZONAS

*Los parámetros que definen la calidad de una iluminación dependen de la finalidad de la misma, pero en todo caso han de responder a ciertas exigencias comunes como son las siguientes (García, 1999):*

- *Nivel de iluminación.*
- *Distribución de luminancias en el campo visual.*
- *Limitación del deslumbramiento.*
- *Modelado*
- *Color*
- *Estética*

En base a estas exigencias se han elegido diferentes tipos de lámparas y luminarias en función de cada zona. Con el fin de dar una sensación de confort se elige una iluminación cálida que invite a la relajación y al descanso.

El proceso de elección ha sido minucioso y muy detallado, en el que se han tenido en cuenta diversos factores, tanto estéticos como técnicos.

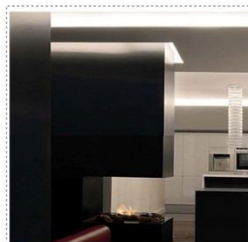
Son un total de 15 luminarias agrupadas por estancias (salón, cocina, estudio, dormitorio, baño y el espacio exterior) y todas ellas abogan por un diseño minimalista con la intención de no recargar en exceso el espacio de las estancias.

A continuación se exponen las fichas técnicas de las diferentes lámparas y luminarias escogidas para cada zona. En ellas aparecen sus características, datos técnicos, detalles de montaje en el hotel e imágenes.





Ai tuoi piedi laterale  
Iluminación ambiental



C2  
Chimenea



Sempreminimo  
Sofas



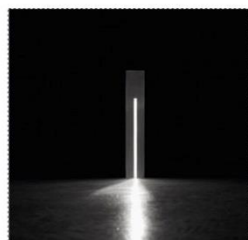
P2  
Bancada cocina



Skan  
Mesa cocina



Si gira tavolo  
Mesa estudio



Raggio  
Huecos y escalera



Droid  
Dormitorio



Toccamì parete  
Dormitorio



Bacchetta led  
Espejo baño



Fi 50  
Baño



Concrete 4  
Bancos exterior



16.64 Battiscopa  
Jardineras exterior



Grasshopper  
Tiro chimenea



Campanula  
Fachada

# ILUMINACIÓN AMBIENTAL\_L01

La iluminación ambiental del hotel-cueva se propone de forma que sea común para las diferentes estancias (salón, cocina, dormitorio y estudio).

Esta se configura para que bañe, desde su parte inferior hacia la superior, los paramentos verticales. Se trata de una iluminación de color blanco cálido con una temperatura de 3000 k, lo que favorece la sensación de confort.

La luminaria se integra perfectamente en la arquitectura del hotel, ya que se encuentra escondida bajo el pavimento y cuenta con un sistema específico que además permite el paso de instalaciones por todo el hotel siendo registrable en ciertos puntos.

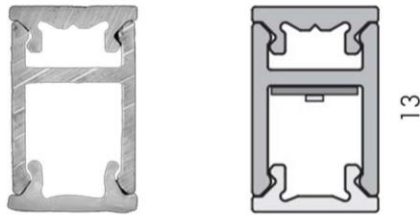


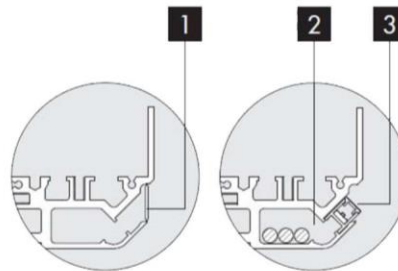
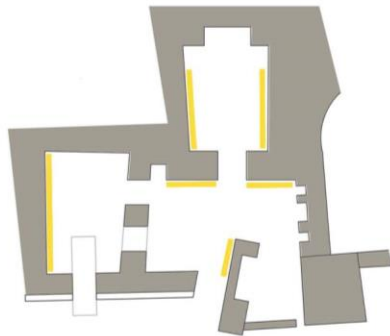
Figura 25: 13x8 (Viabizzuno)

8 \*cotas en mm



Figura 26: 13x8 instalado en Ai tuoi piedi laterale (Viabizzuno)

## Plano de situación

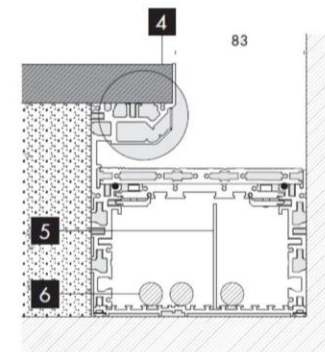


## Luminaria

Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	13x8 Vb6.204.21
Tipo de instalación	Plafón
Color	Plata opaco anodizado
Grado de protección IP	IP20
Emisión de luz	Difusa
Medidas (mm)	Tiras de 110x13x8
Material	Aluminio

## Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W/m)	11.80
Tª de color (K)	3000
Flujo luminoso (Lm/m)	386.36
Eficiencia lumínica (Lm/W)	32.74
Índice rojo saturado (Ra)	95
Tensión de alimentación (V)	24Vdc
Horas de vida (H)	50000



- 1 Lengüeta removible para alojar 13x8
- 2 Conducto para pasar cables del perfil 13x8
- 3 13x8
- 4 Pavimento (25mm de espesor máx)
- 5 Partición
- 6 Cables eléctricos

\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com



## ILUMINACIÓN CHIMENEA\_L02

La chimenea se concibe como el núcleo del hotel-cueva. Es el principal motivo por el que, aun sin estar encendida, es necesario que siga siendo percibida como la parte más importante.

Se decide utilizar una guía de leds en todo su perímetro que se enciendan en caso de no estar en uso la chimenea, para enfatizar, de esta forma, su importancia.

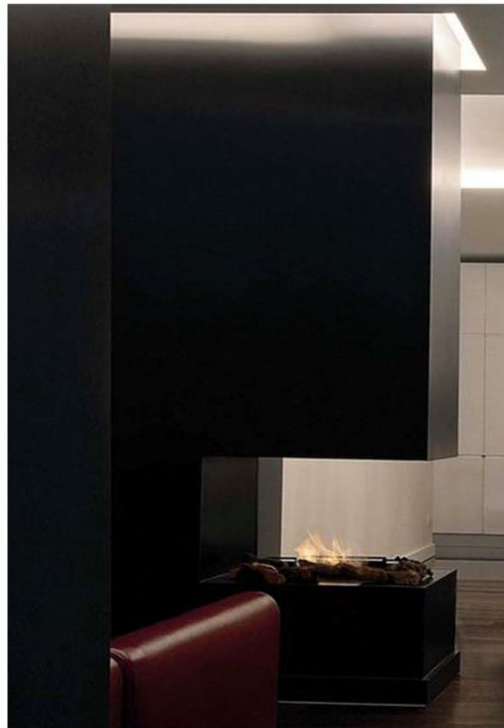
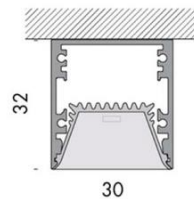
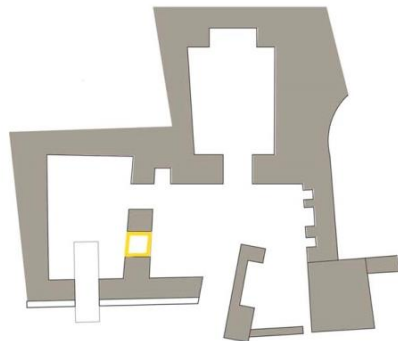


Figura 27: Iluminación lateral de la chimenea (Viabizzuno)

### Plano de situación



\*cotas en mm  
\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com

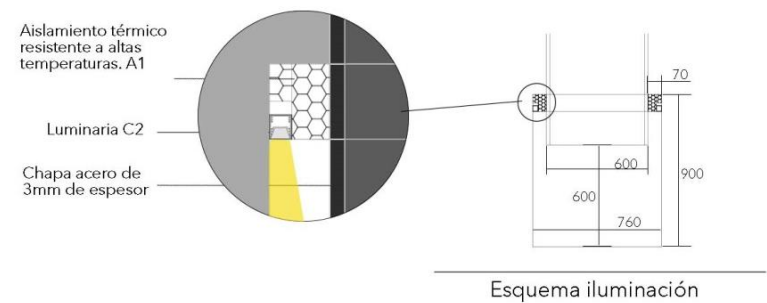
### Luminaria

Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	C2
Tipo de instalación	Plafón
Color	Barnizado gris
Grado de protección IP	IP68
Emisión de luz	Difusa
Medidas (mm)	Tiras de 600x32x30
Material	Aluminio

### Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W/m)	23.63
Tª de color (K)	3000
Flujo luminoso (Lm/m)	1578,78
Eficiencia luminosa (Lm/W)	66.84
Índice rojo saturado (Ra)	95
Tensión de alimentación (V)	24Vdc
Horas de vida (H)	Entre 30000 y 40000

29



# ILUMINACIÓN SOFÁS\_L03

La zona destinada a los sofás se interpreta como una zona polivalente por lo que se plantea una iluminación que se adapte a las necesidades de los huéspedes y siempre teniendo en cuenta su confort y bienestar, para un disfrute máximo de la estancia, ya sea para una plácida lectura como para ver la televisión.  
 Por este motivo se elige una luminaria que permita su adaptabilidad en función de su uso.



## Luminaria

Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	Sempreminimo
Tipo de instalación	Con base en tierra
Color	Negro
Grado de protección IP	IP20
Emisión de luz	Difusa
Medidas (mm)	1300-1500 Ø20
Material	Aluminio

## Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	10.8
Tª de color (K)	2700
Flujo luminoso (Lm)	1240
Eficiencia luminosa (Lm/W)	115
Índice rojo saturado (Ra)	98
Tensión mínima (V)	30.9
Horas de vida (H)	70000

## Plano de situación

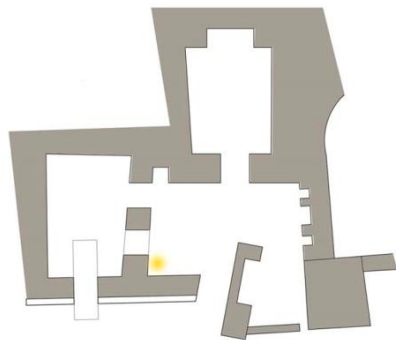
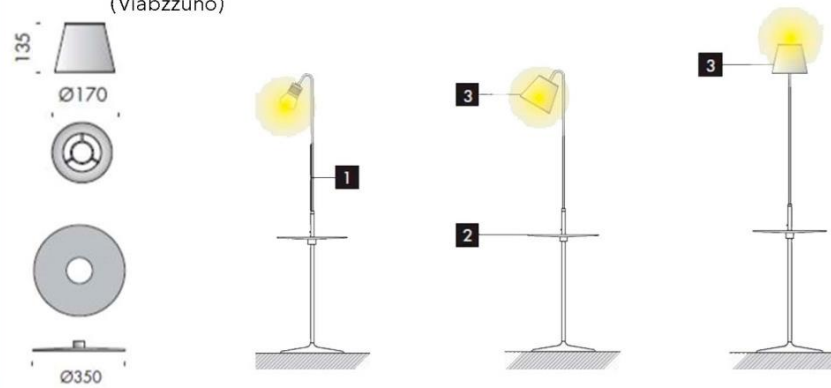


Figura 28: Luminaria de suelo (Viabizzuno)



- 1** Sempreminimo 01
- 2** Plano Ø350
- 3** Pantalla 170 en seta

\*cotas en mm  
 \* Detalles: Fuente Viabizzuno.com

# ILUMINACIÓN BANCADA\_L04

Para la iluminación de la bancada de cocina se emplean 5 lámparas de pared que emiten una luz directa que al juntarlas producen un iluminación uniforme en todo el plano de bancada, permitiendo realizar el trabajo de cocina en plenas condiciones visuales.

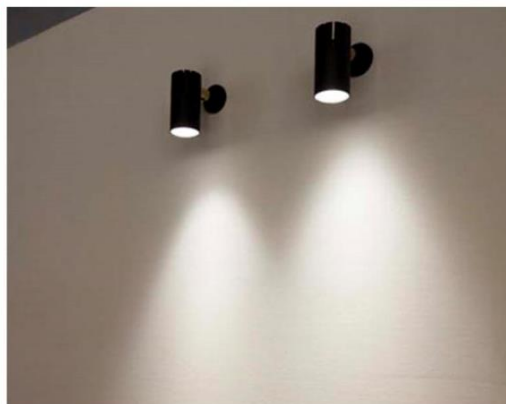


Figura 29: Luminarias instaladas en pared (Viabizzuno)

## Luminaria

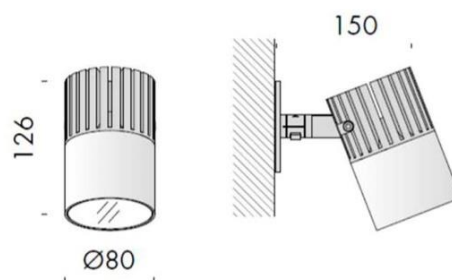
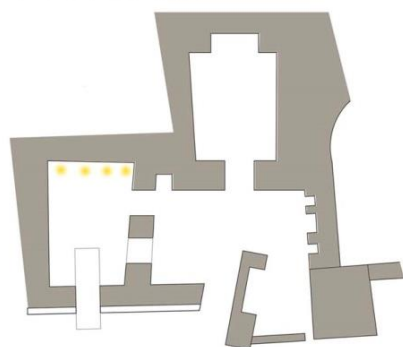
Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	P2
Tipo de instalación	Lampara de pared
Color	Barnizado negro
Grado de protección IP	IP65
Emisión de luz	Directa
Medidas (mm)	80x126x150
Material	Aluminiac

## Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	10
Tª de color (K)	3000
Flujo luminoso (Lm)	1250
Eficiencia luminosa (Lm/W)	--
Índice rojo saturado (Ra)	80
Tensión mínima (V)	29.5
Horas de vida (H)	30000

31

## Plano de situación



\*cotas en mm  
\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com



Esquema de iluminación

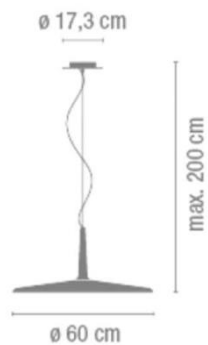
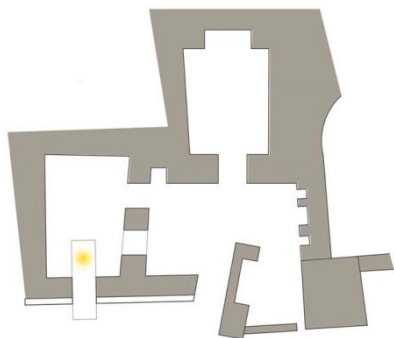
## ILUMINACIÓN MESA\_L05

Para la zona de la mesa de la cocina se plantea una iluminación neutra focalizada para conseguir una óptima iluminación que permita llevar a cabo diferentes actividades relacionadas con su uso.



