Dirigida a:	**NAVARRA DE INFRAESTRUCTURAS DE CULTURA, DEPORTE Y OCIO, S.L.**	
Atención:	**D. Ramón Urdiáin Esparza**	
Preparado por:	Susana Malón Giménez	Nº doc. LA-17057
	Fecha: 10-10-2017	Nº de hojas: 77 + anexos

Memoria técnica

Valle de Roncal

Asistencia técnica para que pueda ser declarado

Destino Turístico Starlight

Este documento es confidencial, por lo que se restringe su uso exclusivamente a NICDO SL – Planetario de Pamplona.
No puede ser utilizado ni total ni parcialmente para otro fin, ni por terceros, ni divulgado
sin el permiso escrito de Lumínica Ambiental.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. Antecedentes, concepto y requisitos

1.1.- Valle de Roncal. Ámbito y descripción
1.2.- Declaración de La Palma. Compromiso
1.3.- Concepto de Destino Turístico Starlight

CAPÍTULO II. Caracterización y Diagnóstico

2.1.- Calidad del cielo nocturno: brillo del fondo del cielo, transparencia, seeing, nubes
2.2.- Dimensión energética. Contaminación lumínica y compromiso con el Cambio Climático
2.3.- Dimensión de la Naturaleza y Conservación de la Biodiversidad

CAPÍTULO III. Turismo y Estrellas. Valle de Roncal

3.1.- Gobernanza del Turismo y Gestión de Destino
3.2.- Oferta, instalaciones y productos
3.3.- El producto turístico Starlight

CAPÍTULO IV. Zonificación

4.1.- La zonificación: el soporte de la protección del cielo
4.2.- Zonificación del Destino Turístico Starlight

CAPÍTULO V. Plan de Acción

5.1.- Medidas y acciones relativas a la protección del cielo y paisajes nocturnos
5.2.- Marco legal y propuesta de ordenanza
5.3.- Seguimiento. Calidad del cielo y alumbrado exterior
5.4.- Acciones de divulgación e información

ANEXOS

ANEXO N°1 – Adhesiones a la Declaración de La Palma de los Ayuntamientos del Valle de Roncal

ANEXO N°2 – Mapas

ANEXO N°3 – Registros

ANEXO N°4 – Zonificación del Destino Turístico Starlight

CAPÍTULO I. Antecedentes, concepto y requisitos

1.1.- Valle de Roncal. Ámbito y descripción

El **Valle de Roncal** está situado en pleno *Pirineo*, en la muga con Francia y Huesca, y ofrece una acusada personalidad forjada a base de tradiciones ancestrales, una sabrosa gastronomía y naturaleza en estado puro.

Siete pueblos únicos componen este valle cuyos principales recursos son la explotación forestal, la ganadería y el turismo: **Burgui, Vidángoz, Garde, Roncal, Urzainqui, Isaba y Uztárroz** y que son los que **delimitan el Destino Turístico Starlight**.

En las imágenes siguientes se muestra la localización del territorio del **Valle de Roncal**:

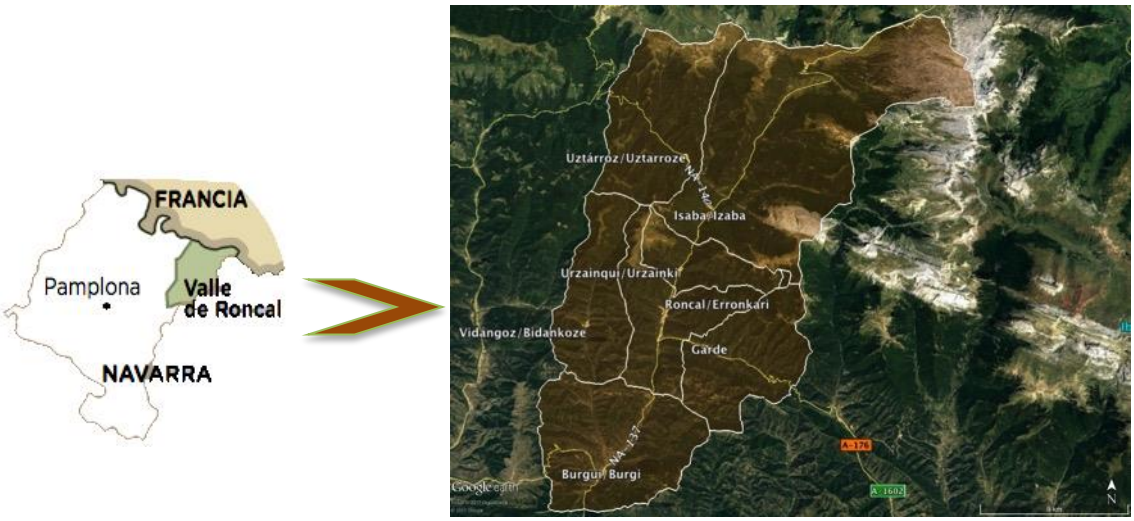


Imagen 1. Localización y municipios del Valle de Roncal

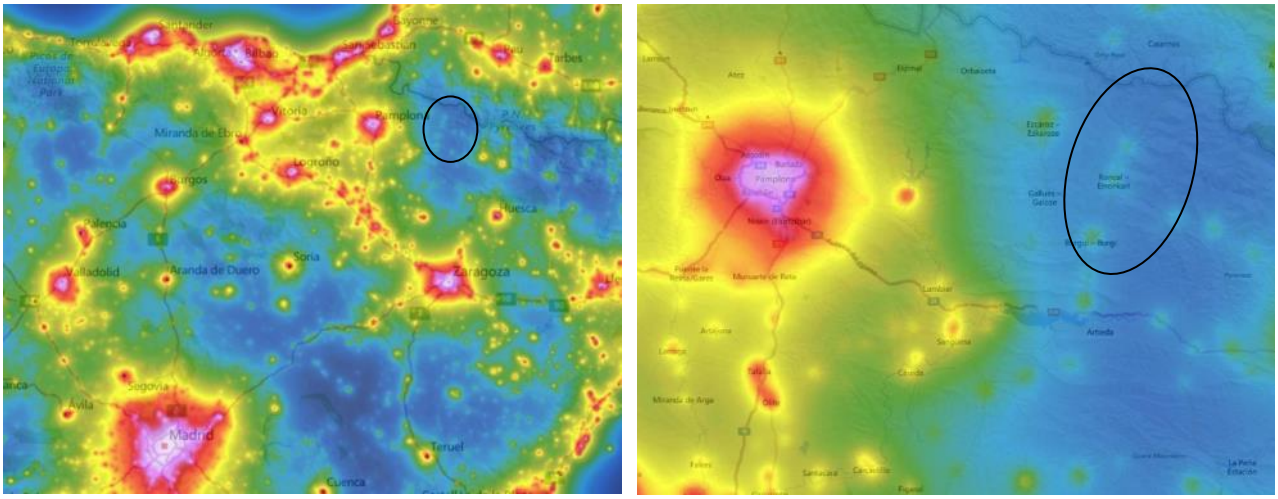


Imagen 3. Ubicación del Valle de Roncal en el nuevo atlas mundial del brillo del cielo (publicado en 2015)

El *río Esca* cruza el valle de norte a sur regando las orillas de sus pueblos empedrados con cuidados caseríos apiñados, tejados inclinados y humeantes chimeneas. Y sus aguas, que han construido impresionantes espectáculos naturales como la *foz de Burgui*, fueron surcadas durante siglos por los almadieros, a quienes se homenajea cada primavera.

Bosques, pistas de esquí de fondo, tradiciones únicas como el *Tributo de las Tres Vacas* o el *Día de la Almadía*, gastronomía de calidad como el *queso Roncal* o las *migas de pastor*, museos dedicados a personajes ilustres como el de *Julián Gayarre*, senderos de distintos desniveles como el *Camino de Zemeto*, cumbres elevadas como la *Mesa de los Tres Reyes (la más alta de Navarra)*, esculturas premiadas como el *Mausoleo de Julián Gayarre*, plazas floridas, paisajes indómitos como *Larra en Belagua* y rincones de cuento.

Cada pueblo tiene su identidad. En pueblos como *Burgui o Isaba* continúan resonando los ecos de golondrinas y almadías. Las *golondrinas* es el apelativo que recibieron las jóvenes *alpargateras roncalesas* que cada otoño caminaban hasta la fábrica de Mauleón (Francia) donde se quedaban hasta primavera. Este hecho y su indumentaria negra que completaban con un taburete blanco justifican el sobrenombre. Hoy en día, revelan sus memorias en el *centro etnográfico del valle, en Isaba*.

Es además el núcleo de población más pujante del valle y lugar elegido por muchos excursionistas para adentrarse en el vecino *valle de Belagua*.

Por su parte, *las almadías* dejaron de usarse a mediados del pasado siglo con la construcción del Pantano de Yesa. Pero cada año en primavera, Burgui homenajea este antiguo oficio en el *Día de la Almadía, declarada Fiesta de Interés Turístico Nacional*. El descenso de varias embarcaciones por el río finaliza con el espectacular salto de la presa de la localidad, en las inmediaciones de su majestuoso puente medieval.

El valle de Roncal ha sabido guardar con celo sus recuerdos. Así, los oficios antiguos están muy presentes en Burgui, donde podrán seguir el paseo señalizado de los oficios.

Cerca de Burgui, *Vidángoz* es un pequeño y precioso pueblo apartado de la carretera general que todos los años rememora en sus fiestas patronales (a finales de agosto) los famosos *akelarres de brujas*, personajes habituales en tiempos en diversos pueblos del valle y de los que existe importante documentación recogida en otras tantas leyendas que han ido transmitiéndose de padres a hijos.

El centro geográfico del valle es *Roncal*, pueblo que se caracteriza por sus calles empedradas distribuidas en forma de Y en torno al río Esca que descienden en pendiente desde la iglesia parroquial, desde donde se contempla una bella vista del pueblo. Muy cerca de la iglesia se halla la *Casa Museo del tenor Julián Gayarre*, donde se han reunido objetos relacionados con el tenor y una amplia documentación sobre su vida.

A pie de carretera se encuentra el *Centro de Interpretación de la Naturaleza*, que nos acerca la flora y la fauna del lugar a través de paneles y audiovisuales. Alejado del núcleo urbano, en el cementerio de la localidad, descansa el tenor Julián Gayarre en su bello mausoleo.