Figura 30: Luminaria suspendida para mesa (ERCO)

Plano de situación



### Luminaria

Casa comercial	VIBIA
Nombre del producto	SKAN
Tipo de instalación	Techo suspendido
Color	NEGRO
Grado de protección IP	IP20
Emisión de luz	Difusa
Medidas (mm)	600 Ø600
Material	Aluminio

### Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	13.5
Tª de color (K)	2700
Flujo luminoso (Lm)	1380
Eficiencia luminosa (Lm/W)	106
Índice rojo saturado (Ra)	80
Tensión de alimentación (V)	100-240V
Horas de vida (H)	--

\* Detalles: Fuente VIBIA.com

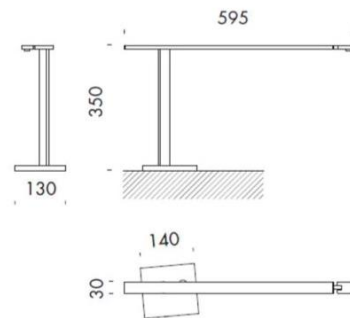
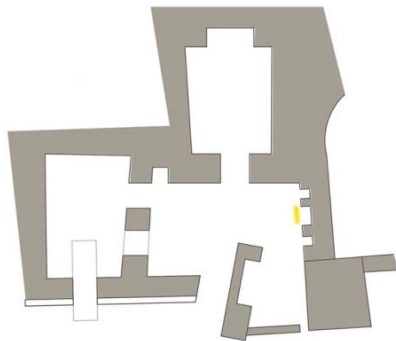
## ILUMINACIÓN DE TRABAJO\_L06

Sobre la mesa del estudio se coloca una lámpara de mesa que permite, por un lado, enfocar con una luz difusa nuestra zona de trabajo en la mesa. Por otro lado permite enfocar directamente a algún objeto o trabajo que tengamos a escasa distancia, ya que la parte final de la luminaria se gira consiguiendo de esta forma el movimiento deseado.



Figura 31: Luminaria de mesa para trabajo (Viabizzuno)

### Plano de situación



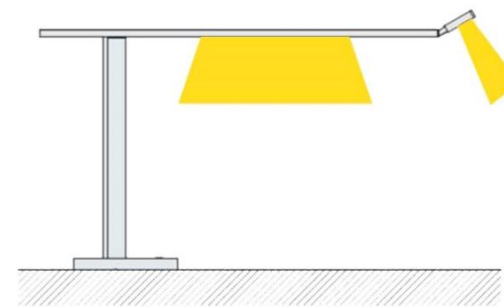
\*cotas en mm  
\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com

### Luminaria

Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	Si gira tavolo
Tipo de instalación	--
Color	Negro
Grado de protección IP	IP20
Emisión de luz	Directa, orientable
Medidas (mm)	1350 V 1538H
Material	Aluminio

### Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	3
Tª de color (K)	3000
Flujo luminoso (Lm)	--
Eficiencia luminosa (Lm/W)	--
Índice rojo saturado (Ra)	90
Tensión mínima (V)	--
Horas de vida (H)	60000



Esquema de iluminación



# ILUMINACIÓN DE HUECOS Y ESCALERA\_L07

Tanto los huecos de acceso a las distintas estancias como los de la pared del estudio, se iluminan con una luz tenue con la finalidad de dar contraste a la pared. Estas luminarias permiten su alumbramiento hacia el interior de los huecos, con un ángulo de 7,5°, evitando de esta forma el deslumbramiento de los huespedes.

Del mismo modo, y empleando la misma luminaria, se iluminarán las escaleras exteriores de acceso a la cubierta.

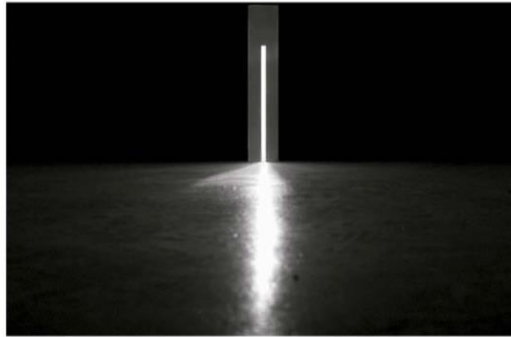
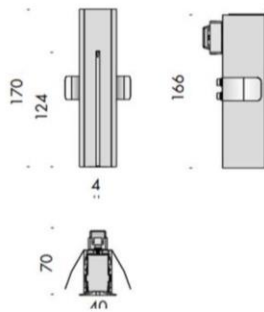
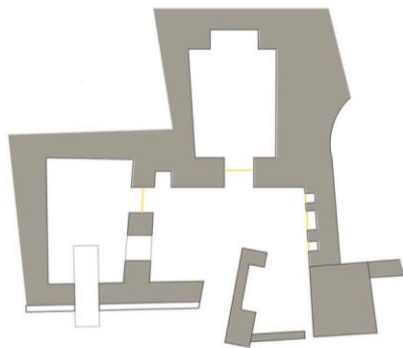


Figura 32: Luminaria en rasgado de pared (Viabizzuno)



Figura 33: Luminaria en rasgado de pared (Viabizzuno)

## Plano de situación



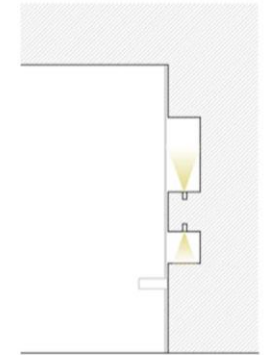
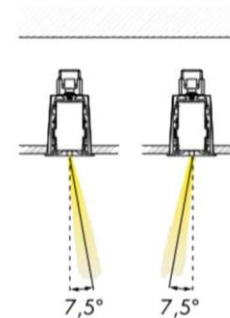
\*cotas en mm  
\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com

## Luminaria

Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	Raggio incasso
Tipo de instalación	Empotrado
Modelo	Led blanco
Color	Barnizado blanco
Grado de protección IP	IP20
Emisión de luz	Difusa
Medidas (mm)	170x70x40
Material	Aluminio

## Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	1/2
Tª de color (K)	3000
Flujo luminoso (Lm)	80
Eficiencia luminosa (Lm/W)	80
Índice rojo saturado (Ra)	90
Tensión mínima (V)	--
Horas de vida (H)	60000



Esquema de iluminación

## ILUMINACIÓN VESTIDOR\_L08

Para el vestidor del dormitorio se decide por unas luminarias empotradas regulables que permitan iluminar tanto las prendas como al usuario.

Estas se ubican en el interior del armario y con cierto grado de inclinación hacia el exterior proporcionando una iluminación tamizada e indirecta en la estancia.



Figura 34: Luminaria empotrable (Viabizzuno)

### Luminaria

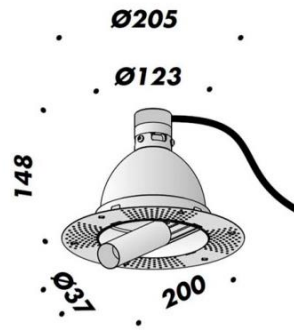
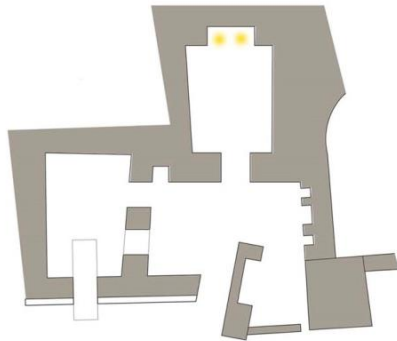
Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	Droid A6.572.42
Tipo de instalación	Empotrado techo
Color	Negro
Grado de protección IP	IP20
Emisión de luz	Regulable
Medidas (mm)	123x123x150
Material	Aluminio

### Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	17
Tª de color (K)	3000
Flujo luminoso (Lm)	1600
Eficiencia luminosa (Lm/W)	100-95
Índice rojo saturado (Ra)	31
Tensión de alimentación (V)	--
Horas de vida (H)	40000

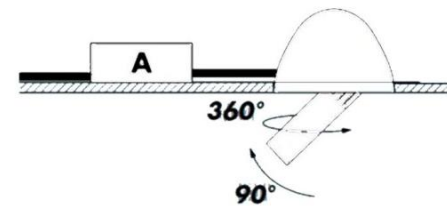
35

### Plano de situación



\*cotas en mm

\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com



Grados de rotación

## ILUMINACIÓN CABECERO\_L09

Se plantea una iluminación neutra de lectura para el cabecero de la cama sin la necesidad de interruptores. Se decide por una pequeña lámpara adaptable que se enciende y apaga con solo tocar su base.



Figura 35: Luminaria de pared para el cabecero (Viabizzuno)



Figura 36: Luminaria de pared para el cabecero (Viabizzuno)

### Luminaria

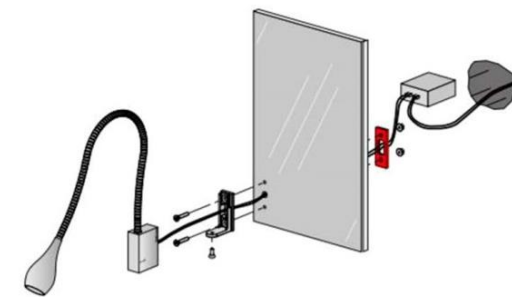
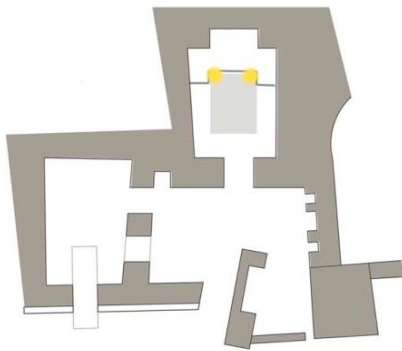
Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	Toccamì parete
Tipo de instalación	Pared
Color	Negro
Grado de protección IP	IP40
Emisión de luz	Regulable
Medidas (mm)	29x40x310
Material	Aluminio

### Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	1
T° de color (K)	4200
Flujo luminoso (Lm)	92
Eficiencia luminosa (Lm/W)	--
Índice rojo saturado (Ra)	85
Tensión de alimentación (V)	12Vdc
Horas de vida (H)	30000

36

### Plano de situación



Fijación sobre sup. de madera

\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com



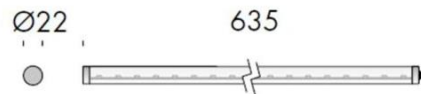
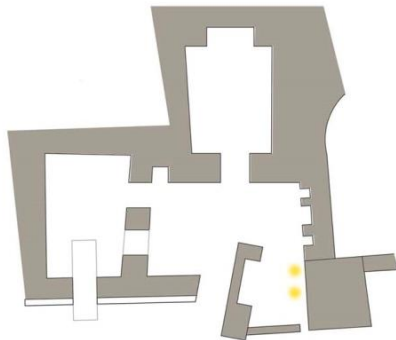
## ILUMINACIÓN ESPEJO BAÑO\_L10

Se utilizan dos cuerpos de luz difusa para la iluminación de la zona del espejo del baño. Estos proporcionan una luz cálida sobre nuestros rostros y permiten perfectamente su reflejo en el espejo del baño.



Figura 37: Luminaria de pared para espejo del baño (Viabizzuno)

Plano de situación



\*cotas en mm  
\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com

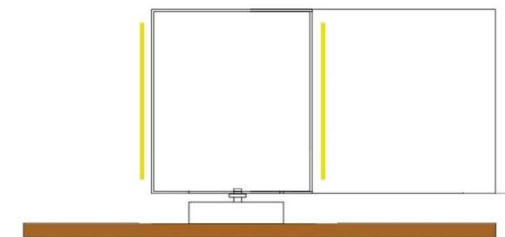
### Luminaria

Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	Bacchetta led
Tipo de instalación	Lampara de pared
Color	PLata
Grado de protección IP	IP67
Emisión de luz	Difusa
Medidas (mm)	935 mm Ø22
Material	Aluminio

### Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	13.5
Tª de color (K)	3000
Flujo luminoso (Lm)	928
Eficiencia luminosa (Lm/W)	68.7
Índice rojo saturado (Ra)	85
Tensión de alimentación (V)	24Vdc
Horas de vida (H)	30000

37



Esquema iluminación

# ILUMINACIÓN BAÑO\_L11

Para la iluminación del baño se utiliza un tubo de led colocado en la parte superior del mueble del baño lo que permite esconder la luminaria y crear una luz indirecta en toda la estancia.

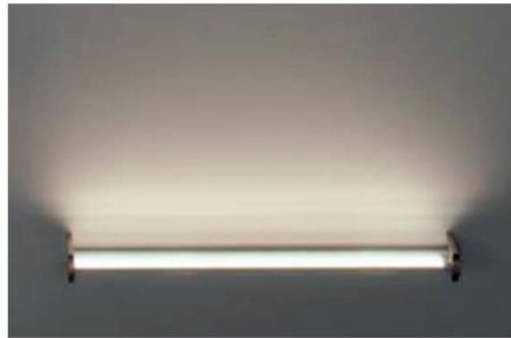


Figura 38: Luminaria en forma de tubo (Viabizzuno)



Figura 39: Ejemplo de utilización de la luminaria (Viabizzuno)

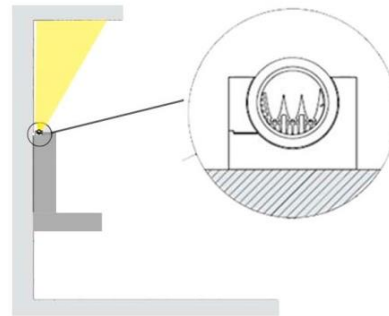
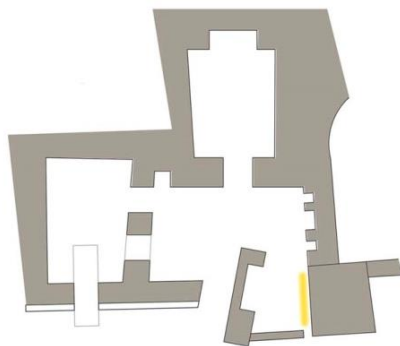
## Luminaria

Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	Fi 50
Tipo de instalación	Lampara de pared
Color	--
Grado de protección IP	IP67
Emisión de luz	Difusa
Medidas (mm)	63x1272x63
Material	Aluminio anodizado

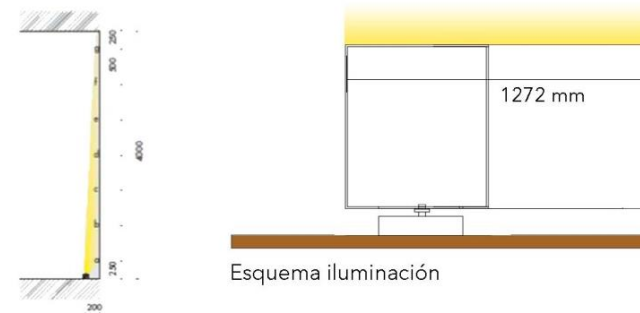
## Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	3 x 19
Tª de color (K)	3000
Flujo luminoso (Lm)	2900
Eficiencia luminosa (Lm/W)	51
Índice rojo saturado (Ra)	95
Tensión de alimentación (V)	24Vdc
Horas de vida (H)	30000

## Plano de situación



\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com



	a	b	c	d	e	f	g
1.1472mm 3x22W	350	355	115	48	29	16	10

Valor en luxes

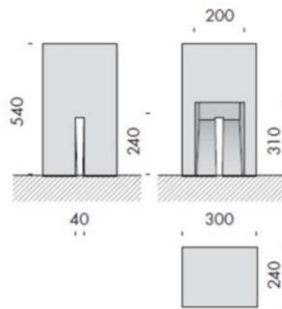
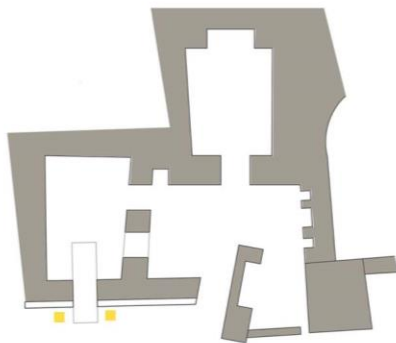
## ILUMINACIÓN BANCOS\_L12

Para la bancada que se prolonga desde la ventana de la cocina, se utilizan unos bancos específicos que llevan incorporado un sistema de iluminación, mediante 1 halógeno. Este va instalado mediante una placa con tirafondos, permitiendo de este modo acoplarlo en la parte interna de la pieza de hormigón.



Figura 40: Banco de exterior con iluminación interior (Viabizzuno)

### Plano de situación



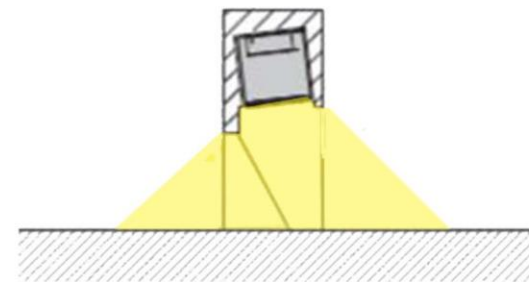
\*cotas en mm  
\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com

### Luminaria

Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	Concrete-downlighter
Tipo de instalación	Placa con tirafondos
Color	Plata
Grado de protección IP	IP55
Emisión de luz	Difusa
Medidas (mm)	240x300x540
Material	Acero galvanizado

### Lámpara

Tipo de producto	Halogenuro metal
Potencia (W)	70
Tª de color (K)	2800
Flujo luminoso (Lm)	1200
Eficiencia luminosa (Lm/W)	17.1
Índice rojo saturado (Ra)	100
Tensión mínima (V)	--
Horas de vida (H)	10000



Esquema iluminación

# ILUMINACIÓN JARDINERAS\_L13

Para la iluminación exterior se propone una tira led, colocada en las jardineras, que bañe la vegetación existente en ellas.

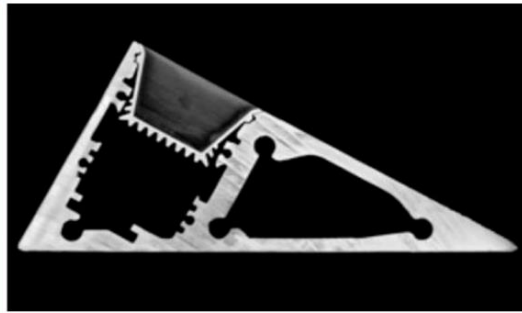
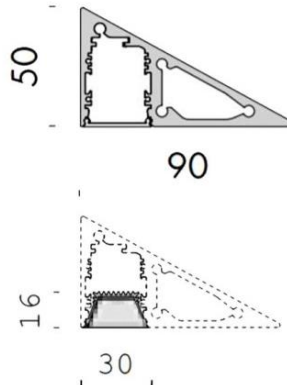
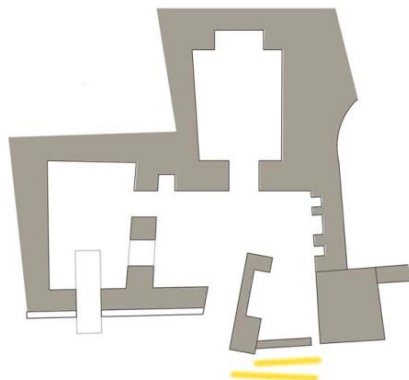


Figura 41: 16.64 battiscopa perfil



Figura 42: 16.64 battiscopa en uso de interior

Plano de situación

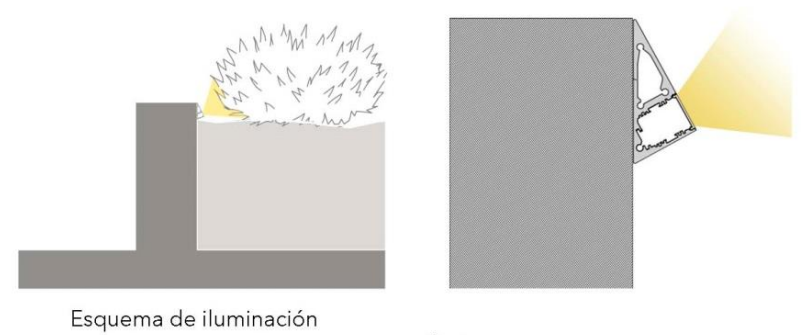


## Luminaria

Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	16.64 battiscopa
Tipo de instalación	Lámpara de exterior
Color	Plata
Grado de protección IP	IP68
Emisión de luz	Difusa
Medidas (mm)	Tiras de 90x50x3010
Material	Aluminio

## Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	5
Tª de color (K)	3000
Flujo luminoso (Lm)	355
Eficiencia luminosa (Lm/W)	74
Índice rojo saturado (Ra)	85
Tensión de alimentación (V)	24Vdc
Horas de vida (H)	Entre 30000 y 40000
Medidas (mm)	Tiras de 30x15x510



\*cotas en mm  
\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com



# ILUMINACIÓN EXTERIOR CHIMENEA\_L14

Para la iluminación exterior de la chimenea se proponen las luminarias Grasshopper para ser instaladas en el suelo, de modo que iluminen desde la base de la chimenea hasta su extremo.

Estas se colocan en 3 puntos alrededor de la chimenea. El primero de ellos baña dos lados mientras que las otras dos luminarias iluminan de frente la chimenea.

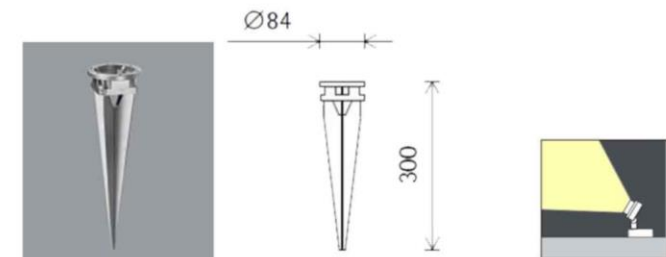
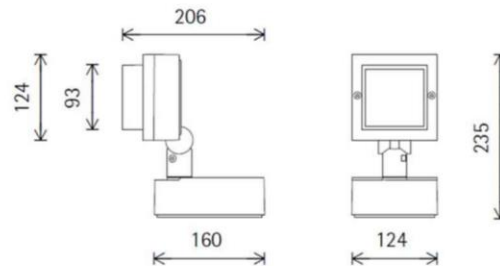
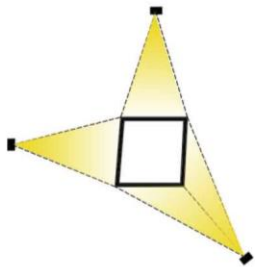


Figura 43: Grasshopper para exteriores



Figura 44: Grasshopper para exteriores

Plano situación cubierta



\*cotas en mm  
\* Detalles: Fuente Erco.com

## Luminaria

Casa comercial	Erco
Nombre del producto	Grasshopper Bañador
Tipo de instalación	Con acople para tierra
Color	Plata
Grado de protección IP	IP65
Emisión de luz	Directa
Medidas (mm)	206x124x235
Material	Aluminio

## Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	15
Tª de color (K)	3000
Flujo luminoso (Lm)	960
Eficiencia luminosa (Lm/W)	64
Índice rojo saturado (Ra)	--
Tensión de alimentación (V)	--
Horas de vida (H)	50000

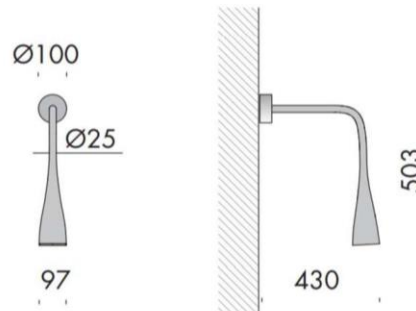
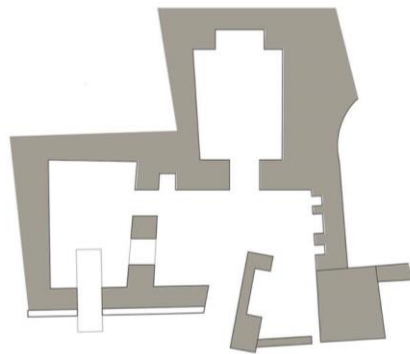
# ILUMINACIÓN FACHADA\_L15

Para la iluminación exterior de la chimenea se proponen las luminarias P2, ya utilizadas anteriormente, con su variante para ser instaladas en el suelo de modo, que iluminen desde la base la parte exterior del tiro de la chimenea.



Figura 45: Campanula parete en fachada (Viabizzuno)

Plano de situación



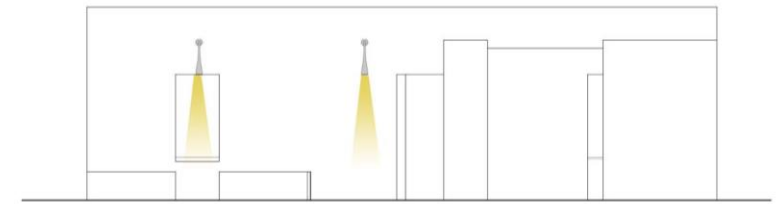
\*cotas en mm  
\* Detalles: Fuente Viabizzuno.com

## Luminaria

Casa comercial	Viabizzuno
Nombre del producto	Campanula parete
Tipo de instalación	Pared
Color	Negro
Grado de protección IP	IP44
Emisión de luz	Directa
Medidas (mm)	206x124x235
Material	Fusión de aluminio

## Lámpara

Tipo de producto	Led
Potencia (W)	8
Tª de color (K)	3000
Flujo luminoso (Lm)	813
Eficiencia luminosa (Lm/W)	8.1
Índice rojo saturado (Ra)	90
Tensión de alimentación (V)	24Vdc
Horas de vida (H)	50000



Esquema de iluminación

## **4. METODOLOGÍA DEL CÁLCULO.**

- 4.1. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN AMBIENTAL POR EL MÉTODO DE LOS LUMENES
- 4.2. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN POR EL MÉTODO DEL PUNTO POR PUNTO
- 4.3. CUMPLIMIENTO DEL CTE HE-3

#### 4.1. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN AMBIENTAL POR EL MÉTODO DE LOS LÚMENES

El cálculo de la iluminación mediante el método de los lúmenes es una forma muy práctica y sencilla para calcular el nivel medio de la iluminancia en una instalación de alumbrado general. Este proporciona una iluminancia media con un error de  $\pm 5\%$  y nos da una idea muy aproximada de las necesidades de iluminación.

En este caso, este cálculo, se realiza solamente de la zona de la bancada de la cocina y mediante el programa DIALUXevo, cuyo cálculo se adjunta en el Anexo 1.

#### 4.2. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN POR EL MÉTODO DEL PUNTO POR PUNTO

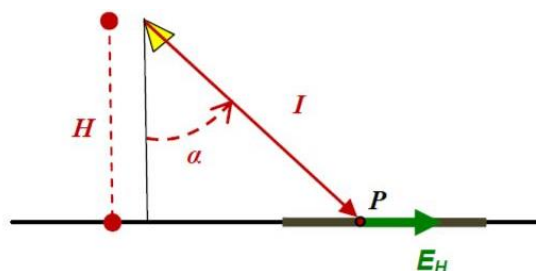
En este apartado se comprueban los niveles de iluminación que se generan sobre un plano horizontal, como es la mesa de la cocina y en un plano vertical, como es el fuste exterior de la chimenea.