Cierra el valle por el norte *Uztárroz*, cuyas empinadas calles conducen hasta la *iglesia de Santa Engracia*, que alberga un órgano considerado el mejor ejemplar del barroco navarro. Pero sin duda, esta localidad es famosa por cobijar el *Museo del queso y la trashumancia*. Todo un homenaje a la vida pastoril y a uno de los productos más sobresalientes del valle, el *queso con denominación de origen Roncal.*

Características comunes para todo el valle de Roncal son sus tradiciones y las infinitas posibilidades deportivas. En las ocasiones festivas, los roncaleses muestran con orgullo su magnífico traje típico. Así por ejemplo, cada 13 de julio, cuando celebran el *Tributo de las Tres Vacas*, una fiesta de hermandad con el vecino valle de Baretous (Francia) que se remonta al siglo XIV y que reúne a miles de personas en torno a la *Piedra de San Martín*, a más de 1.750 metros de altitud.

Uno de los rincones más llamativos de todo el valle de Roncal es el *valle de Belagua*. El ecosistema más relevante del Roncal, con alturas que oscilan entre 1.100 y 2.428 metros. Un enclave donde la naturaleza y la historia se funden.

En él se encuentra el *dolmen de Arrako*, monumento funerario rodeado por un cromlech. Un espacio donde los amantes del deporte podrán realizar un sinfín de actividades: senderismo, descenso de barrancos, esquí de fondo, parapente, raquetas de nieve, alpinismo, travesías de montaña, escalada, espeleología, etc. que se pueden realizar por su cuenta o a través de las diversas empresas especializadas existentes en la zona.

Imagen 3: Almadías (izda.) y Mesa de los Trez Reyes (dcha.)

Imagen 4: Camino de Zemeto (izda.) y zona kárstica de Larra (dcha.)

1.2.- Declaración de La Palma. Compromiso

La Declaración en Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas, conocida como **Declaración Starlight o Declaración de La Palma**, se aprobó el 20 de abril del año 2007 dentro de la *Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas.* En esta declaración, firmada por los participantes en la conferencia conjuntamente con los representantes de la UNESCO, Organización Mundial del Turismo, Unión Astronómica Internacional, y otras agencias y organizaciones internacional, así como miembros de la comunidad científica y académica, se declara, entre otros puntos, que:

1) *El derecho a un cielo nocturno no contaminado que permita disfrutar de la contemplación del firmamento, debe considerarse como un derecho inalienable de la Humanidad, equiparable al resto de los derechos ambientales, sociales y culturales. La progresiva degradación del cielo nocturno ha de ser considerada como un riesgo inminente que conlleva la pérdida de un recurso fundamental.*
2) *El conocimiento, apoyado en la educación, constituye la clave que permite integrar la ciencia en nuestra cultura actual, contribuyendo al avance de toda la Humanidad. La difusión de la astronomía y de los valores científicos y culturales asociados deberán considerarse como contenidos básicos a incluir en la actividad educativa.*
3) *El control de la contaminación lumínica debe ser un requisito básico en las políticas de conservación de la naturaleza dado el impacto que genera sobre muchas especies, hábitats, ecosistemas y paisajes.*
4) *La protección de la calidad astronómica de las áreas privilegiadas para la observación científica del universo deberá constituir una prioridad en las políticas medioambientales y científicas de carácter regional, nacional e internacional.*
5) *Ha de promoverse el uso racional de la iluminación artificial, minimizando el resplandor que provoca en el cielo y evitando la nociva intrusión del exceso de luz sobre los seres humanos y el medio natural. Esta estrategia implica un uso más eficiente de la energía en consonancia con los acuerdos sobre el cambio climático y la protección del medio ambiente.*
6) *Al igual que otras actividades, el turismo puede convertirse en un poderoso instrumento para desarrollar una nueva alianza en favor de la calidad del cielo nocturno. El turismo responsable, en todas sus manifestaciones, puede y debe integrar el paisaje del cielo nocturno como un recurso a resguardar y valorar en todos los destinos.*

Deberán ponerse en práctica todas las medidas necesarias con el fin de informar y sensibilizar al conjunto de implicados en la protección del medio ambiente nocturno, ya sea a nivel local, nacional, regional o internacional, sobre el contenido y los objetivos de la Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas celebrada en la Isla de La Palma.

Extracto de la Declaración Starlight adoptada el 20 Abril de 2007 en La Palma. (UNESCO, OMT, IAU, IAC; PNUMA-CMS, CE, SCDB, COE, Programa MaB y Convención Ramsar).

La Fundación Starlight, entidad sin ánimo de lucro con personalidad jurídica propia, fue creada por el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) como instrumento para la difusión cultural de la astronomía y para desarrollar mecanismos y acciones dirigidas a proteger el cielo oscuro y valorarlo como un importante recurso científico, cultural, medioambiental y turístico.

Es la entidad responsable de gestionar, desarrollar y extender los principios de la "Declaración de La Palma" y creó un sistema de certificación propio: Destino Turístico Starlight y Reserva Starlight, con criterios que han sido elaborados en trabajo conjunto con profesionales de diversos organismos internacionales.

Los municipios incluidos en el ámbito del Destino Turístico Starlight del **Valle de Roncal**, se han adherido a la declaración de La Palma aprobando en pleno dicha adhesión y firmando las cartas correspondientes.

1.3.- Concepto de Destino Turístico Starlight

Son lugares visitables que gozan de excelentes cualidades para la contemplación de los cielos estrellados y que, al estar protegidos de la contaminación lumínica, son especialmente aptos para desarrollar en ellos actividades turísticas basadas en ese recurso como parte esencial de la naturaleza.

Los Destinos Turísticos Starlight no sólo deben acreditar la calidad de sus cielos y los medios para garantizar su protección, sino también las adecuadas infraestructuras y actividades relacionadas con la oferta turística (el alojamiento, los medios de observación disponibles al servicio de los visitantes, la formación del personal encargado de la interpretación astronómica, etc.) y su integración en la naturaleza nocturna.

La Fundación Starlight ha creado el Sistema de Certificación de Destinos Turísticos Starlight en cooperación con la Red de Conocimiento de la Organización Mundial del Turismo, para fomentar mundialmente la mejora de la calidad de las experiencias turísticas ligadas a la Astronomía y a la protección de los cielos nocturnos de los Destinos Starlight.

La certificación Starlight permite, por primera vez, aunar la ciencia y el turismo, basando en la astronomía y la visión del firmamento una nueva forma de turismo inteligente que aporta criterios innovadores para el desarrollo responsable de la actividad. En la base del desarrollo del estándar se encuentra el reconocimiento de la ciencia como producto turístico y, al mismo tiempo, de la ciencia como metodología de trabajo en turismo.

La certificación requiere seguir un procedimiento específico establecido por la Fundación, que persigue acreditar primero y garantizar después la capacidad de esos lugares para ofrecer el disfrute de la visión de las estrellas y de conocer y promover los valores científicos, culturales, naturales y paisajísticos asociados.

Se deben acreditar:

- Parámetros relativos a la calidad del cielo, que es ***conditio sine qua non*** para obtener la calificación.
- Zonificación del territorio en función de los valores de la calidad del cielo. Se debe precisar cuál es el entorno del Destino que se considera hábil para la práctica de actividades basadas en la observación de las estrellas. Es decir, la zona donde se cumplen las condiciones de calidad del cielo nocturno. Tras la certificación, será éste el ámbito del destino que podrá ser publicitado.
- Parámetros relativos a la actividad turística desarrollada agrupados en varias categorías:
  - Misión, valores y objetivos.
  - Compromiso y gobernanza del destino turístico Starlight.
  - Estrategia, Plan de Acción y Sistema de Información.
  - Conservación del patrimonio natural y cultural asociado
  - Producto Turístico: atractivos, servicios e infraestructuras.
  - Gestión del conocimiento, formación y divulgación.
  - Control y seguimiento de los programas Starlight.
  - Gestión y seguimiento del destino turístico Starlight.

Por último, el Destino Turístico Starlight deberá pasar una auditoría astronómica (calidad del cielo) y otra turística y de compromiso de destino.

Con estas certificaciones se persigue el objetivo principal de garantizar la protección de la calidad del cielo nocturno y el mantenimiento de los paisajes asociados como un recurso básico a proteger en la estrategia de desarrollo sostenible del territorio del **Valle de Roncal**.

En este documento se presenta la memoria técnica que contiene todos los datos que se han recopilado para la realización de este proyecto, junto con el mapa de contaminación lumínica y resto de parámetros que describen la calidad del cielo nocturno, mapa de zonificación del territorio y el Plan de Acción Starlight, que son necesarios para conseguir esta certificación.

Imagen 5. Plan de trabajo: Valle de Roncal, Destino Turístico Starlight

CAPÍTULO II. Caracterización y Diagnóstico

2.1.- Calidad del cielo nocturno: brillo del fondo del cielo, transparencia, seeing, nubes

La excelencia del cielo dentro de la certificación como Destino Turístico Starlight, viene determinada por cuatro parámetros clave:

- Disponer de cielos oscuros poco afectados por la contaminación lumínica.
- Que las condiciones atmosféricas permitan en la observación del firmamento alcanzar un alto grado de nitidez (seeing).
- Que la atmósfera disponga de una transparencia adecuada.
- Un porcentaje adecuado de noches despejadas a lo largo del año.

La contaminación lumínica se define como la introducción por parte de la actividad humana de la luz artificial en el medio ambiente, directa o indirectamente. La contaminación que es posible evitar se define como la emisión del flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, horarios y/o rangos espectrales inadecuados e innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instala la luz artificial.

La contaminación lumínica es el único parámetro que define la calidad del cielo que se puede controlar y reducir a través de la regulación de las instalaciones de alumbrado público aplicando criterios sostenibles e inteligentes, ya que su efecto es directo y debido a la difusión de la luz artificial en la atmósfera no es un fenómeno local como se podría pensar, sino todo lo contrario.

Es un fenómeno GLOBAL que puede afectar a decenas y centenas de kilómetros de distancia y de hecho la contaminación lumínica es ya un problema a nivel mundial.

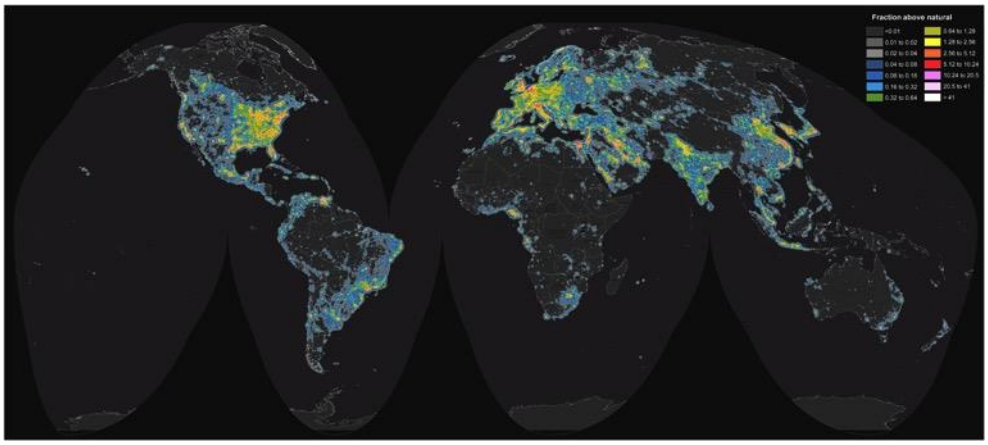


Imagen 6: Nuevo atlas mundial del brillo artificial del cielo nocturno (junio 2016)
(Fuente: P. Cinzano, F. Falchi, C. D. Elvidge, K. E. Baugh)

Imagen 7: Iluminación artificial de la Península Ibérica vista desde la ISS

La contaminación lumínica presenta numerosas repercusiones negativas a nivel energético, de sobreconsumo, sobre la seguridad (por deslumbramiento) y salud de las personas, el medioambiente y la biodiversidad y la ciencia, demostradas en numerosos estudios y proyectos de carácter técnico y científico.