##### 4.2.1. MESA DE COCINA. CÁLCULO EN UNA SUPERFICIE HORIZONTAL

Se ha seguido la metodología tal y como se describe en el artículo docente Cálculo de la iluminación por el método del punto por punto (Castilla et al, 2010). El método del punto por punto se utiliza cuando se desean conocer los valores de la iluminancia en un punto en concreto sobre un plano horizontal. En nuestro caso deseamos conocer los valores que se obtienen en la zona de la mesa de la cocina. El desarrollo completo se adjunta en el anexo 2.



En este caso queremos obtener los valores sobre un plano de trabajo horizontal de modo que la fórmula a emplear es la siguiente:  
 Donde:



En el plano horizontal

$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{H^2}$$

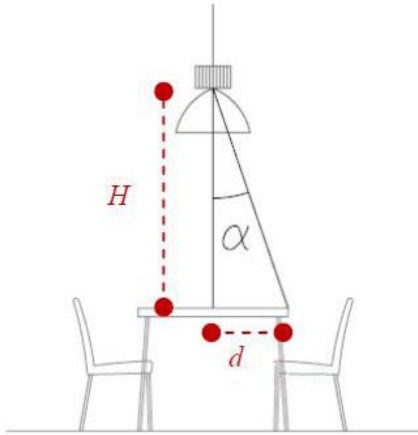
Figura 46: Procedimiento del cálculo  
 (Castilla et al, 2010)

- $E_H$  = nivel de iluminación en un punto de una superficie horizontal (en LUX)
- $I$  = intensidad de flujo luminoso según la dirección del punto a la fuente. Puede obtenerse de los diagramas polares de la luminaria o de la matriz de intensidades que generalmente proporciona el fabricante de luminarias (en candelas)
- $\alpha$  = Ángulo formado por el rayo luminoso y la vertical que pasa por la luminaria
- $H$  = Altura del plano de trabajo a la lámpara (en m)

Los pasos a seguir para el cálculo son los siguientes:

- Determinar  $\alpha$ .
- Determinar  $I$
- Determinar  $E_H$ (en LUX).
- Comprobación.

## DETERMINAR $\alpha$



Donde:

$H$  = altura del plano de trabajo a la lámpara

$d$  = distancia desde el centro de la mesa a su extremo

$$\cdot \text{Tang } \alpha = \frac{d}{H}$$

46

Figura 47: Cálculo del ángulo  $\alpha$   
(Castilla et al, 2010)

## DETERMINAR $I$

Para determinar la intensidad de flujo luminoso según la dirección del punto a la fuente es necesario consultar la curva fotométrica o curva de distribución luminosa que ha proporcionado el fabricante.

Una vez localizadas la curva fotométrica se introduce el ángulo  $\alpha$  en el gráfico y trazando una línea desde el centro del mismo observamos que corta la curva de la luminaria en un punto.

Dicho punto, trasladado a la línea central, nos da el valor de la intensidad en el gráfico ( $I_{\text{gráfico}}$ ) expresada en cd/klm. Se conoce que 1klm = 1.000 lúmenes por lo tanto con una regla de tres se calcula la  $I_{\text{real}}$ .

DETERMINAR  $E_H$

Para el cálculo de  $E_H$  utilizamos la fórmula descrita anteriormente:

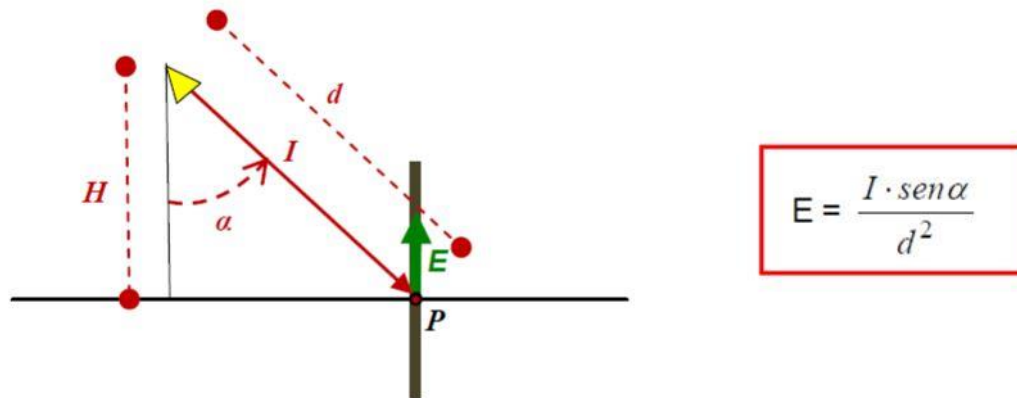
$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{H^2}$$

Una vez realizada la operación se comprobará el resultado afirmando que se obtenga un nivel de iluminación adecuado. Cuyo cálculo se adjunta en el Anexo 2.

#### 4.2.2. FUSTE EXTERIOR DE LA CHIMENEA. CÁLCULO EN UNA SUPERFICIE VERTICAL

Se ha seguido la metodología tal y como se describe en el artículo docente Cálculo de la iluminación en un punto situado en una superficie vertical (Castilla et al, 2011). Este método se utiliza cuando se desean conocer los valores de la iluminancia en un punto en concreto sobre un plano vertical. En nuestro caso deseamos conocer los valores que se obtienen en la zona de la mesa de la cocina. El desarrollo completo se adjunta en el anexo 3

En el caso del fuste de la chimenea se trata de conocer el nivel de iluminación sobre un plano vertical por lo tanto el procedimiento será el siguiente:



$$E = \frac{I \cdot \text{sen} \alpha}{d^2}$$

Figura 48: Procedimiento del cálculo  
(Castilla et al, 2011)

Donde:

$E_H$	=	nivel de iluminación en un punto de una superficie horizontal (en LUX)
$I$	=	intensidad de flujo luminoso según la dirección del punto a la fuente. Puede obtenerse de los diagramas polares de la luminaria o de la matriz de intensidades que generalmente proporciona el fabricante de luminarias (en candelas)
$\alpha$	=	ángulo formado por el rayo luminoso y la vertical que pasa por la luminaria
$H$	=	altura del plano de trabajo a la lámpara (en m)
$D$	=	distancia de la lámpara al punto

Los pasos para el cálculo del nivel de iluminación en plano vertical son los siguientes:

- Calcular la distancia  $e$  de la pared al punto de colocación de la luminaria.
- Determinar el valor de  $\alpha$ .
- Determinar la distancia  $d$  al centro de la chimenea (metros)
- Determinar  $E$ , nivel de iluminación (en LUX).
- Comprobación

DETERMINAR  $e$

$$\cdot \text{Tang } \alpha = \frac{e}{H}$$

- $\alpha_1$  = ángulo desde la base hasta el centro del tiro de la chimenea
- $\alpha_2$  = ángulo desde la base hasta el extremo más lejos del tiro de la chimenea

Despejando esta ecuación podemos obtener  $e$

### DETERMINAR $\alpha$

El ángulo  $\alpha$  ya lo hemos sacado anteriormente, conociendo la altura del punto a determinar el nivel de iluminación y al colocar la luminaria a una distancia determinada.

### DETERMINAR $I$

Para establecer el valor de  $I$  se han buscado los siguientes datos en el catálogo proporcionado por la marca comercial:

- El tipo de lámpara que admite la luminaria
- El flujo luminoso que tiene la lámpara
- La curva fotométrica o curva de distribución luminosa

Una vez obtenidos estos datos se calcula la intensidad máxima que tenemos en el centro del tiro de la chimenea.

### DETERMINAR $d$

La distancia  $d_1$  y  $d_2$  se determinan mediante trigonometría y sustituyendo los datos ya conocidos en la siguiente ecuación:

$$d = \frac{H}{\cos \alpha}$$

### DETERMINAR $E$

Como ya poseemos todos los valores de la ecuación 1, sustituimos en ella para averiguar el Nivel de iluminación en un punto de una superficie vertical expresándolo en LUX.

$$E = \frac{I \cdot \sin \alpha}{d^2}$$

Una vez obtenido  $E$  comprobamos que el nivel de iluminación que hemos obtenido en ambos puntos de la chimenea es el apropiado.

Cuyo cálculo se adjunta en el Anexo 3.



### 4.3. CUMPLIMIENTO DEL CTE HE-3

Este proyecto de iluminación es equiparable a la iluminación de una habitación privada de hotel, por lo tanto no es exigible un valor del control del deslumbramiento, siempre estando dentro de unos valores razonables.

Para el cumplimiento del Código técnico de la Edificación en este proyecto lumínico, solamente es necesario realizar la comprobación de la potencia máxima de iluminación, tanto para cada estancia como el conjunto de ellas, y el cumplimiento de la eficiencia energética de la instalación. Cuyo cumplimiento se adjuntan en el anexo 4.

A continuación se exponen las tablas del Código Técnico de la Edificación

#### 4.3.1. POTENCIA INSTALADA

La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de *lámparas y equipos auxiliares*, no superará los valores especificados en la tabla 2.2. del *CTE BD HE-3 Ahorro de energía*. En el anexo 4 se justifica el cumplimiento de los cálculos realizados.

**Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación**

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m <sup>2</sup> ]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

En nuestro caso, Residencial público, la potencia máxima instalada del conjunto no deberá ser superior a 12 W/m<sup>2</sup>

Figura 49: Tabla 2.2. Potencia máxima de iluminación  
(CTE BD HE-3 Ahorro de energía)

#### 4.3.3 VALOR DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN.

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.1. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento. En el anexo 4 se justifica el cumplimiento de los cálculos realizados.

**Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación**

<b>Zonas de actividad diferenciada</b>	<b>VEEI límite</b>
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes <sup>(4)</sup>	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos <sup>(5)</sup>	4,0
estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(9)</sup>	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

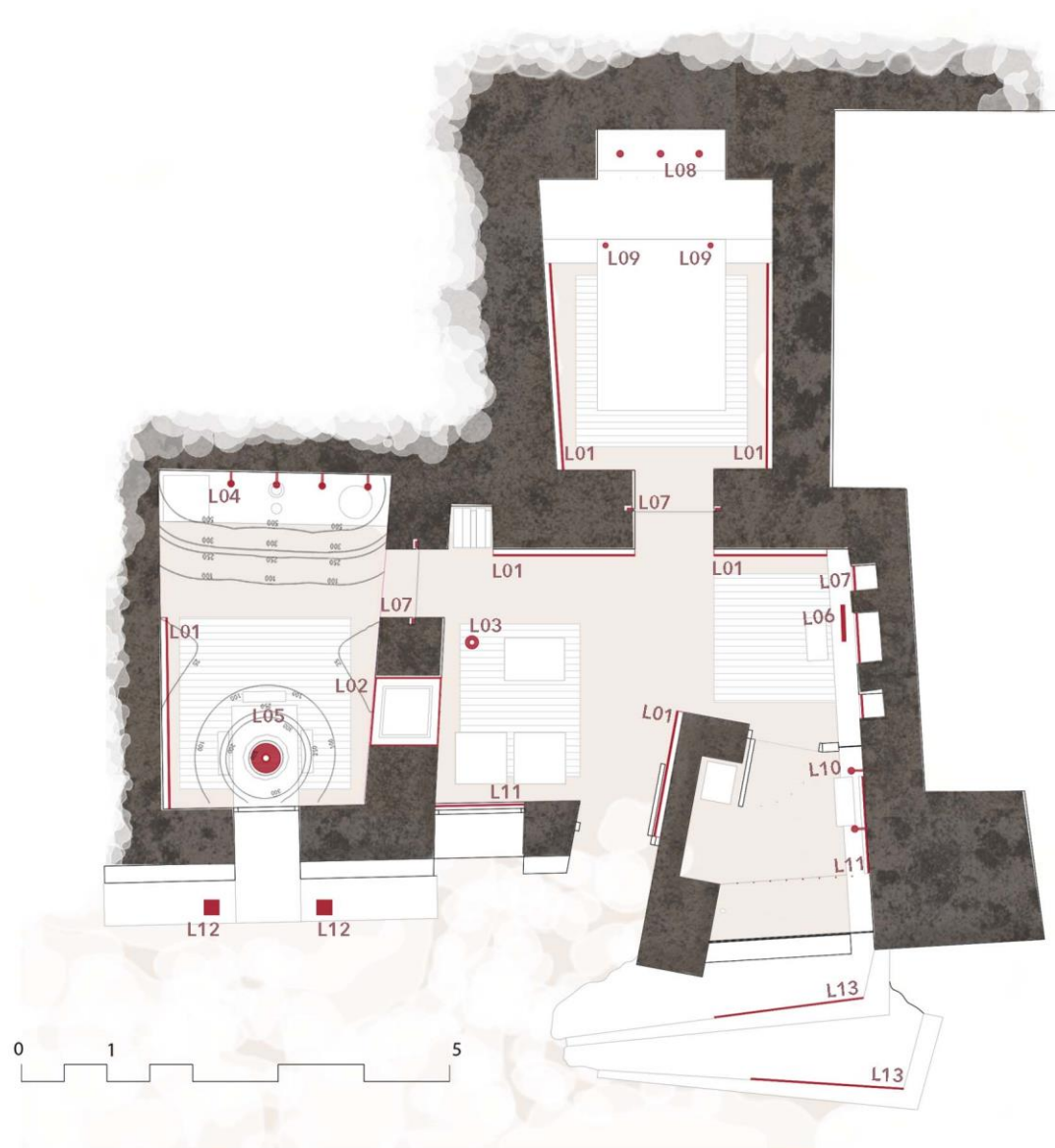
En nuestro caso, Habitaciones de hoteles, el VEEI no deberá ser superior a 8.0 W/m<sup>2</sup>.