Nuestros municipios son la principal fuente de contaminación lumínica, por todo ello, su limitación y la recuperación de la calidad del cielo nocturno debe formar parte de la nueva cultura de las ciudades y municipios sostenibles y comprometidos con el cambio climático.

Dentro de este marco se plantea el **PLAN DE ACCIÓN STARLIGHT** del **Valle de Roncal** con el objetivo de conservar su excelente calidad del cielo y protegerlo para su uso científico y turístico, a través de la declaración como Destino Turístico Starlight.

Además, dentro de la comunidad foral de Navarra existe una legislación en materia de contaminación lumínica que se va a actualizar en un breve espacio de tiempo.

A continuación se presentan los valores de los parámetros que caracterizan el cielo nocturno y que se han medido a lo largo de todo el territorio y en los que se basa la zonificación posterior del Destino Turístico Starlight.

2.1.1.- Brillo del fondo del cielo (u oscuridad del cielo)

> 21,0 mag/arcsec² criterio para Destino Turístico Starlight

Este parámetro contempla el grado de perturbación causado por la contaminación lumínica sobre las condiciones naturales de oscuridad de la noche en el emplazamiento. El valor requerido para el brillo o resplandor, medido en el filtro V, producido en el cielo por la iluminación artificial que oculta la luz de las estrellas, debe ser superior a 21,0 mag/arcsec² para Destino Turístico Starlight.

Durante el año 2017 se han realizado varias campañas de medidas del brillo del fondo del cielo (primavera y verano) utilizando fotómetros SQM-LU (Full Width Half Maximum de 20°) a lo largo de todo el territorio que engloba el Destino Turístico Starlight.

Las medidas se han realizado en noches despejadas, sin luna sobre el horizonte y se han descartado las medidas afectadas por el brillo natural de la Vía Láctea ubicada sobre el cenit (b(Z) -20°; + 20°) principalmente en verano.

Horas con afección Vía Láctea

```
2017  8 23 Mie OSCU  ------- Horas de oscuridad:  6.97
     20 37 20. --->  3 35 31.    6.97 h DE NOCHE
     20 37 20. --->  3 35 31.    6.97 h SIN LUNA
     Orto  lunar:    8  7, 24 del  8
     Ocaso lunar:   20 32, 24 del  8
     Fracc. ilum. Luna:  0.06
     Lat. gal. cenital:
UT: |20|  |21|  |22|  |23|  |00|  |01|  |02|  |03|  |
    | +| +| +| +| +| +| -| -| -| -| -| -| -| -| -| -|
b(Z)|26|21|16|11|06|01|03|07|10|13|16|18|19|20|20|19|

2017  8 24 Jue OSCU  ------- Horas de oscuridad:  7.03
     20 35 16. --->  3 37  3.    7.03 h DE NOCHE
     20 35 16. --->  3 37  3.    7.03 h SIN LUNA
     Ocaso lunar:   20 32, 24 del  8
     Orto  lunar:    9 11, 25 del  8
     Fracc. ilum. Luna:  0.12
     Lat. gal. cenital:
UT: |20|  |21|  |22|  |23|  |00|  |01|  |02|  |03|  |
    | +| +| +| +| +| +| -| -| -| -| -| -| -| -| -| -|
b(Z)|25|20|15|10|05|01|03|07|11|14|16|18|19|20|20|19|
```

Imagen 8: Display del programa específico "Galunario"

La caracterización de la contaminación lumínica se ha realizado mediante dos procedimientos diferentes:

2.1.1.1.- Registros continuos

Registros continuos en 6 ubicaciones estratégicas a lo largo del territorio (más otras 2 pero que no se tienen en cuenta los datos por ser una noche con nubes), durante varios días seguidos, utilizando fotómetros autónomos SQM-LU data logger y tomando datos cada 2 minutos:

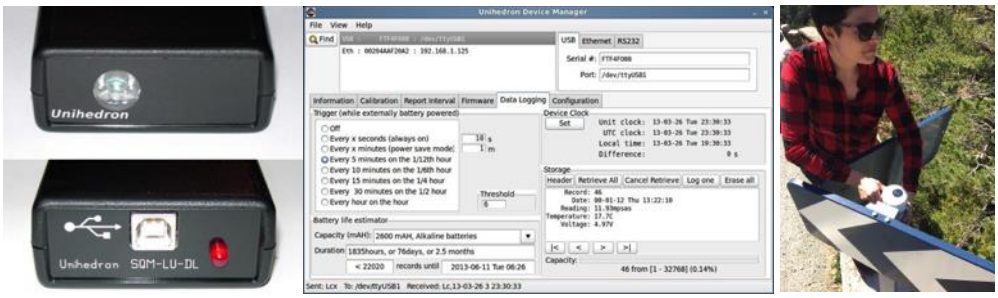


Imagen 9: Fotómetro SQM-LU-DL (izda.), software adquisición de datos (centro) y protector (dcha.)

Los resultados de los más de 42.000 registros obtenidos a lo largo del territorio del **Valle de Roncal** se presentan en los *mapas del Anexo 1* y en el *Anexo 2* de este documento, y a modo de resumen en el mapa y tabla siguientes:

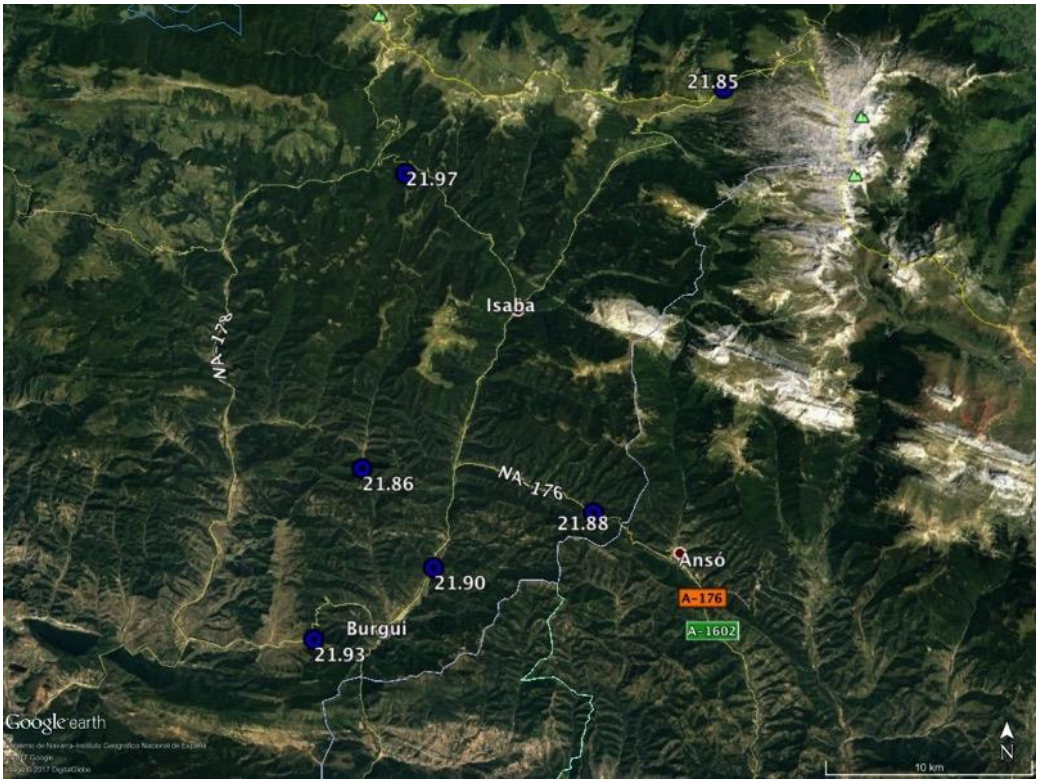


Imagen 10: Ubicación de los 6 registros en el Valle de Roncal

Nº REGISTRO	NOCHE	SERIAL S/N	SERIAL S/N			BRILLO	Nº
						mag/arcsec2	registros
RG1	28-mar	2335	Laza (alto de Uztarroz)	42°55'13" N	0°59'23" W	21,97	252
	20-ago	2335				21,70	1296
	21-ago	2335					
	22-ago	2335					
	23-ago	2335					
	24-ago	2335					
	25-ago	2335					
RG2	28-mar	3386	Vidangoz	42°47'34" N	1°00'55" W	21,86	290
RG3	28-mar	3390	Garde	42°46'25" N	0°52'44" W	21,87	292
	28-abr	3390				21,88	487
	20-ago	3386				21,61	1346
	21-ago	3386					
	22-ago	3386					
	23-ago	3386					
	24-ago	3386					
	25-ago	3386					
	26-ago	3386					
RG4	28-abr	2335	Alto de las Coronas	42°43'08" N	1°02'37" W	21,93	488
	20-ago	3390				21,58	1329
	21-ago	3390					
	22-ago	3390					
	23-ago	3390					
	24-ago	3390					
	25-ago	3390					
	26-ago	3390					
RG5	28-abr	3386	Burgui-Roncal	42°45'00" N	0°58'23" W	21,90	291
RG6	26-ago	2335	Cruce Zuriza	42°53'01"N	0°53'51"W	21,35	89
RG7	26-ago	3390	Belangua-Larra	42°56'19"N	0°51'17"W	21,45	82
RG8	Abr-Agos	PLANET.	El Ferial (Larra)	42°57'26"N	0°48'7"O	21,85	34.743
							42.314

Imagen 12: Medidas obtenidas en los 6 (+2) registros en el Valle de Roncal

Como se observa, **todos los valores están por encima del límite exigido para Destino Turístico Starlight e incluso Reserva Starlight (> 21,4 mag/arcsec²)**. Los valores más bajos se registran en los puntos RG6 y RG7 que no se tienen en cuenta por ser una noche con nubes y poca transparencia.

2.1.1.2.- Recorridos a lo largo de las carreteras

Recorridos a lo largo de las **carreteras** dentro de los límites definidos, con unidad móvil equipada con fotómetro SQM-LU conectado a PC y GPS, con software programado para toma continua de datos con un intervalo de tiempo 5 segundos.

Imagen 13: Fotómetro SQM-LU-ubicado en el coche para realizar los recorridos y preparación

Al igual que se ha comentado anteriormente, las medidas se han realizado en noches despejadas, sin luna sobre el horizonte y para validar las medidas y obtener los resultados, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

1. En las medidas tomadas en el mes de julio, se debe descartar el efecto de la **Vía Láctea** como fuente luminosa, cuando ésta se localiza en el entorno del cenit en un ángulo de 20° de forma simétrica. Cuando existen noches completas medidas sin y con afección galáctica, o incluso medidas tomadas en diferentes épocas del año, estas medidas influenciadas por la galaxia se han descartado. Pero algunos de los recorridos se han realizado con la Vía Láctea en esa posición, de modo que para no dejar huecos en los recorridos se ha considerado una corrección. Para obtener dicha corrección se han analizado los registros continuos de varias noches CON y SIN influencia de la Vía Láctea.

   Los registros fijos utilizados para establecer el efecto de la galaxia han sido el nº 1, 3 y 4:

		CONTRIBUCIÓN VIA LÁCTEA			
SQM-LU-DL	Fecha	SIN	CON	DIFERENCIA	
RG1	20-ago	21,71	21,39	**0,33**	
RG1	21-ago	21,73	21,45	**0,28**	
RG1	23-ago	-	-	-	
RG1	24-ago	21,67	21,39	**0,28**	**0,30**
RG3	20-ago	21,61	21,39	**0,22**	
RG3	21-ago	21,62	21,43	**0,19**	
RG3	23-ago	-	-	-	
RG3	24-ago	21,60	21,33	**0,26**	**0,22**
RG4	20-ago	21,57	21,31	**0,26**	
RG4	21-ago	21,60	21,35	**0,25**	
RG4	23-ago	-	-	-	
RG4	24-ago	21,54	21,31	**0,23**	**0,25**
		CORRECCIÓN VÍA LÁCTEA		**0,255**	

Imagen 14: Tabla resultados SIN y CON Vía Láctea en el área del cenit

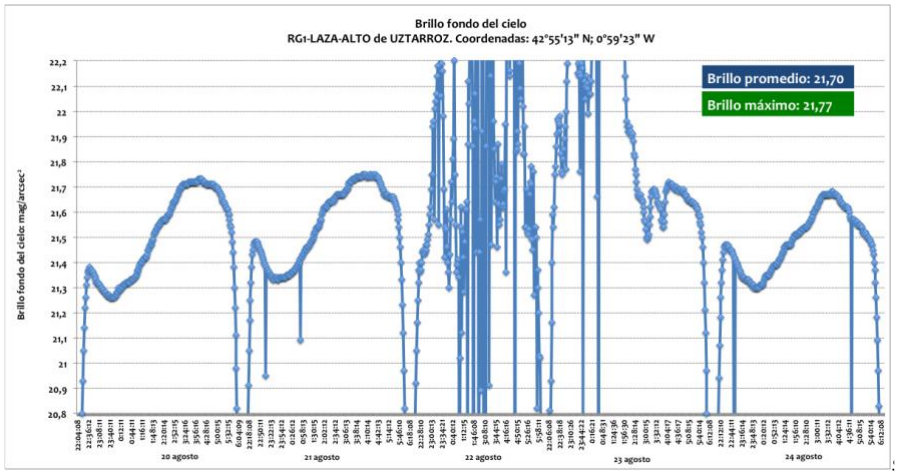


Imagen 15: Gráfica del RG-1. Evolución del brillo del cielo a lo largo de la noche por afección de la Vía Láctea

Podemos establecer que los valores de los recorridos realizados durante el mes de agosto durante la presencia de Vía Láctea se deben incrementar en **0.255 mag/arsec²**.

En relación a este aspecto, existe una referencia bibliográfica del trabajo desarrollado por Miguel Nievas Rosillo en el IAC, medido con el IAC 80, ASTMON y SQM:

$$m_{SB}^{IAC80} = (21{,}0212 \pm 0{,}0062) + (0{,}0029 \pm 0{,}2917) \cdot b(deg)\ mag/arcsec^2$$
$$m_{SB}^{SQM} = (21{,}1915 \pm 0{,}0018) + (0{,}0012 \pm 0{,}0764) \cdot b(deg)\ mag/arcsec^2$$

El cielo es más oscuro a medida que nos alejamos de la Vía Láctea ($b = 0^{\circ}$). La diferencia puede llegar a ser de 0,26, 0,11 $mag/arcsec^2$ en IAC80 y SQM respectivamente.

$$SB_{AstMon-OT}\ (mag/arcsec^2) = (20{,}8288 \pm 0{,}000039) + (0{,}0132 \pm 0{,}0035) \cdot b(deg) - (0{,}000077 \pm 0{,}065) \cdot b(deg)^2$$

Efecto observado de latitud galáctica de hasta 0,58 $mag/arcsec^2$, mayor que en IAC80 y SQM.

El fotómetro utilizado es SQM (HWHM of the angular sensitivity is ~42), pero asume que con este fotómetro el efecto disminuye por estar integrando (dado su gran campo) en la mayoría de casos una parte con Vía Láctea y una parte sin ella. Los fotómetros utilizados en las medidas del ***Valle de Roncal****, son las versiones más actualizadas SQM-LU (HWHM of the angular sensitivity is ~10° and FWHM is then ~20°).*

2. Efecto de la **cubierta del Housing** para medidas con SQM-LU-DL fijas. La corrección viene establecida de la calibración en fábrica que es de **0.15 mag/arsec²** para los 3 equipos SQM-LU-DL, con ID 2335, 3386 y 3390, que se han utilizado para medir los registros continuos a lo largo de todo el territorio.

3. Efecto de los **árboles y taludes** para medidas en los recorridos con SQM-LU.

   Algunas de las medidas con SQM-LU presentan valores bajos alternados con valores altos y no están próximos a núcleos urbanos ni otras fuentes de iluminación, por lo que se considera que es **efecto de los árboles o taludes**. Se han descartado estas medidas y se han tomado en zonas donde el cenit estaba libre de obstáculos.

4. Por último, se debería considerar también el efecto de las **luces de carretera del coche**, intensificadas cuando existen obstáculos como taludes y árboles que reflejan aún más la luz y reduce el valor del brillo considerablemente. Por este motivo, se han tomado medidas en zonas con el cenit sin obstáculos y sin las luces de carretera del coche.

A continuación se muestran los valores del brillo del fondo del cielo obtenido a lo largo del territorio:

Latitude	Longitude	Name	Latitude	Longitude	Name
42,773611	-0,878889	21,87	42,864444	-0,816944	21,95
42,792778	-1,015278	21,86	42,873056	-0,842778	21,89
42,862222	-0,921944	17,78	42,867222	-0,911111	21,84
42,862327	-0,922228	17,78	42,867222	-0,911111	21,82
42,862380	-0,922152	18,39	42,852222	-0,931389	21,76
42,862477	-0,921993	16,88	42,833611	-0,943056	21,69
42,863852	-0,921305	21,12	42,824167	-0,948889	21,76
42,865975	-0,925778	21,51	42,786389	-0,962222	21,74
42,872200	-0,927330	21,29	42,772500	-0,966111	21,86
42,878833	-0,930135	21,28	42,711111	-1,013889	21,86
42,879935	-0,931753	21,66	42,716944	-1,004167	21,74
42,879722	-0,931667	21,66	42,729722	-1,010833	21,76
42,9111111	-0,967500	21,68	42,718889	-1,043611	21,85
42,920278	-0,989722	21,97	42,718889	-1,043611	21,86
42,911944	-0,968889	21,69	42,729444	-1,000556	21,72
42,887500	-0,940556	21,58	42,758056	-1,010278	21,87
42,862222	-0,921944	18,66	42,792778	-1,015278	21,84
42,868889	-0,912500	21,61	42,805556	-1,024722	21,92
42,876667	-0,903333	21,67	42,806111	-1,030000	21,93
42,883611	-0,897500	21,70	42,797222	-1,015556	21,80
42,889444	-0,893333	21,73	42,785000	-1,013611	21,90
42,902778	-0,887500	21,70	42,758056	-1,010278	21,92
42,916111	-0,874167	21,73	42,747222	-0,976389	21,89
42,926667	-0,862500	21,72	42,794167	-0,955278	21,82
42,932778	-0,834444	21,74	42,786389	-0,919722	21,72
42,939167	-0,853056	21,77	42,776389	-0,886111	21,84
42,941944	-0,850000	21,74	42,772222	-0,875833	21,74
42,950833	-0,810278	21,82	42,767222	-0,863333	21,74
42,957222	-0,801944	21,76	42,773889	-0,879167	21,79
42,963056	-0,773889	21,69	42,773333	-0,882778	21,80
42,968056	-0,771111	21,72	42,782500	-0,906944	21,76
42,968056	-0,771111	21,74	42,830556	-0,947222	18,05
42,956944	-0,803333	21,77	42,773611	-0,878889	21,88
42,945833	-0,838056	21,78	42,718889	-1,043611	21,93
42,941389	-0,852222	21,82	42,750000	-0,973056	21,90
42,936944	-0,853611	21,81	42,920278	-0,989722	21,97
42,928333	-0,858611	21,82	42,792778	-1,015278	21,86
42,899444	-0,890556	21,80	42,773611	-0,878889	21,88
42,875833	-0,886111	21,79	42,718889	-1,043611	21,93
42,877500	-0,871389	21,82	42,750000	-0,973056	21,90
42,875000	-0,824167	21,80	42,883611	-0,897500	21,35
42,864444	-0,816944	21,84	42,938611	-0,854722	21,45
42,864444	-0,816944	21,85	42,957222	-0,801944	21,85
42,864444	-0,816944	21,97			

Imagen 16: Valores de brillo del fondo del cielo a lo largo del territorio

Finalmente el mapa de brillo del fondo del cielo del **Valle de Roncal** es el siguiente, y que se presenta en el *Mapa 1 del Anexo 1:*