Figura 50: Tabla 2.1. Valores límite de eficiencia energética de la instalación.  
(CTE BD HE-3 Ahorro de energía)

## **5. PLANOS DE LAMPARAS Y LUMINARIAS, DETALLES, SECCIONES E IMAGEN 3D.**

- 5.1. PLANO DE LUMINARIAS
- 5.2. PLANO ACOTADO DE LUMINARIAS
- 5.3. PLANO ACOTADO DE CUBIERTA
- 5.4. PLANO PASO DE INSTALACIONES
- 5.5. PLANO ELECTRO FUNCIONAL
- 5.6. DETALLE DE PASO DE INSTALACIONES
  - 5.7. ALZADO Y SECCIONES
  - 5.8. IMAGEN 3D

## 5.1. PLANO DE LUMINARIAS



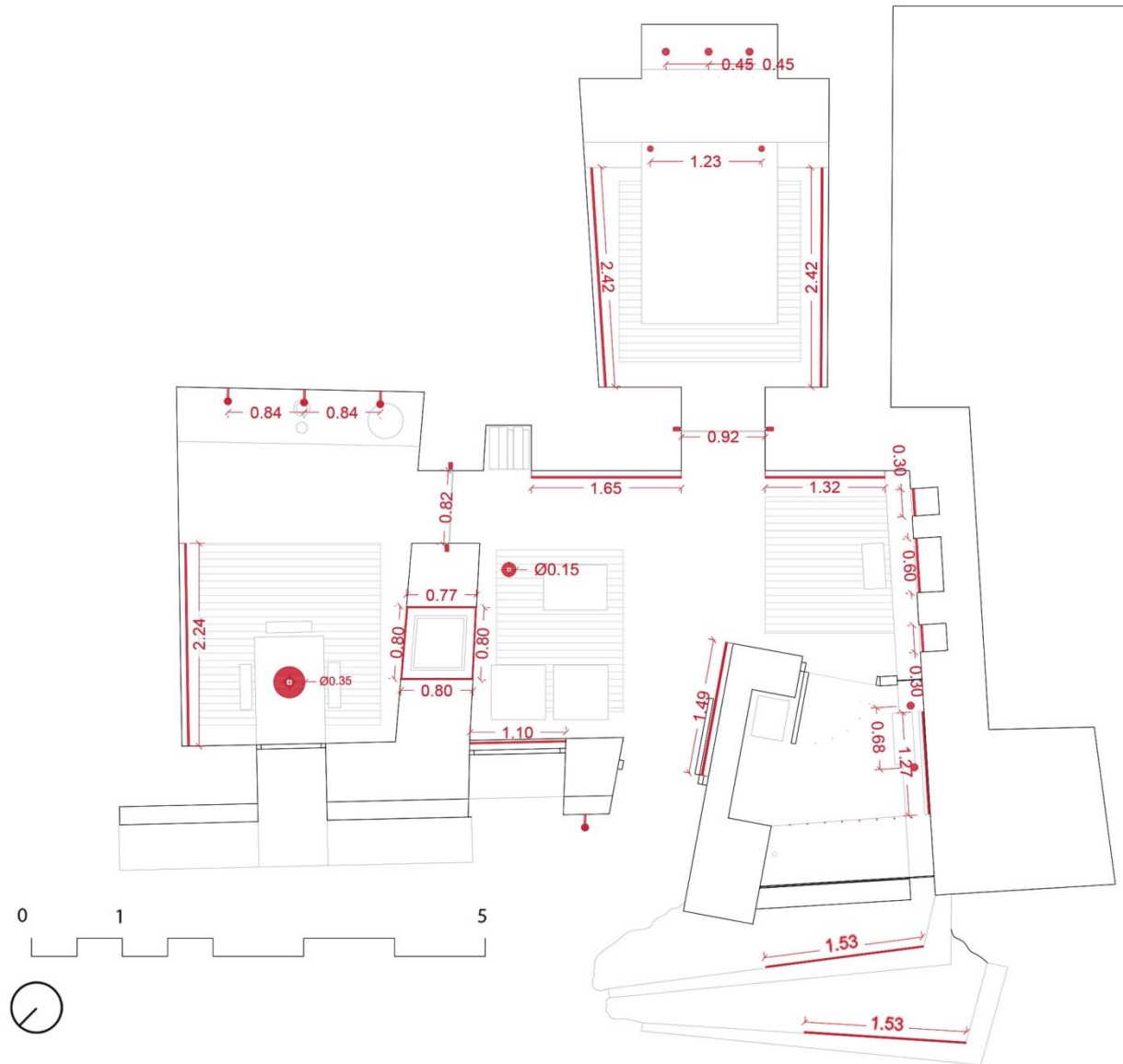
### LEYENDA\_LUMINARIAS

L01\_13x8 enterrado  
 L02\_C2 empotrado  
 L03\_Sempreminimo  
 sobre suelo  
 L04\_P2 de pared  
 L05\_Biblio suspensioe  
 led  
 L06\_Si gira tavolo

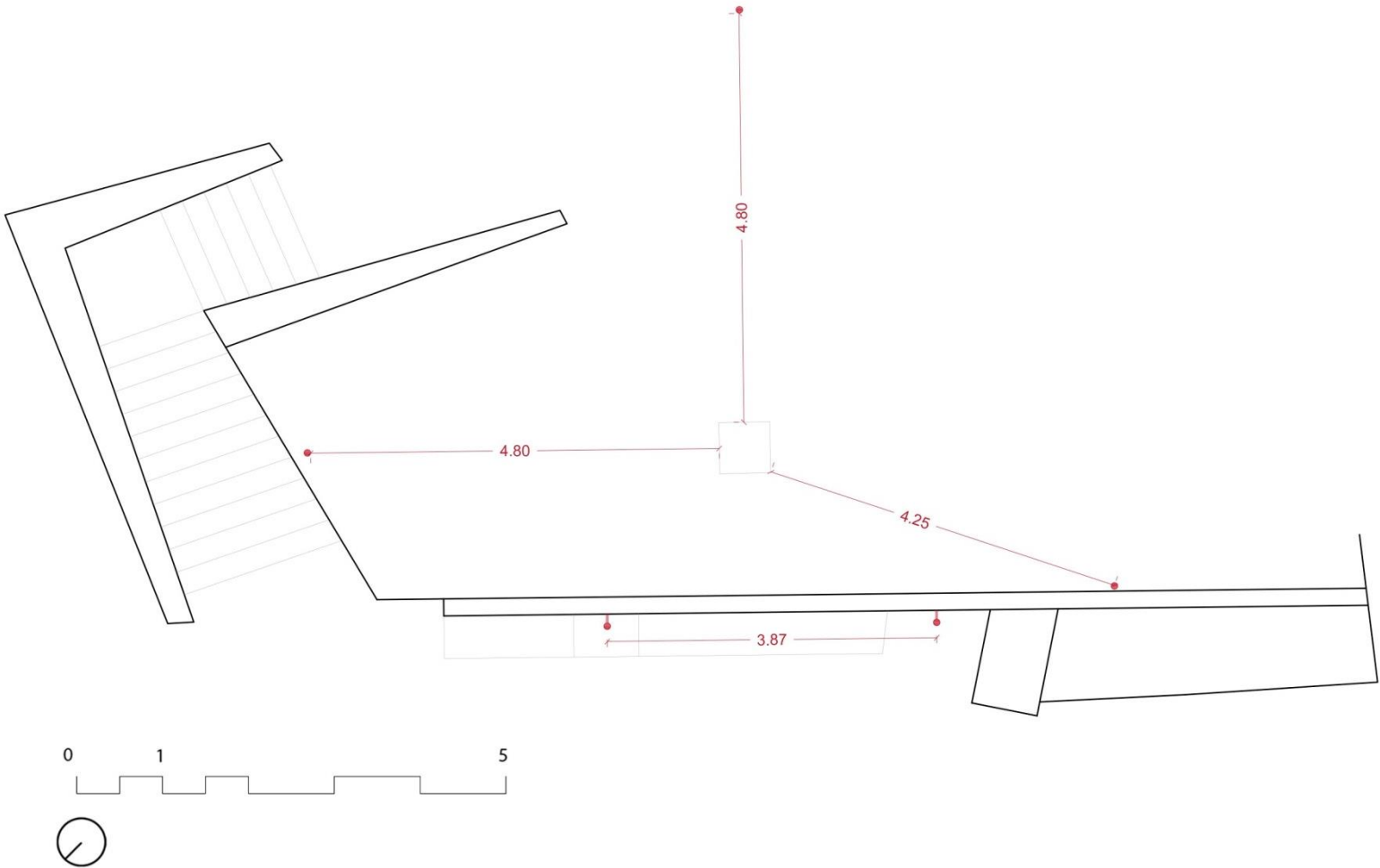
L07\_Raggio incasso  
 L08\_Doird empotrado  
 L09\_Toccam pared  
 L10\_P2 de pared  
 L11\_Fi 50  
 L12\_Bancos exterior  
 L13\_16.64 battiscopa

## 5.2. PLANO ACOTADO DE LUMINARIAS

54



5.3. PLANO ACOTADO DE CUBIERTA





5.4. PLANO ELECTRO FUNCIONAL

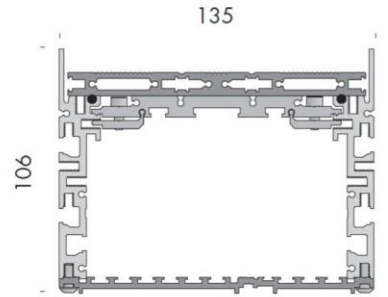


5.5. PLANO PASO DE INSTALACIONES

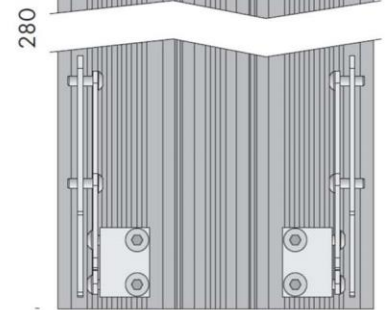
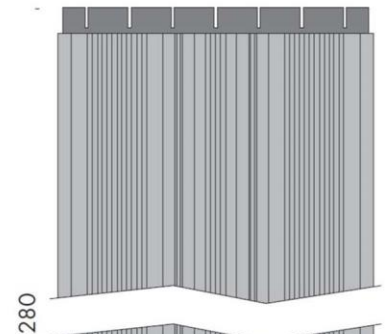


## 5.6. DETALLE DE PASO DE INSTALACIONES

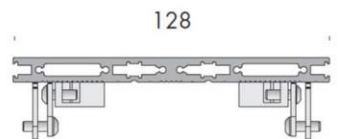
### 5.6.1. Ai tuoi piedi centrale



Sección



Planta



Tapa

\*cotas en mm



PLANO PASO DE INSTALACIONES

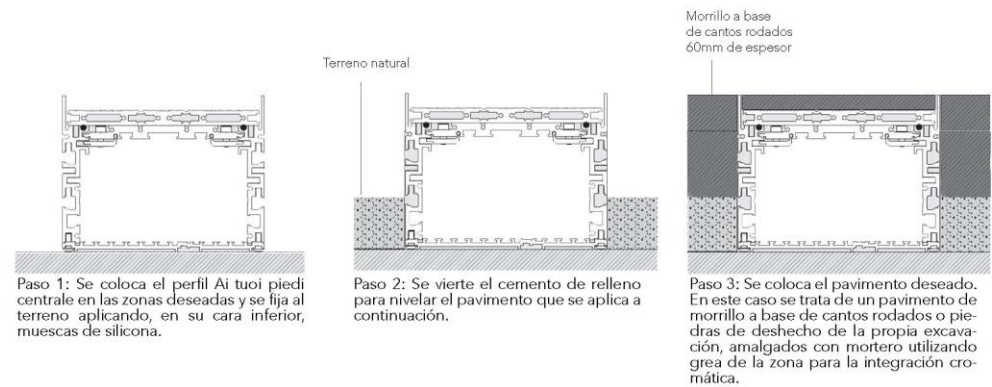
LEYENDA\_

■ Ai tuoi piedi centrale

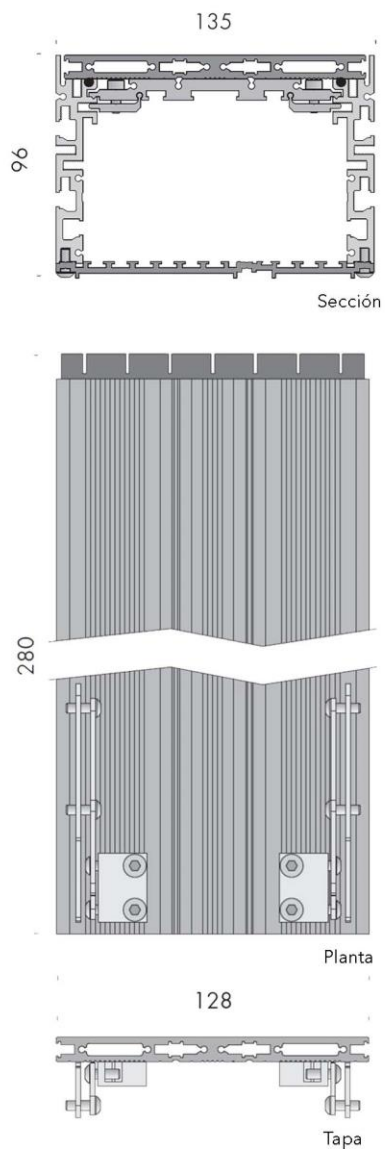


Figura 51: Ai tuoi piedi centrale

Ejemplo de montaje:



## 5.6.2. Ai tuoi piedi centrale, registrable

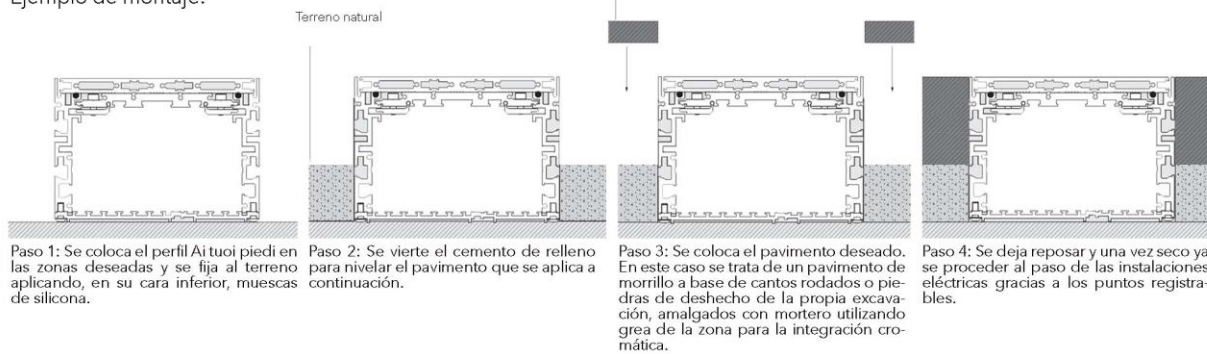


\*cotas en mm



Figura 52: Ai tuoi piedi centrale, registrable

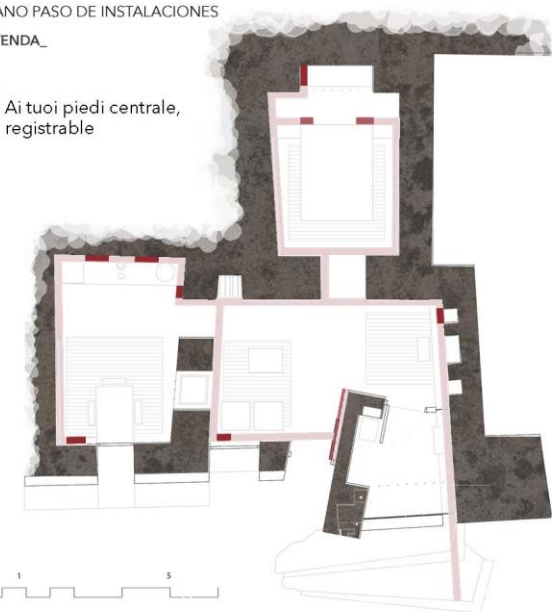
Ejemplo de montaje:



PLANO PASO DE INSTALACIONES

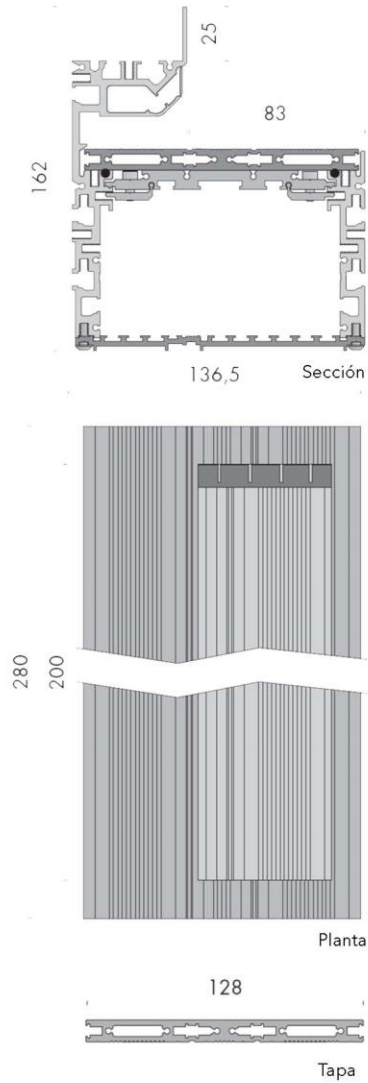
LEYENDA

■ Ai tuoi piedi centrale, registrable





### 5.6.3. Ai tuoi piedi laterale

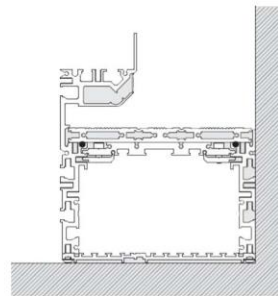


60

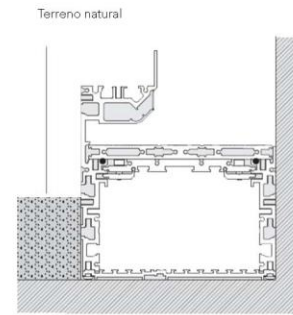


Figura 53: Ai tuoi piedi laterale

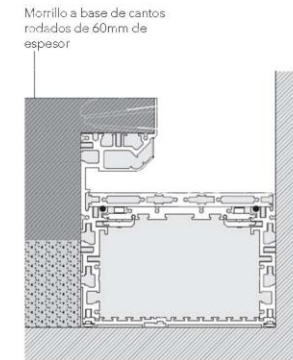
Ejemplo de montaje:



Paso 1: Se coloca el perfil Ai tuoi piedi laterale en las zonas deseadas y se fija al terreno aplicando, en su cara inferior, muecas de silicona.



Paso 2: Se vierte el cemento de relleno para nivelar el pavimento que se aplica a continuación.



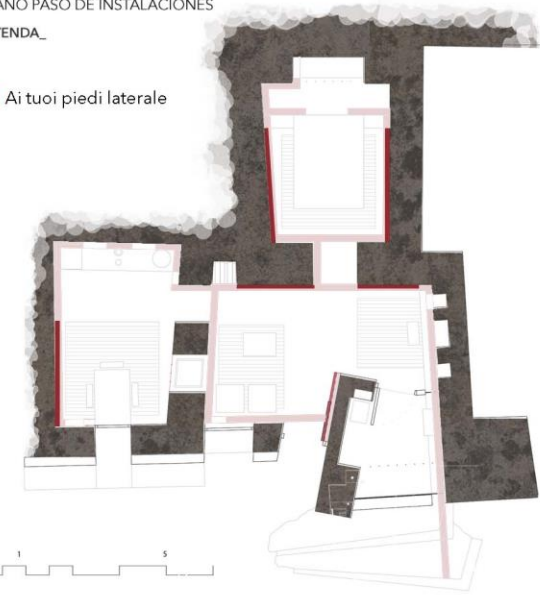
Paso 3: Se coloca el pavimento deseado. En este caso se trata de un pavimento de morrillo a base de cantos rodados o piedras de deshecho de la propia excavación, amalgamados con mortero utilizando greda de la zona para la integración cromática.

\*cotas en mm

PLANO PASO DE INSTALACIONES

LEYENDA

■ Ai tuoi piedi laterale



Morrillo a base de cantos rodados de 60mm de espesor

5.7. ALZADO Y SECCIONES  
5.7.1. ALZADO





5.7.2. SECCIÓN A



5.7.3. SECCIÓN B



5.7.4. SECCIÓN C





5.8. IMAGEN 3D



## 6. CONCLUSIÓN.

La iluminación de espacios arquitectónicos es un tema muy complejo y laborioso, más aún, cuando se abordan proyectos en arquitecturas excavadas. En este ámbito, el proceso de iluminación se convierte en una responsabilidad aún mayor, si cabe, debido a las delicadas características que poseen este tipo de construcciones. Las escasas dimensiones, los sistemas constructivos o el enclave son varias de las dificultades que se encuentran a la hora de desarrollar un proyecto de iluminación de estas características. Pero no todo son aspectos negativos ya que, realizando un estudio detallado y minucioso, estas desventajas pueden convertirse en ventajas una vez finalizada la iluminación. Con un buen proyecto lumínico se consigue resaltar o enfatizar aquellos aspectos más característicos de este tipo de arquitectura.

En este proyecto, en concreto, se utiliza la iluminación para revalorizar la propia arquitectura del hotel excavado. Se consigue convertir el hotel en un punto de referencia y característico de La Herradura, el cual, gracias a su posición idílica, se puede observar desde la propia localidad de Huéscar.

Las luminarias que componen el resultado final de la propuesta de iluminación se han escogido tras un largo proceso de estudio y comprobación, tanto estético y compositivo como técnico, siempre basándose en los principios de conservación del patrimonio y de las tendencias actuales en iluminación. Por ello, se ha investigado en diferentes casas comerciales en busca de las luminarias que cumplieran los dos principios fundamentales. Estas se recopilan en una serie de fichas en las que se describen aspectos técnicos y detalles, como pueden ser la temperatura de color, el tipo de lámpara, dimensiones o materiales. Estas fichas permitirían una sencilla puesta en obra.

Muchas de las luminarias, que en un principio se escogieron, fueron desechadas por no responder de la forma esperada en la arquitectura del hotel o por el incumplimiento del Código Técnico de la Edificación.

Para el cálculo de la iluminación se han utilizado todos los métodos de cálculo existentes a nuestra disposición tanto programas informáticos, como es el DIALUXevo, como los métodos de cálculo a mano, lo que añade una complejidad mayor al proyecto lumínico del hotel excavado.

Como resultado de este proceso, se han obtenido, con el programa DIALUXevo, en la zona de la cocina, niveles de iluminación interiores óptimos (232 LUX de media) permitiendo desarrollar la actividad de una forma tranquila en toda la estancia, mientras que en los planos de trabajo se garantiza un mayor nivel de iluminación (entre 300 y 500LUX).

En ambientes exteriores, como puede ser la iluminación del fuste de la chimenea, se han obtenido unos resultados adecuados para este tipo de ambientes (500LUX en el punto central y 170LUX en el extremo). En este caso en concreto, el proceso de elección de las luminarias ha sido más complicado, debido a la complejidad que conlleva la iluminación en exteriores. Se han tenido en cuenta



aspectos tales como el ángulo de inclinación de la luminaria respecto del suelo o el grado de abertura focal de la lámpara, con el objetivo de causar una contaminación lumínica nula o prácticamente despreciable.

Tras los cálculos, se ha comprobado la potencia instalada y el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI), comparando los resultados obtenidos del cálculo, con los valores establecidos en el Código Técnico de la Edificación apartado DB HE-3 Ahorro de energía, siendo estos resultados favorables.

En este caso no ha sido necesaria la comprobación del deslumbramiento por pertenecer a un proyecto equiparable a una habitación privada de hotel.

Por todo esto, y por lo desarrollado en este proyecto, observamos que las últimas tendencias de iluminación son favorables para la arquitectura excavada, ya que nos permite revalorizar sus características constructivas, texturas o crear nuevos ambientes combinando técnicas trogloditas de habitar y la forma actual de habitarlas.

## 7. CUADRO DE FIGURAS.

- Figura 1** Conjunto casas-cueva en Guadix, Granada.  
Fuente: Piedecausa García, B. 2012. La vivienda tradicional excavada: Las casas-cueva de crevillente. Análisis tipológico y medidas de calidad del aire.
- Figura 2** Típica planta de una cueva en Guadix  
Fuente: Martínez Antón, A., Blanca Giménez, V. & Aranda Navarro, F. 2014. Topological and architectonic study of the cave houses in La Romana, Alicante (Spain). International Conference on Vernacular Heritage, Sustainability and Earthen Architecture,
- Figura 3** Fachada y chimenea de casa-cueva en Lopera  
Fuente: <http://casacuevalopera.galeon.com/>
- Figura 4** Salón comedor casa-cueva La Tala  
Fuente: <http://www.casascuevalatala.com/casas-cueva/>
- Figura 5** Salón comedor casa-cueva La Tala  
Fuente: <http://www.casascuevalatala.com/casas-cueva/>
- Figura 6** Dormitorio casa-cueva La Tala  
Fuente: <http://www.casascuevalatala.com/casas-cueva/>
- Figura 7** Mapa del municipio de Huéscar (Granada), donde se identifican los diferentes tejidos, equipamientos, entornos y vialidad del territorio.  
Fuente: Nebot Colón, L. 2016.
- Figura 8** Situación de las cuevas en La Herradura.  
Fuente: Briones Mota, L. 2015. Análisis de la accesibilidad al patrimonio y elaboración de herramientas curriculares. El caso de Huéscar y La Herradura. Universidad de Alicante.
- Figura 9** Vista general del conjunto de cuevas La Herradura.  
Fuente: Martínez et al, 2015.

**Figura 10**

Aproximación a las cuevas del conjunto La Herradura.  
Fuente: Martínez et al, 2015.

**Figura 11**

Acceso a la cueva nº 7. La Herradura.  
Fuente: Martínez et al, 2015.

**Figura 12**

Sala principal cueva nº 7. La Herradura.  
Fuente: Martínez et al, 2015.

**Figura 13**

Dormitorio cueva nº 7. La Herradura.  
Fuente: Martínez et al, 2015.

**Figura 14**

Planta de distribución del Hotel-cueva presentado al concurso  
Fuente: Martínez et al, 2015..

**Figura 15**

Alzado y sección del Hotel-cueva presentado al concurso  
Fuente: Martínez et al, 2015.

**Figura 16**

Bloques de tierra comprimida (BTC)  
Fuente: <http://www.planeta-vivo.com>

**Figura 17**

Revoco con base de tierras.  
Fuente: <http://www.cannabric.com>

**Figura 18**

Muros de piedra  
Fuente: <http://www.pixabay.com>

**Figura 19**

Encalado blanco  
Fuente: <http://www.xuq.es>

**Figura 20**

Morrillo de cantos rodados.  
Fuente: Martínez et al, 2015.