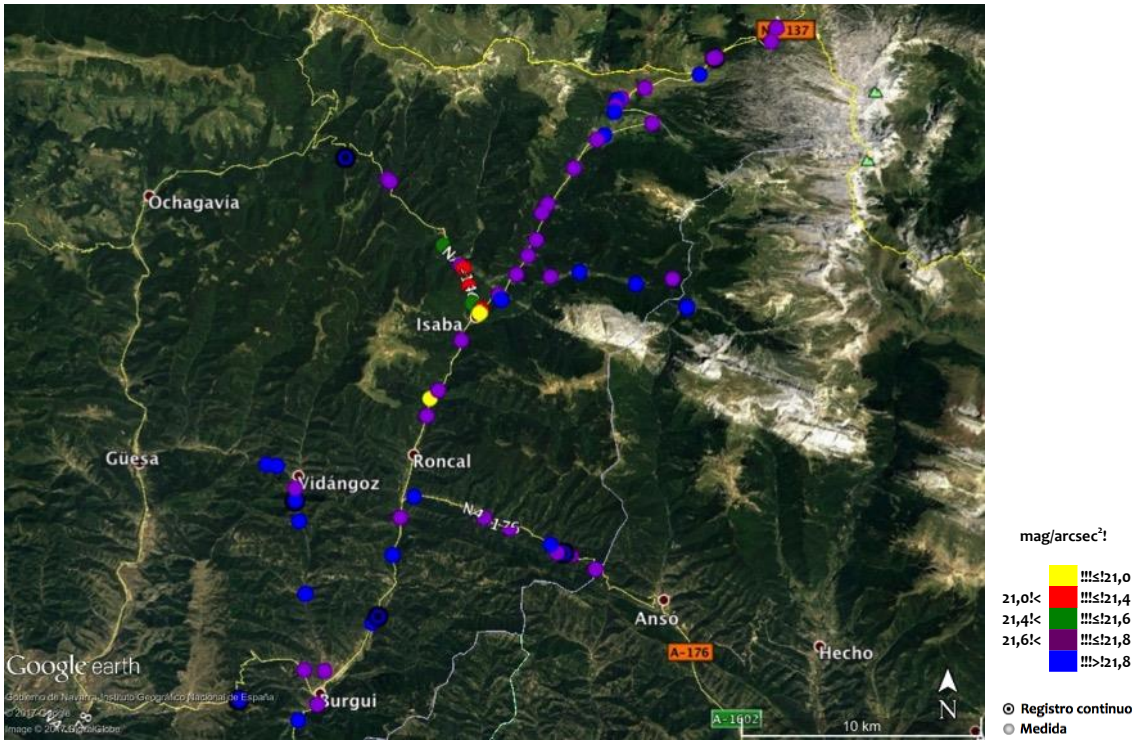


Imagen 17: Mapa de brillo del fondo del cielo o contaminación lumínica

Este mapa se presenta en el anexo 1 de esta memoria en formato A3 y todos los resultados también en digital .txt, .kmz y .kml para su visualización en Google Earth y compatible con GIS.

Se observa que **todo** el territorio tiene uno valores de oscuridad superiores a 21,0 mag/arcsec^2 y **prácticamente todo** está por encima de 21,4 mag/arcsec^2 (Reserva Starlight), salvo las afecciones de los propios núcleos urbanos por sus instalaciones de alumbrado exterior.

Por lo tanto, la totalidad del territorio quedaría dentro de la zona oscura del **Destino Turístico Starlight** y prácticamente la totalidad del territorio quedaría dentro del núcleo de una futura Reserva Starlight, en relación a los datos del brillo del fondo del cielo.

Paralelamente a las medidas in situ, se ha realizado un reportaje ***fotográfico del cielo nocturno*** a lo largo de todo el territorio desde zonas oscuras hacia los núcleos urbanos, para comprobar su resplandor luminoso nocturno en el horizonte y su orientación.

Algunos ejemplos de resplandor luminoso de los núcleos urbanos se muestran a continuación:

Imagen 18: Laza - ISO 6400; t:30s
Se aprecia el resplandor de Pamplona tras los árboles

Imagen 19: Las Coronas - ISO 6400; t:30s
Horizonte Norte hacia Tarbes (izda) y Jaca (dcha.)

Imagen 20: Garde-Ansó - ISO 6400; t:30s
Horizonte hacia el Sur

Imagen 21: Garde-Ansó - ISO 6400; t:30s
Resplandor luminoso de Pamplona hacia el Oeste

Imagen 22: Larra-Francia - ISO 6400; t:30s
Resplandor luminoso de Pamplona hacia el Oeste

Imagen 23: Larra-Francia - ISO 6400; t:30s
Resplandor luminoso hacia el Noreste (Tarbes, Pau)

2.1.2.- Transparencia

> 6 mag criterio para Destino Turístico Starlight

El grado de transparencia de un cielo está relacionado con la calidad y características de la atmósfera y su nivel de absorción (extinción de la luz), es decir, la reducción de la intensidad de la radiación de los objetos celestes como resultado de la absorción y la dispersión causada por la atmósfera de la Tierra.

Si la atmósfera es muy limpia, con escasos aerosoles y partículas contaminantes y sin apenas contaminación lumínica, el número de estrellas brillantes en el cielo que es posible observar a simple vista es elevado. En caso contrario, la luz de las estrellas se extinguiría y sólo sería posible observar a simple vista las estrellas más brillantes desapareciendo por tanto las menos brillantes.

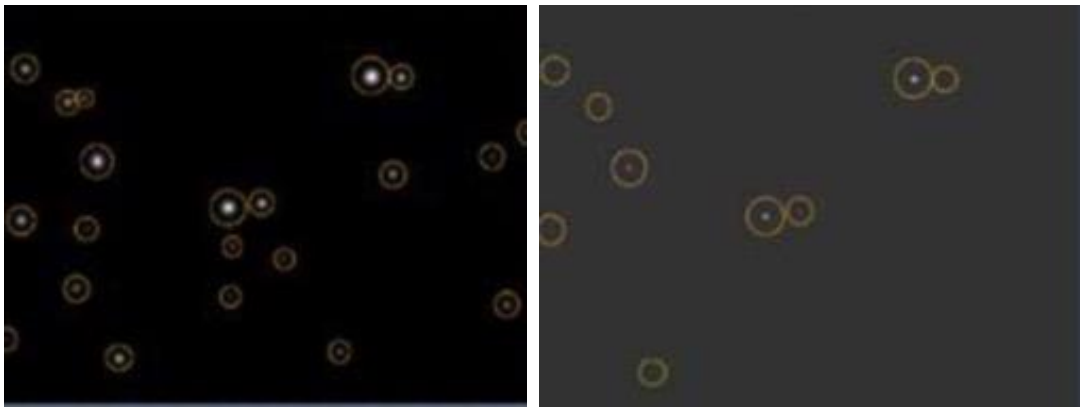


Imagen 24: Transparencia atmósfera limpia (izda.) y contaminada (dcha.)

Además, cuanto mayor sea el camino que ha de recorrer la luz a través de la atmósfera mayor cantidad de luz se dispersará y absorberá, por lo que se espera una menor absorción cuando se sitúa directamente encima del observador (cenit), aumentando según se aproxima hacia el horizonte.

En el caso de Reservas Starlight la transparencia atmosférica se mide a través del coeficiente de extinción atmosférica (curvas de extinción de las que disponen los observatorios profesionales), con un umbral de extinción atmosférica en el Visible de ≤ 0.15 mag.

Para Destino Turístico Starlight se obtiene a partir de la magnitud límite, que es la magnitud (brillo) de la estrella más débil que es posible observar a simple vista desde un lugar, y se fija un valor mínimo de 6 mag. Tras las medidas realizadas, como se muestra en esta memoria, los valores obtenidos dentro del **Valle de Roncal** son superiores a 6 mag.

Los valores de transparencia se han obtenido a partir de dos técnicas:

1.- Convirtiendo las medidas del SQM-LU dadas en unidades de mag/arcsec^2 (MPSAS) a unidades MALE (Magnitud límite, ó MELM (Naked Eye Limiting Magnitude) de transparencia (*Source: Olof Carlin, Nils. About Bradley E. Schaefer: Telescopic limiting Magnitudes*):

MALE = 7.93 – 5 log (10 $^{4.316-(MPSAS/5))}$+1)

En este sentido, el valor del brillo del fondo del cielo por ejemplo de 21,4 mag/arcsec^2 corresponde una MALE = 6,33.

Por tanto, a lo largo de todo el territorio se utilizó el procedimiento de conversión de las medidas tomadas con SQM-LU y SQM-LU-DL dadas en unidades de mag/arcsec^2 (MPSAS) a unidades MALE (Magnitud límite, ó MELM (Naked Eye Limiting Magnitude).

A continuación se muestran los valores de transparencia (mag) obtenidos tanto en los puntos de registros continuos como a lo largo de todo el territorio, que se presentan en el mapa 2 del anexo 1:

Nº REGISTRO	NOCHE	SERIAL S/N	SERIAL S/N			BRILLO	Nº
						mag/arcsec2	registros
RG1	28-mar	2335	Laza (alto de Uztarroz)	42°55'13" N	0°59'23" W	6,61	252
	20-ago	2335				6,48	1296
	21-ago	2335					
	22-ago	2335					
	23-ago	2335					
	24-ago	2335					
	25-ago	2335					
RG2	28-mar	3386	Vidangoz	42°47'34" N	1°00'55" W	6,56	290
RG3	28-mar	3390	Garde	42°46'25" N	0°52'44" W	6,57	292
	28-abr	3390				6,57	487
	20-ago	3386				6,44	1346
	21-ago	3386					
	22-ago	3386					
	23-ago	3386					
	24-ago	3386					
	25-ago	3386					
	26-ago	3386					
RG4	28-abr	2335	Alto de las Coronas	42°43'08" N	1°02'37" W	6,59	488
	20-ago	3390				6,42	1329
	21-ago	3390					
	22-ago	3390					
	23-ago	3390					
	24-ago	3390					
	25-ago	3390					
	26-ago	3390					
RG5	28-abr	3386	Burgui-Roncal	42°45'00" N	0°58'23" W	6,58	291
RG6	26-ago	2335	Cruce Zuriza	42°53'01"N	0°53'51"W	6,31	89
RG7	26-ago	3390	Belangua-Larra	42°56'19"N	0°51'17"W	6,36	82
RG8	Abr-Agos	PLANET.	El Ferial (Larra)	42°57'26"N	0°48'7"O	6,56	34.743
							42.314

Imagen 25: Medidas obtenidas en los 14 registros en Valle de Roncal

Latitude	Longitude	Name
42,773611	-0,878889	6,57
42,792778	-1,015278	6,56
42,862222	-0,921944	3,78
42,862327	-0,922228	3,78
42,862380	-0,922152	4,29
42,862477	-0,921993	2,99
42,863852	-0,921305	6,18
42,865975	-0,925778	6,39
42,872200	-0,927330	6,28
42,878833	-0,930135	6,27
42,879935	-0,931753	6,46
42,879722	-0,931667	6,46
42,9111111	-0,967500	6,48
42,920278	-0,989722	6,61
42,911944	-0,968889	6,48
42,887500	-0,940556	6,43
42,862222	-0,921944	4,51
42,868889	-0,912500	6,44
42,876667	-0,903333	6,47
42,883611	-0,897500	6,48
42,889444	-0,893333	6,50
42,902778	-0,887500	6,48
42,916111	-0,874167	6,50
42,926667	-0,862500	6,49
42,932778	-0,834444	6,50
42,939167	-0,853056	6,52
42,941944	-0,850000	6,50
42,950833	-0,810278	6,54
42,957222	-0,801944	6,51
42,963056	-0,773889	6,48
42,968056	-0,771111	6,49
42,968056	-0,771111	6,50
42,956944	-0,803333	6,52
42,945833	-0,838056	6,52
42,941389	-0,852222	6,54
42,936944	-0,853611	6,54
42,928333	-0,858611	6,54
42,899444	-0,890556	6,53
42,875833	-0,886111	6,53
42,877500	-0,871389	6,54
42,875000	-0,824167	6,53
42,864444	-0,816944	6,55
42,864444	-0,816944	6,56
42,864444	-0,816944	6,61

Latitude	Longitude	Name
42,864444	-0,816944	6,60
42,873056	-0,842778	6,57
42,867222	-0,911111	6,55
42,867222	-0,911111	6,54
42,852222	-0,931389	6,51
42,833611	-0,943056	6,48
42,824167	-0,948889	6,51
42,786389	-0,962222	6,50
42,772500	-0,966111	6,56
42,711111	-1,013889	6,56
42,716944	-1,004167	6,50
42,729722	-1,010833	6,51
42,718889	-1,043611	6,56
42,718889	-1,043611	6,56
42,729444	-1,000556	6,49
42,758056	-1,010278	6,57
42,792778	-1,015278	6,55
42,805556	-1,024722	6,59
42,806111	-1,030000	6,59
42,797222	-1,015556	6,53
42,785000	-1,013611	6,58
42,758056	-1,010278	6,59
42,747222	-0,976389	6,57
42,794167	-0,955278	6,54
42,786389	-0,919722	6,49
42,776389	-0,886111	6,55
42,772222	-0,875833	6,50
42,767222	-0,863333	6,50
42,773889	-0,879167	6,53
42,773333	-0,882778	6,53
42,782500	-0,906944	6,51
42,830556	-0,947222	4,01
42,773611	-0,878889	6,57
42,718889	-1,043611	6,59
42,750000	-0,973056	6,58
42,920278	-0,989722	6,61
42,792778	-1,015278	6,56
42,773611	-0,878889	6,57
42,718889	-1,043611	6,59
42,750000	-0,973056	6,58
42,883611	-0,897500	6,31
42,938611	-0,854722	6,36
42,957222	-0,801944	6,56

Imagen 26: Valores de transparencia a lo largo del territorio

Finalmente, en la imagen siguiente se muestra el mapa completo de todo el territorio con los resultados de este parámetro, y que se presenta en el *mapa 2 del anexo 1*:

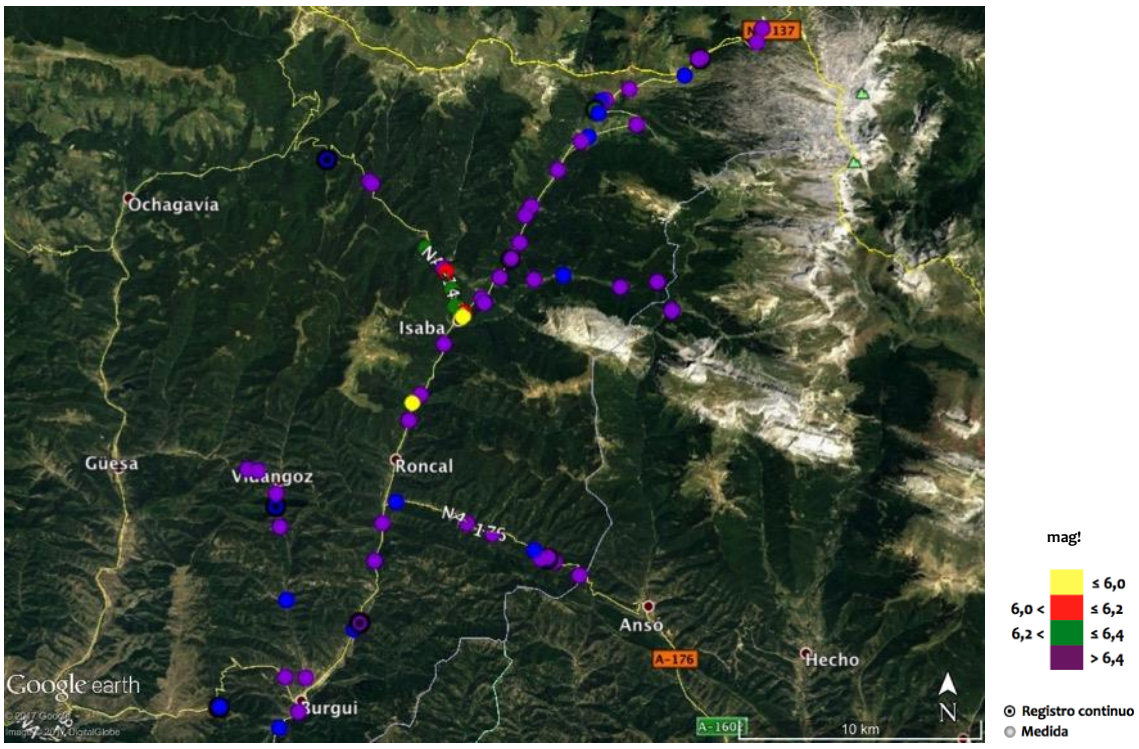


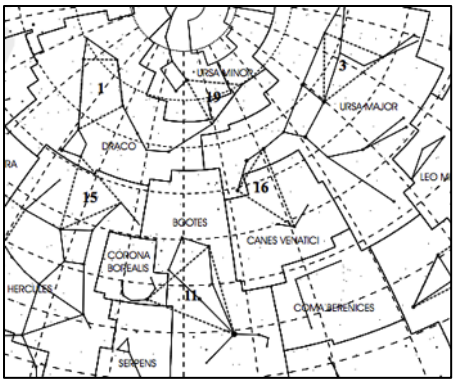
Imagen 27: Mapa de transparencia atmosférica

Como se observa, la totalidad del territorio está por encima del valor 6 mag, valor exigido para Destino Turístico Starlight.

2.- El procedimiento denominado **NELM (Naked Eye Limiting Magnitude),** descrito en el libro Visual Meteor Observers de la International Meteor Organization y utiliza el método (IMO) de conteo de estrellas dentro de campos de cielo nocturno definidos por polígonos que unen estrellas bien conocidas.

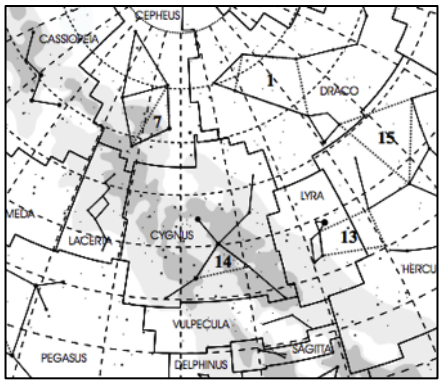
Para ello se utilizan las cartas del cielo identificando una o más estrellas de campo numeradas en las áreas del cielo tomadas para la medida y se cuentan las estrellas que se observan en ese área (tablas 180-1 del libro Visual Meteor Observers).

Se realizaron medidas en marzo, abril y agosto, a partir del procedimiento NELM utilizando los campos de estrellas correspondientes en marzo al número 3 (áreas próximas a la constelación de Usa Mayor), en abril al número 11 (áreas próximas a la constelación de Bootes) y en verano a los números 13 y 14 (áreas próximas a la constelaciones de la Lyra y el Cisne respectivamente), con los resultados siguientes:



3	
N	LM
5	4.5
6	4.6
7	4.8
8	5.2
9	5.4
11	5.7
13	5.8
14	6.0
15	6.1
16	6.2
17	6.3
18	6.4
19	6.5
20	6.6
23	6.7
25	6.8
27	6.9
29	7.0
33	7.1
37	7.2
44	7.3
49	7.4
54	7.5

11	
N	LM
6	4.5
7	4.7
9	4.9
10	5.0
11	5.3
13	5.7
14	5.8
17	5.9
19	6.0
21	6.1
23	6.2
25	6.3
27	6.4
30	6.5
32	6.6
36	6.7
39	6.8
45	6.9
52	7.0
55	7.1
60	7.2
69	7.3
73	7.4
86	7.5



13		14	
N	LM	N	LM
2	4.0	3	4.0
4	4.3	4	4.8
5	4.5	6	4.9
6	5.0	7	5.0
7	5.5	8	5.2
8	5.7	11	5.5
12	5.9	12	5.7
13	6.0	13	5.9
15	6.1	14	6.0
16	6.2	15	6.1
17	6.3	16	6.2
18	6.5	18	6.3
20	6.8	20	6.4
23	6.9	24	6.5
27	7.0	28	6.6
32	7.1	32	6.7
36	7.2	34	6.8
42	7.3	36	6.9
43	7.4	41	7.0
52	7.5	46	7.1
		49	7.2
		54	7.3
		61	7.4
		65	7.5

Imagen 28: campos de estrellas correspondientes a Bootes y Usa Mayor (izda.) y Lyra y Cisne (dcha.)

El resultado obtenido para el valor de la transparencia en esta ubicación es el siguiente:

Ubicación	Fecha	Osa Mayor (UMA)		Bootes (BOO) – Corona Borealis CRB		LM (mag)
		N° estrellas (promedio)	LM (mag)	N° estrellas (promedio)	LM (mag)	
Las Coronas	28 marzo	14	6,0			**6,00**
Las Coronas	28 abril			17	5,9	**5,90**
Garde-Ansó	28 abril			17	5,9	**5,90**

Ubicación	Fecha	Lyra (LYR)		Cisne (CYG)		LM (mag)
		N° estrellas (promedio)	LM (mag)	N° estrellas (promedio)	LM (mag)	
Laza	21 agosto	12	5,9	15	6,1	**6,00**
Las Coronas	22 agosto	12	5,9	14	6,0	**5,95**
Larra-Francia	24 agosto	13	6,0	15	6,1	**6,05**

Imagen 29: Resultados de las medidas de transparencia (NELM)

2.1.3.- Seeing

≤ 3" criterio para Destino Turístico Starlight

Este parámetro define el efecto distorsionador que la atmósfera ejerce sobre las imágenes de los objetos celestes tomadas desde la Tierra. Es decir, el camino óptico recorrido por los rayos de luz de los objetos exteriores a la atmósfera se deforma debido a las turbulencias atmosféricas, generando distorsiones en las imágenes astronómicas captadas desde el suelo.