**Figura 21**

Piedra caliza  
Fuente: <http://www.levantina.com>

**Figura 22**

Paños de madera reutilizada  
Fuente: <http://www.cannabrics.com>

**Figura 23**

Paneles a base de vegetales  
Fuente: <http://www.designpanel.de>

**Figura 24**

Plano de zonificación general y específica

**Figura 25**

13x8  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 26**

13x8 instalado en Ai tuoi piedi laterale  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 27**

C2 iluminación lateral de la chimenea  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 28**

Sempreminimo, luminaria de suelo  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 29**

P2 luminarias instaladas en pared, luminaria para bancada de cocina  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 30**

SKAN suspendida, luminaria para mesa de cocina  
Fuente: <http://www.VIBIA.com>

**Figura 31**

Si gira tavolo, luminaria para mesa de estudio  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 32**

Raggio, luminaria para hueco de estudio  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 33**

Raggio, luminaria para escaleras exteriores  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 34**

Droid, luminaria empotrable para el vestidor  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 35**

Toccamì parete, luminaria para cabecero de la cama  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 36**

Toccamì parete, luminaria para cabecero de la cama  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 37**

Bachetta led, luminaria para el espejo del baño  
<http://www.viabizzuno.com>

**Figura 38**

Fi 50, luminaria para el baño  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 39**

Fi 50, ejemplo de utilización  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 40**

Concrete-downlighter, luminaria para los bancos exteriores  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 41**

16.64 battiscopa, luminaria para las jardineras exteriores  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 42**

16.64 battiscopa en uso de interior  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>



**Figura 43**

Grasshopper, luminaria bañadora del tiro exterior de la chimena  
Fuente: <http://www.ERCO.com>

**Figura 44**

Grasshopper, luminaria bañadora del tiro exterior de la chimena  
Fuente: <http://www.ERCO.com>

**Figura 45**

Campanula parete, luminaria de fachada exterior  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 46**

Cálculo de la iluminación por el método del punto por punto  
Fuente: Castilla et al, 2010

**Figura 47**

Cálculo de la iluminación por el método del punto por punto  
Fuente: Castilla et al, 2010

**Figura 48**

Cálculo de la iluminación en un punto situado en una superficie vertical  
Fuente: Castilla et al, 2011

**Figura 49**

Tabla 2.2. Potencia máxima de iluminación  
Fuente: CTE BD HE-3 Ahorro de energía

**Figura 50**

Tabla 2.1. Valores límite de eficiencia energética de la instalación.  
Fuente: CTE BD HE-3 Ahorro de energía

**Figura 51**

Ai tuoi piedi centrale  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 52**

Ai tuoi piedi centrale, registrable  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>

**Figura 53**

Ai tuoi piedi laterale  
Fuente: <http://www.viabizzuno.com>



## 8. BIBLIOGRAFÍA.

- AAVV. 2007. Cuevas en la provincia de Granada. Aspectos técnicos, urbanísticos, legales, patrimoniales y Perspectivas para el desarrollo local en la provincia. Diputación Provincial de Granada. Proyecto Eurocuevas.
- Castilla Cabanes, N.; Blanca Giménez, V.; Cortés López, JM.; Martínez Antón, A.; Pastor Villa, RM. 2010. Cálculo iluminación punto por punto. <http://hdl.handle.net/10251/7556>.
- Castilla Cabanes, N.; Blanca Giménez, V.; Martínez Antón, A.; Pastor Villa, RM. 2011. Cálculo del nivel de iluminación en un punto. <http://hdl.handle.net/10251/12792>.
- García Fernandez, J. 1999. Luminotecnia. Iluminación de interiores y exteriores.
- González Barberán, V. 1981. Huéscar : Las cuevas, sus barrios y su origen en nuestra tierra. La Sagra. Revista de información de la comarca.
- Lasasosa Castellanos, M. J., Ron Cáceres, A., Santiago Lardón, J.A. y De Torres López Muñoz, R. 1989. Arquitectura Subterránea. Junta de Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Sevilla.
- Le Corbusier. 1998. Hacia una arquitectura. Barcelona. Editorial apóstrofe.
- Marín, F. 2005. Manual práctico de iluminación.
- Martínez Antón, A. 2013. Estudio de las casas-cueva de La Romana.
- Martínez Antón, A., Blanca Giménez, V. & Aranda Navarro, F. 2014. Topological and architectonic study of the cave houses in La Romana, Alicante (Spain). International Conference on Vernacular Heritage, Sustainability and Earthen Architecture.
- Martínez Antón, A., López Patiño, G., Blanca Giménez, V. & Aranda Navarro, F. 2017. Set of nine cave houses in La Algueña, Alicante (Spain). Renewal proposal. International Conference on Vernacular Earthen Architecture. Conservation and Sustainability.
- Piedecausa García, B. 2012. La vivienda tradicional excavada: Las casas-cueva de Crevillente. Análisis tipológico y medidas de calidad del aire.
- Rodríguez García, N. 2016. Recuperación del conjunto de viviendas cueva del barrio "La Herradura". Municipio de Huescar. Granada.

Suárez Medina, F.J. y Navarro Valverde, F.A. 2009. Evolución histórica de la morfología urbana, tipologías y procedimientos constructivos en la comarca de Guadix-El Marquesado, en la provincia de Granada. Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción.

Urdiales Viedma, M. E. 2003. Las cuevas-vivienda en Andalucía: de infravivienda a vivienda de futuro. Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Universidad de Barcelona. Barcelona. Vol. VII, nº. 146 (051).

Vazquez, P. Presidenta de Anfalum. Reportaje: Iluminación artificial en la arquitectura. Y la luz se hizo. Revista promateriales nº65

**9. AGRADECIMIENTOS.**

Agradecer, en primer lugar, a mis tutoras, D<sup>a</sup> Alicia Martínez Antón y D<sup>a</sup> Gracia López Patiño, por su plena dedicación, motivación y ayuda en mi aprendizaje y, por supuesto, en la realización de este Trabajo Final de Grado en Fundamentos de la Arquitectura.

Agradecer a todos los profesionales que me han brindado la oportunidad de tener como profesores a lo largo de mi etapa universitaria.

Finalmente, y no por ello menos importante, agradecer a toda mi familia la ilusión y las ganas que han puesto para que yo llegase hasta aquí y en especial a mis padres por enseñarme que todo sacrificio tiene su recompensa.




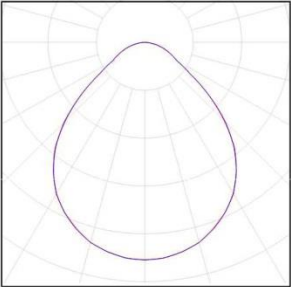

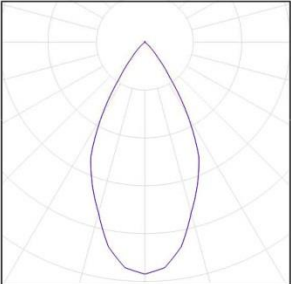
**10. ANEXO 1: PROCEDIMIENTOS DEL CÁLCULO POR EL MÉTODO DE LOS LUMENES.**

## Iluminación cocina

Altura interior del local: 2.400 m, Grado de reflexión: Techo 35.0%, Paredes 38.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

## Plano útil

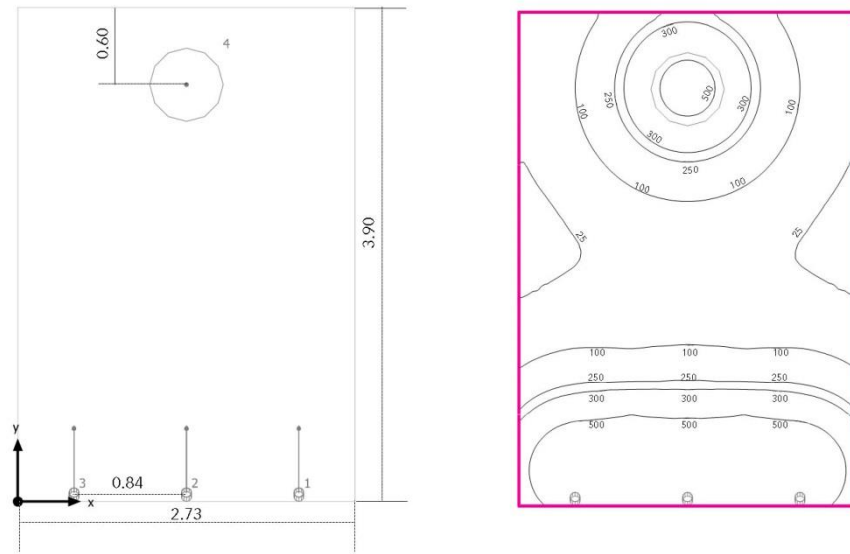
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Bancada de cocina	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.900 m, Zona marginal: 0.000 m	232 (≥ 500)	18.9	868	0.08	0.02

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
1	<p>Oxytech - 0275 Surface hanging lamp d/60 Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED Grado de eficacia de funcionamiento: 75.27% Flujo luminoso de lámparas: 1380 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1039 lm Potencia: 9.0 W Rendimiento lumínico: 115.4 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas 1xLED: CCT 2700 K, CRI 80</p>		
3	<p>Viabizzuno - A6.565.01 p2 led 10W 700mA Emisión de luz 1 Lámpara: 1xled 10W 700mA Grado de eficacia de funcionamiento: 68.74% Flujo luminoso de lámparas: 1250 lm Flujo luminoso de las luminarias: 859 lm Potencia: 10.0 W Rendimiento lumínico: 85.9 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas 1xled 10W 700mA: CCT 3000 K, CRI 80</p>		

Flujo luminoso total de lámparas: 5130 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 3616 lm, Potencia total: 39.0 W, Rendimiento lumínico: 92.7 lm/W

Potencia específica de conexión:  $3.74 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superficie de planta de la estancia 10.44 m<sup>2</sup>)

## Iluminación cocina



Viabizzuno A6.565.01 p2 led 10W 700mA

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]	Rotación de carcasa [°]
1	2.225	0.040	2.100	90.0
2	1.335	0.040	2.100	90.0
3	0.445	0.040	2.100	90.0

Oxytech 0275 Surface hanging lamp d/60

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]	Rotación de carcasa [°]
4	1.335	3.300	1.800	90.0

Como se observa en el cálculo realizado en DIALUXevo, se obtiene un nivel de iluminación media, en la cocina, de 232LUX, mientras que en los planos de trabajo llegando se llega, incluso, a superar los 500LUX en la bancada y entre 300 y 500 LUX en la mesa. Esto garantiza una iluminación amable y tranquila en toda la estancia sin llegar a ser molesta para los huéspedes del hotel mientras que se intensifica en los planos de trabajo.

**11. ANEXO 2: PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO POR EL MÉTODO DEL PUNTO POR PUNTO. MESA DE LA COCINA.**

En este caso queremos obtener los valores sobre un plano de trabajo horizontal de modo que la fórmula a emplear es la siguiente:

Los pasos a seguir para el cálculo son los siguientes:

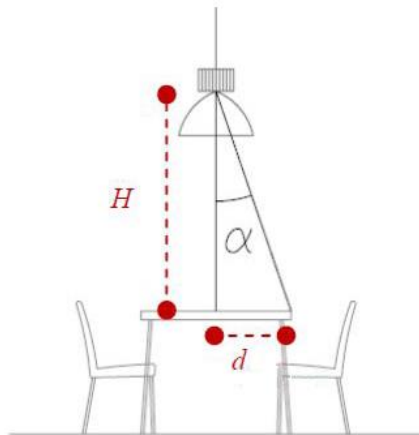
- Determinar  $\alpha$ .
- Determinar  $I$ .
- Determinar  $E_H$  (en LUX).
- Comprobación.

#### DATOS LUMÍNICOS

- Flujo luminoso: 1380 lm
- Potencia instalada: 9w
- CRI: 80

#### LADO TRANSVERSAL

#### DETERMINAR $\alpha$



Donde:

$H$  = altura del plano de trabajo a la lámpara

$d$  = distancia desde el centro de la mesa a su extremo

$$\cdot \text{Tang } \alpha = \frac{0.38}{1.05} \quad \alpha = 19.90^\circ$$

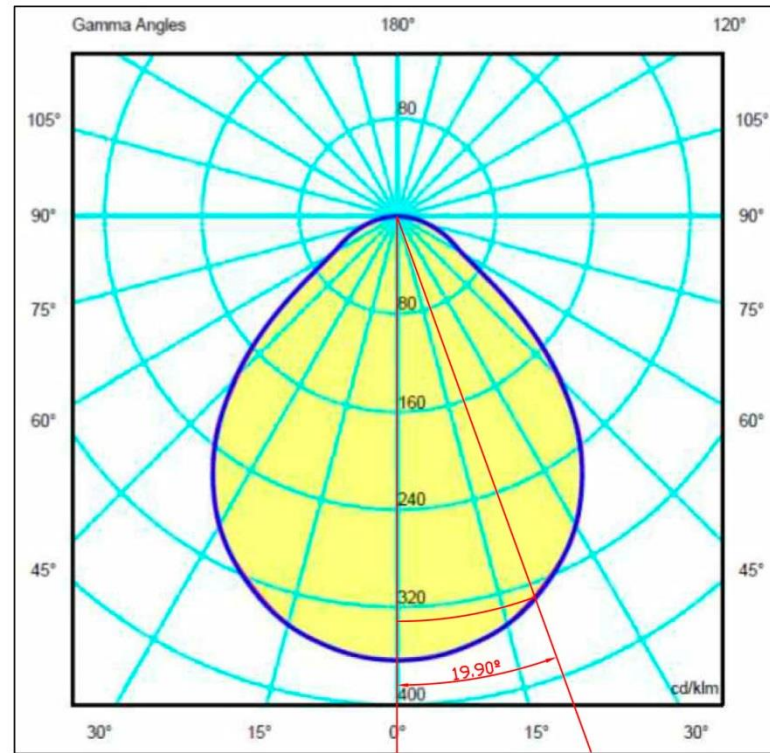
Figura: (Castilla et al, 2010)



## DETERMINAR I

Para determinar la intensidad de flujo luminoso según la dirección del punto a la fuente es necesario consultar la curva fotométrica o curva de distribución luminosa que ha proporcionado el fabricante.

Una vez localizadas la curva fotométrica se introduce el ángulo  $\alpha$  en el gráfico y trazando una línea desde el centro del mismo observamos que corta la curva de la luminaria en un punto.