Las turbulencias se deben principalmente al movimiento térmico del aire, que mezcla capas de aire de distinta temperatura y densidad, lo que provoca alteraciones mínimas en el camino de la luz procedente de una estrella porque las distintas densidades de aire refractan la luz en cantidades distintas.

Por tanto, el seeing es una medida del emborronamiento de una imagen astronómica por el paso de la luz por una atmósfera turbulenta, que puede producir efectos "engañosos", de tal manera, que una estrella doble podría verse como un solo objeto. Mientras que si la atmósfera está en calma y serena, se podrían distinguir dos objetos muy juntos.

Imagen 30: Efectos causados por la turbulencia de la atmósfera

La unidades de media de este parámetro son segundos de arco, que es el tamaño angular de la distorsión de la imagen del objeto celeste y da el resultado de la mejor resolución angular posible en unas condiciones de observación dadas. En los mejores lugares de observación del planeta (como La Palma, Atacama o Mauna Kea) el seeing registra un promedio de 85% -90% del tiempo con valores mejores de 1".

El límite aceptable para las Reservas Starlight implica que deber ser mejor o igual a 1" en los puntos excelentes de la zona núcleo, mientras que para Destino debe ser mejor o igual a 3".

Se han realizado medias utilizando dos metodologías e instrumentos diferentes:

1.- SM2- Seeing Monitor

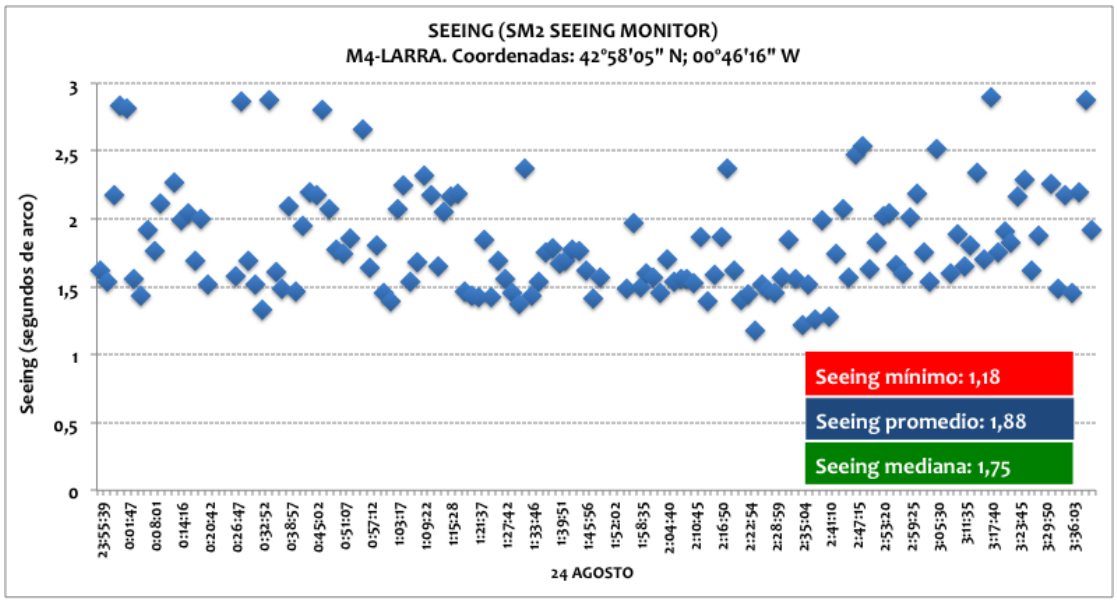
Instrumentación específica para la medida científica y objetiva del seeing, a través del análisis del Width Half Maximum (FWHM) en el cenit y en unidades de arcseconds de imágenes de larga exposición utilizando la técnica SIMM (Single Image Motion Monitor) apuntando a un punto fijo en el cielo que es la estrella Polar.

Dado que se mueve en el espacio de una medida, a través de un software específico se determina y corrige la deriva lineal del centroide de la posición de Polaris y se obtiene un valor del seeing cada 256 tomas de 0,01 sg que son procesadas por el software.

El sensor se emplea en una cámara QHY 5L-II, un CMOS MT9M034 de 1,2 megapíxeles con QE excepcionalmente alto (74%) y ruido de lectura excepcionalmente bajo (~ 5e-). La lente es de 100 mm f / 3.5 c de alta calidad.

Imagen 31: SM2 Seeing Monitor

Los resultados obtenidos con esta metodología se presentan en las tabla siguientes y en el anexo 2 de registros de medidas:



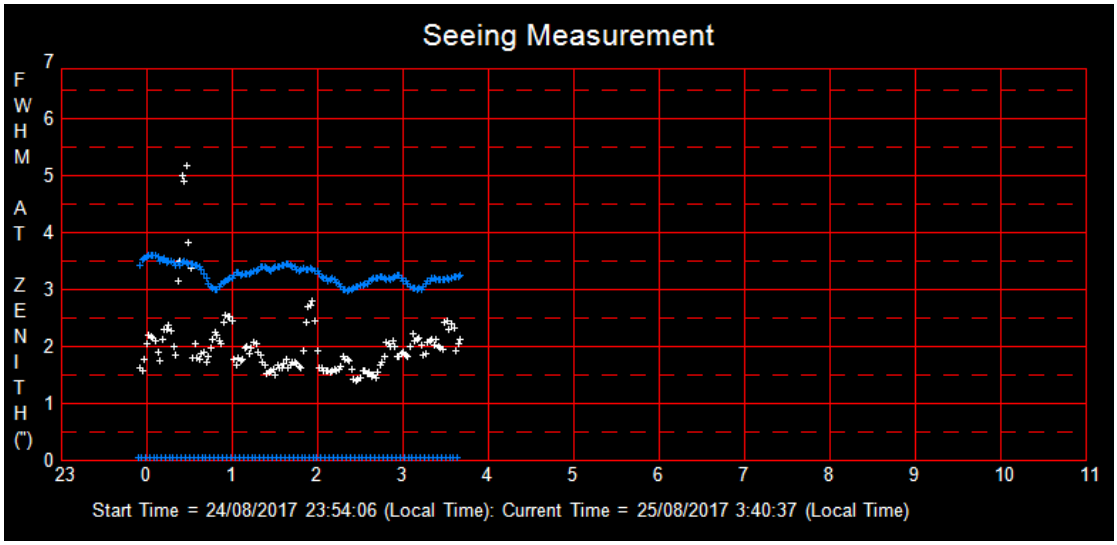
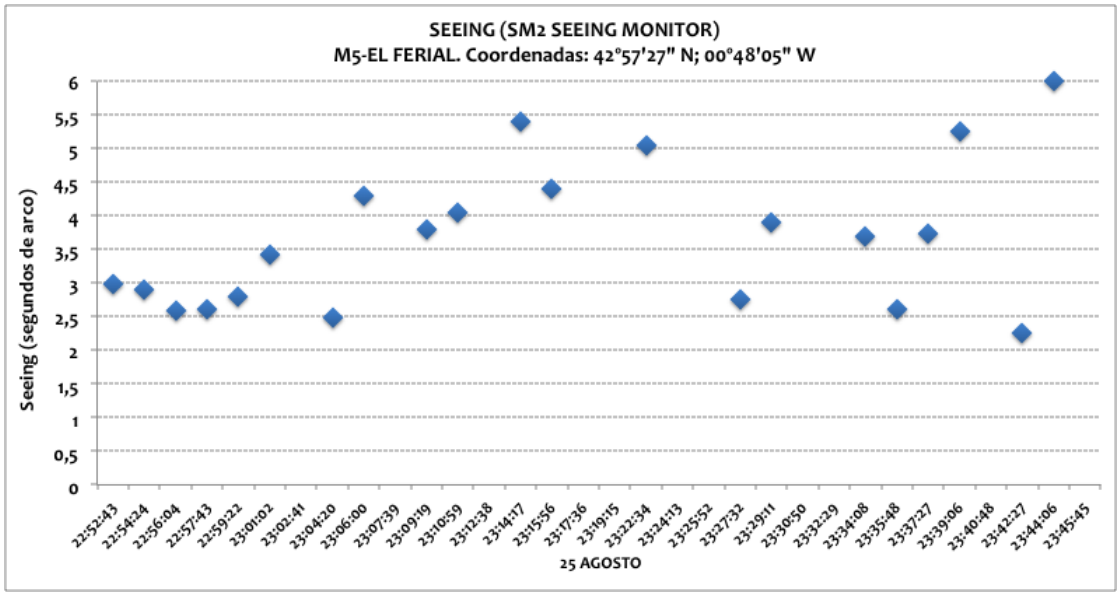


Imagen 32: Gráficas con valores del seeing durante toda la noche (SM2 Seeing Monitor). Larra

Se observa como los valores son inferiores a 3" durante toda la noche llegando a valores próximos a 1"



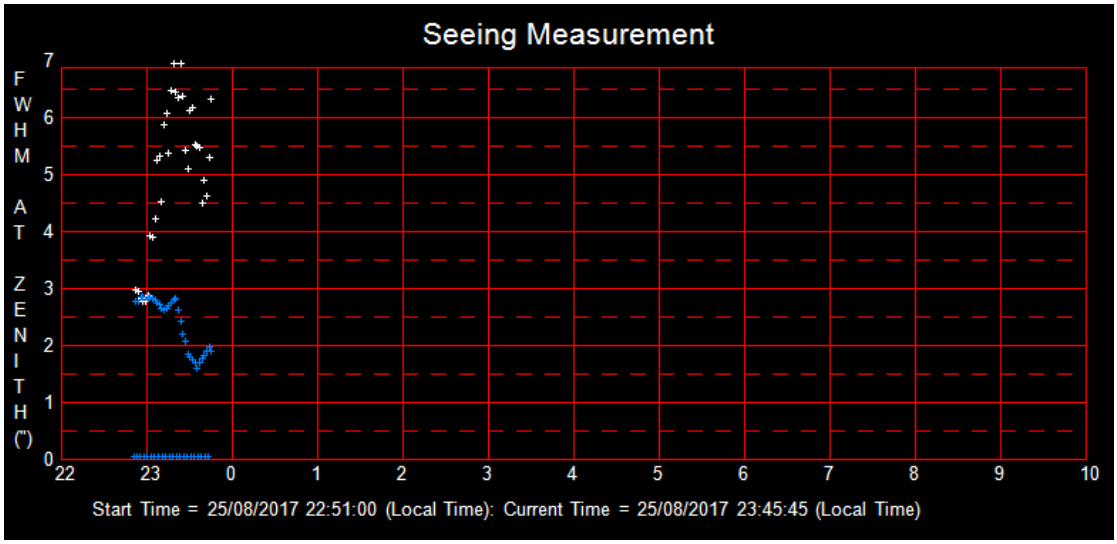


Imagen 33: Gráficas con valores del seeing durante toda la noche (SM2 Seeing Monitor). El Ferial

Esa noche había fuertes rachas de viento y la transparencia no era buena, por eso lo valores son tan desfavorables y dejamos de medir a medianoche.