Dicho punto, trasladado a la línea central, nos da el valor de la intensidad en el gráfico ( $I_{\text{gráfico}}$ ) expresada en cd/klm. Introduciendo el ángulo  $\alpha$  en la curva fotométrica, obtenemos 330 cd. Se conoce que 1klm = 1.000 lúmenes por lo tanto con una regla de tres se calcula la  $I_{\text{real}}$ .

$$I_{\text{real}} = I_{\text{gráfico}} \times \varnothing / \text{klm} = \frac{330 \times 1380}{1000} = 455.4 \text{ cd}$$

DETERMINAR  $E_H$

Para el cálculo de  $E_H$  utilizamos la fórmula descrita anteriormente:  $1,05^2$

$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{H^2} = \frac{455.4 \times \cos^3 19.90}{1,05^2} = 343.40 \text{ LUX}$$

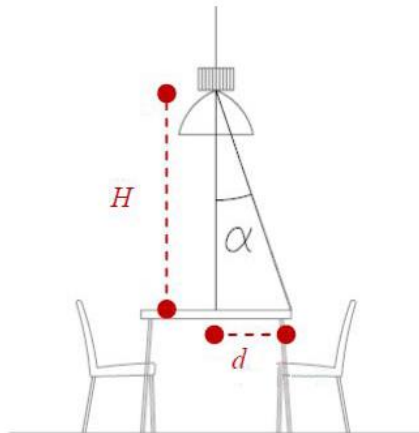
### LADO LONGITUDINAL

DETERMINAR  $\alpha$

Donde:

$H$  = altura del plano de trabajo a la lámpara

$d$  = distancia desde el centro de la mesa a su extremo



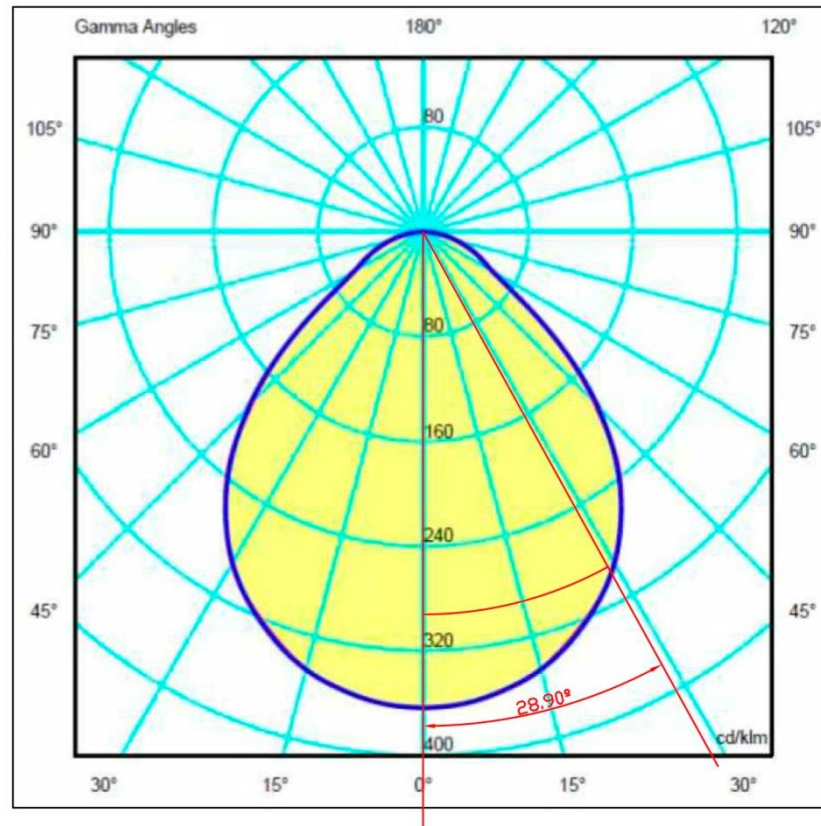
$$\cdot \text{Tang } \alpha = \frac{0.58}{1.05} \quad \alpha = 28.90^\circ$$

Figura: (Castilla et al, 2010)

## DETERMINAR I

Para determinar la intensidad de flujo luminoso según la dirección del punto a la fuente es necesario consultar la curva fotométrica o curva de distribución luminosa que ha proporcionado el fabricante.

Una vez localizadas la curva fotométrica se introduce el ángulo  $\alpha$  en el gráfico y trazando una línea desde el centro del mismo observamos que corta la curva de la luminaria en un punto.



Dicho punto, trasladado a la línea central, nos da el valor de la intensidad en el gráfico ( $I_{\text{gráfico}}$ ) expresada en cd/klm. Introduciendo el ángulo  $\alpha$  en la curva fotométrica, obtenemos 300 cd. Se conoce que 1klm = 1.000 lúmenes por lo tanto con una regla de tres se calcula la  $I_{\text{real}}$ .

$$I_{\text{real}} = I_{\text{gráfico}} \times \varnothing / \text{klm} = \frac{300 \times 1380}{1000} = 414 \text{ cd}$$

DETERMINAR  $E_H$

Para el cálculo de  $E_H$  utilizamos la fórmula descrita anteriormente:  $1,05^2$

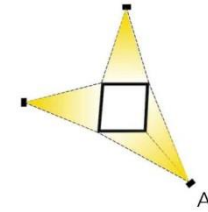
$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{H^2} = \frac{414 \times \cos^3 28.90}{1,05^2} = 251.96 \text{ LUX}$$

Como se observa en los resultados, se obtienen unos niveles de iluminación adecuados para efectuar, de forma confortable, el acto de comer. Se busca una iluminación media que sea amable y tranquila para que estar sentado alrededor de la mesa de la cocina sea agradable, relajante y en algún momento incluso romántico. El grado de iluminación se puede controlar con el regulador incorporado en su interruptor.

**12. ANEXO 3: PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO POR EL MÉTODO DEL PUNTO POR PUNTO. FUSTE CHIMENEA.**

Los pasos para el cálculo del nivel de iluminación en plano vertical son los siguientes:

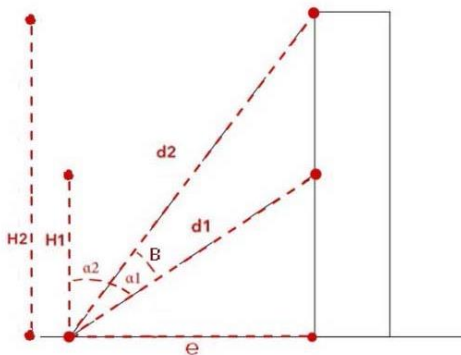
- Calcular la distancia  $e$  de la pared al punto de colocación de la luminaria.
- Determinar el valor de  $\alpha$ .
- Determinar la distancia  $d$  al centro de la chimenea (metros)
- Determinar  $E$ , nivel de iluminación (en LUX).
- Comprobación



Posición A de la luminaria

### CÁLCULO EN EL PUNTO MEDIO

La luminaria utilizada para el cálculo se sitúa en el punto A que se encuentra a 4,25m de distancia del fuste de la chimenea.



DETERMINAR  $\alpha_1$

El ángulo  $\alpha$  ya lo hemos sacado anteriormente, conociendo la altura del punto a determinar y al colocar la luminaria a una distancia determinada.

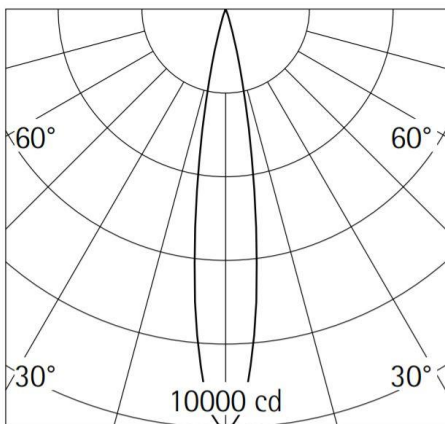
$$\cdot \text{Tang } \alpha = \frac{4.25}{0.75} \quad \alpha = 80^\circ$$

DETERMINAR  $I$

Para establecer el valor de  $I$  se han buscado los siguientes datos en el catálogo proporcionado por la marca comercial:

- El tipo de lámpara que admite la luminaria
- El flujo luminoso que tiene la lámpara
- La curva fotométrica o curva de distribución luminosa

$$I_{\text{real}} = I_{\text{gráfico}} \times \varnothing / \text{klm} = \frac{10000 \times 997}{1000} = 9.997 \text{ cd}$$





DETERMINAR  $d$

La distancia  $d_1$  y  $d_2$  se determinan mediante trigonometría y sustituyendo los datos ya conocidos en la siguiente ecuación:

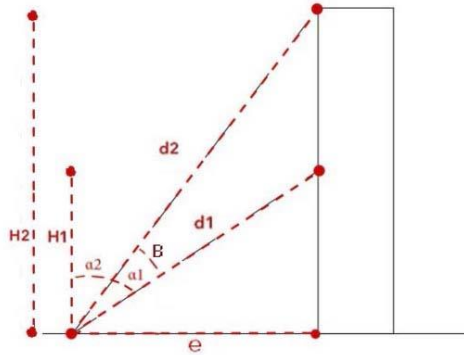
$$d = \frac{0.75}{\cos 80} = 4.32 \text{ m}$$

DETERMINAR  $E$

Como ya poseemos todos los valores de la ecuación 1, sustituimos en ella para averiguar el Nivel de iluminación en un punto de una superficie vertical expresándolo en LUX.

$$E = \frac{9997 \cdot \text{sen } 80}{4.32^2} = 527.53 \text{ LUX}$$

## CÁLCULO EN EL EXTREMO



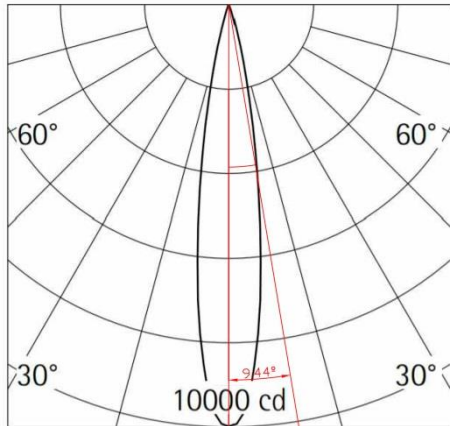
DETERMINAR  $\alpha_2$

El ángulo  $\alpha_2$  ya lo hemos sacado anteriormente, conociendo la altura del punto a determinar y al colocar la luminaria a una distancia determinada.

$$\cdot \text{Tang } \alpha_2 = \frac{4.25}{1.5} \quad \alpha_2 = 70.56^\circ$$

Para el cálculo del ángulo Beta se realiza la resta entre el ángulo  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ .

$$\cdot \text{Beta} = 80^\circ - 70.56^\circ = 9.44^\circ$$



DETERMINAR I

Para establecer el valor de I se han buscado los siguientes datos en el catálogo proporcionado por la marca comercial:

- El tipo de lámpara que admite la luminaria
- El flujo luminoso que tiene la lámpara
- La curva fotométrica o curva de distribución luminosa

$$I_{\text{real}} = I_{\text{gráfico}} \times \frac{\Phi}{\text{klm}} = \frac{3800 \times 997}{1000} = 3,788.6 \text{ cd}$$

DETERMINAR  $d$

La distancia  $d_1$  y  $d_2$  se determinan mediante trigonometría y sustituyendo los datos ya conocidos en la siguiente ecuación:

$$d = \frac{1.5}{\cos 70.56} = 4.50 \text{ m}$$

DETERMINAR  $E$

Como ya poseemos todos los valores de la ecuación 1, sustituimos en ella para averiguar el Nivel de iluminación en un punto de una superficie vertical expresándolo en LUX.

94

$$E = \frac{3788.6 \cdot \text{sen } 70.56}{4.50^2} = 176.43 \text{ LUX}$$

Como se observa el nivel de iluminación en el punto A, ya que es el más restrictivo en cuanto a posicionamiento de la luminaria, se obtienen unos valores de 527 LUX en el punto central del fuste y 176 LUX en el extremo del mismo. Esto indica que la luminaria posee un buen ángulo ya que permite iluminar de manera directa el fuste sin dejar escapar la luz hacia el cielo o la montaña, contemplando valores de iluminación lumínica prácticamente nulos.

### 13. ANEXO 4. JUSTIFICACIÓN DE LOS CÁLCULOS.

## JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO EN LA COCINA

Según Franco Marín, en su libro Manual práctico de iluminación establece las recomendaciones mínimas para los niveles de iluminación en espacios interiores.

Por un lado, establece unos niveles recomendados de 400LUX, entendiendo estos para los planos de trabajo de la cocina, por lo que comparandolos con los resultados obtenidos con el programa informático DIALUXevo, niveles alrededor de 500LUX, consideramos estos óptimos.

Por otro lado, en comedores establece 200LUX, por lo que comparandolos con los resultados obtenidos en la mesa de la cocina, 347.7 y 251 LUX, los consideramos óptimos.

A continuación se procede al cálculo de la potencia total instalada en la cocina (solamente se tienen en cuenta las luminarias de la bancada y de la mesa de la cocina).

La potencia total instalada en el interior de la cocina del hotel es igual a 39,0 W mientras que la superficie total es igual a 10,50 m<sup>2</sup>. Por lo tanto la potencia total por metro cuadrado es igual a 3,71 W/m<sup>2</sup>, siendo este inferior al valor máximo permitido según la Tabla 2.2. Potencia máxima de iluminación. (CTE BD HE-3 Ahorro de energía) es 12 W/m<sup>2</sup>.

96

A continuación se procede al cálculo del valor de la eficiencia energética de la instalación (solamente se tienen en cuenta las luminarias de la bancada y de la mesa de la cocina).

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot Em} = \frac{39 \cdot 100}{10,50 \cdot 232} = 1.60 \text{ W/m}^2$$

Siendo el VEEI obtenido muy inferior al valor de 8 W/m<sup>2</sup> de la Tabla 2.1. Valores límite de eficiencia energética de la instalación (CTE BD HE-3 Ahorro de energía).

### JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO EN EL FUSTE DE LA CHIMENEA

El cálculo en el fuste de la chimenea solamente se comprueban los niveles producidos por la luminaria del punto A (anteriormente descrito) debido a ser el punto más restrictivo en cuanto a distancia de colocación, 4.25m, debido a que se sitúa en el límite de la cubierta y en su encuentro con la fachada principal. Las otras dos luminarias se colocan a una distancia de 4.8m del fuste de la chimenea.

En el punto calculado se obtienen unos niveles de iluminación en el fuste de 527 LUX, en el punto central, y 176 LUX en el extremo. Con el ángulo adoptado por la luminaria, centrando su eje con el punto central del fuste, se consigue el objetivo que se pretendía. Iluminar, con un mayor grado, su parte central mientras, que en menor medida, el extremo y controlando, de esta forma, la contaminación lumínica de la zona.

### JUSTIFICACIÓN DEL CÁLCULO EN EL HOTEL-CUEVA

A continuación se procede al cálculo de la potencia total instalada en todo el hotel.

La potencia total instalada en el interior del hotel es igual a 316,60 W mientras que la superficie total es igual a 38.78 m<sup>2</sup>. Por lo tanto la potencia total por metro cuadrado es igual a 8.16 W/m<sup>2</sup>, siendo este inferior al valor máximo permitido según la Tabla 2.2. Potencia máxima de iluminación. (CTE BD HE-3 Ahorro de energía) es 12 W/m<sup>2</sup>.