2.- Telescopio con montura y oculares de distintos aumentos

Consiste en conseguir resolver estrellas dobles visibles en el cenit o lo más próximas a él. En la tabla siguiente se muestras las características específicas de los telescopios utilizados:

EQUIPO (campaña abril):

Telescopio	CELESTRON C8 SCT Diseño: Schmidt-Cassegrain Diámetro: 203mm. Distancia focal: 2000mmx2 con lente de Barlow (4000mm).
Montura	Ecuatorial alemana con motor de segumiento
Aumentos	Ocular Plossl de 17mm Aumento: 4000/17 = 235,39 aumentos

EQUIPO (campaña agosto):

Telescopio:	Refractor acromático de 127mm de apertura y 1200mm de focal: F9,4.
Montura:	HEQ-5 PRO con sistema de búsqueda automática de objetos y guiado de precisión en Ascensión Recta
Aumentos:	1.-Ocular Ethos Televue de 10mm = 120X 2.-Ocular Kepler de 5mm = 240X 3.-Ocular y barlow apocromática de Celestron X2 = 480X

Imagen 34: Medidas de seeing

Para obtener el valor del seeing, se han seleccionado varias estrellas dobles del catálogo de *Eagle Creek Observatory*, con distintas separaciones para intentar resolverlas y dar el valor del seeing en ese momento.

Las estrellas seleccionadas para ambas campañas son:

ESTRELLA DOBLE (*)								
Name	SAO	Sep	PA	Mag1	Mag2	RA	Dec	Spect
BU648	67612	1,0	223	5,5	7,5	18:57:00	+32:54	G0
78 UMA	28601	1,0	21	5,0	7,5	13:00.7	+56:21	F2
CASTOR	60198	1,8	140	2,5	3,5	07:34.6	+31:53	G3
DUBHE ALPHA UMA	15384	0,6	285	2,0	5,0	11:03.8	+61:44	K0
EPS BOO	83500	2,9	337	2,5	5,0	14:45	+27:04	K0/A2
EPSILON 01 LYRA	67310	1,5	93	5,0	6,0	18:44	+39:40	A4
EPSILON 02 LYRA	67315	1,9	354	5,5	4,5	18:44:03	+39:37	F1
iota Cas	12298	2,2	241	4,0	7,0	2:29.1	67:24:00	A5
Sigma Cas	35947	3,0	326	5,5	7,5	23:58.9	+55:45	B1/B3
iota leo	99587	1,0	205	4,0	6,5	11:23.9	+10:31	F2
STF 2448 Lyr	67752	2,7	191	8,0	8,0	19:03.7	+35:44	A3
HD 25812 Tau	93758	2,6	102	8,5	9,0	04:05.8	+10:58	F8
47 Tau	111674	1,1	226	5,5	8,0	04:13.9	+09:15	gG5
BU1133	69222	0,9	338	7,0	9,5	19:59.7	+31:49	A0
KU2								

(*) **http://astronomy.eaglecreekobservatory.org/doubles/**

Imagen 35: Listado de estrellas dobles utilizadas

Los resultados obtenidos a lo largo del territorio en ambas campañas y según la descripción indicada, se presentan en la tabla siguiente:

Noche	UBICACIÓN		Hora	Estrella	RESUELVE	Sep (")	SEEING (")		
							PROMEDIO	MEDIANA	MÍNIMO
28-abr	Alto Las Coronas	42°43'08" N 1°02'37" W	22:00-4:00	CASTOR	SI	1,8	1,3	1,0	1,0
				iota leo	SI	1,0			
				78 UMA	SI	1,0			
				DUBHE ALPHA UMA	NO	0,6			

Alto Laza 21-08-2017 Valle del Roncal

42 55 13 N 00 59 23 W 1090 msnm

Noche	Estrella	TIEMPO MIN	Sep (")	RESUELTA	SEEING (")		
					PROMEDIO	MEDIANA	MÍNIMO
21-ago	BU648	0:20:00	1	SI	1,14	1,00	0,70
	Epsilon Lyr	0:28:00	1,5	SI			
	BU1173 Cyg	0:35:00	0,9	SI			
	STF2657	0:48:00	0,8	SI			
	BU249 Aql	1:11:00	0,9	SI			
	Epsilon Lyr	1:25:00	1,5	SI			
	STF2438	1:49:00	0,7	SI			
	KU2	1:55:00	0,7	SI			
	BU648	2:02:00	1	SI			
	Epsilon Lyr	2:46:00	1,5	SI			
	Epsilon Lyr	3:25:00	1,9	SI			
	BU159	4:00:00	1,3	SI			

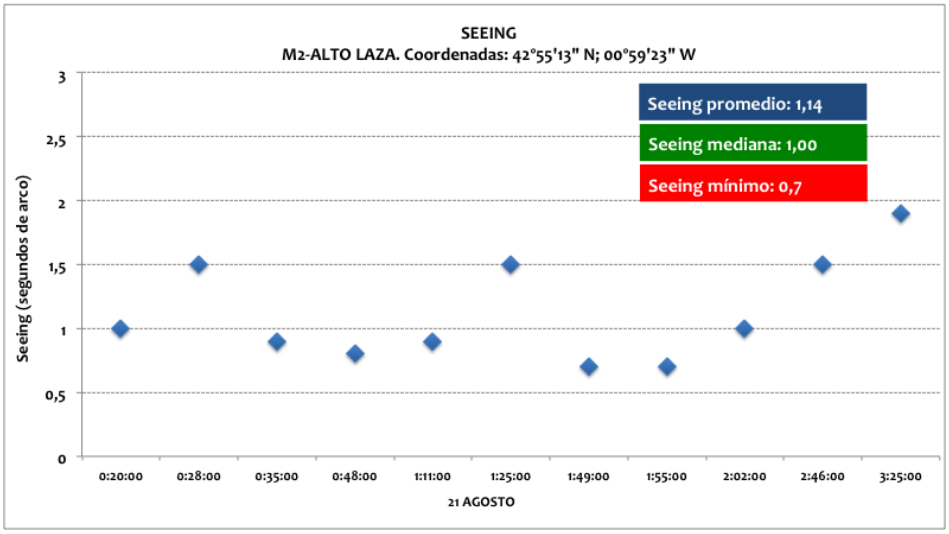
23-08-2017 Las Coronas - Valle del Roncal
42 43 08 N 001 32 06 W

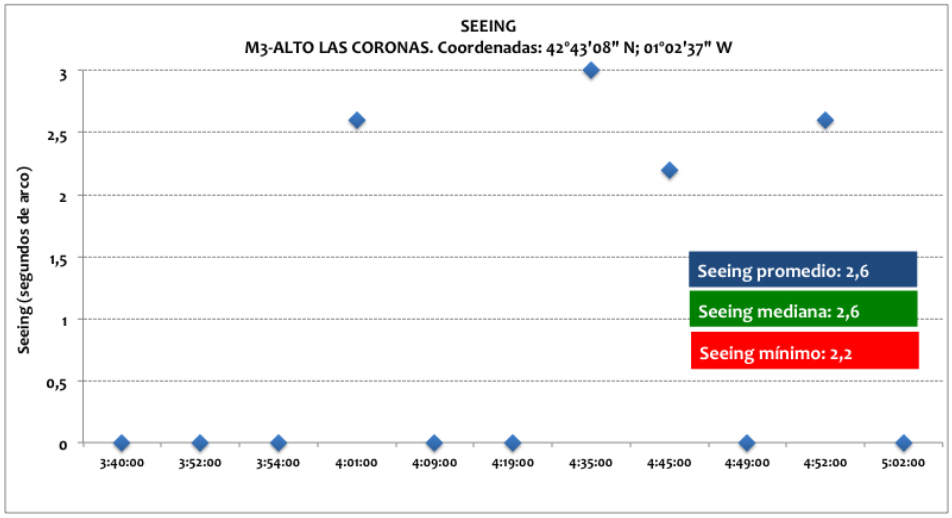
Noche	Estrella	TIEMPO MIN	Sep (")	RESUELTA	SEEING (")		
					PROMEDIO	MEDIANA	MÍNIMO
	iota Cas	3:40:00	2,2	NR	2,60	2,60	2,20
	Epsilon Lyr	3:52:00	1,5	NR			
	STF 2448 Lyr	3:54:00	2,7	NR			
	STF 2948	4:01:00	2,6	2,6			
	Sigma Cas	4:09:00	3	NR			
23-ago	Epsilon Lyr	4:19:00	1,5	NR			
	Sigma Cas	4:35:00	3	3			
	iota Cas	4:45:00	2,2	2,2			
	Epsilon Lyr	4:49:00	1,5	NR			
	HD 25812 Tau	4:52:00	2,6	2,6			
	47 Tau	5:02:00	1,1	NR			

24-08-2017 Larra - Valle del Roncal
42 58 05 N 000 46 16 W 1750 msnm

Noche	Estrella	TIEMPO MIN	Sep (")	RESUELTA	SEEING (")		
					PROMEDIO	MEDIANA	MÍNIMO
	Epsilon Lyr	22:55	1,5	1,5	1,55	1,50	0,90
	iota Cas	23:20	2,2	2,2			
	BU648	23:38	1	1			
	BU1133	23:55	0,9	0,9			
	Epsilon Lyr	0:05	1,5	1,5			
	Dubhe	0:10	0,6	NR			
	Epsilon Lyr	0:15	1,9	1,9			
	Epsilon Lyr	0:24	1,5	1,5			
	KU2	0:36	NR	NR			
	BU648	0:51	1	1			
	BU1133	1:00	0,9	NR			
	Epsilon Lyr	1:07	1,5	1,5			
24-ago	BU1133	1:28	0,9	0,9			
	Epsilon Lyr	1:38	1,9	1,9			
	BU648	1:56	1	NR			
	Epsilon Lyr	2:07	1,5	1,5			
	BU1133	2:14	0,9	NR			
	Epsilon Lyr	2:19	1,9	1,9			
	BU648	2:29	1	NR			
	Epsilon Lyr	2:35	1,9	1,9			
	Epsilon Lyr	2:54	1,5	1,5			
	BU648	3:04	1	NR			
	Epsilon Lyr	3:12	1,5	1,5			
	47 Tau	3:22	1,1	NR			
	Epsilon Lyr	3:28	1,5	NR			
	iota Cas	3:39	2,2	2,2			

Imagen 36: Valores de seeing mediante resolución visual de estrellas dobles





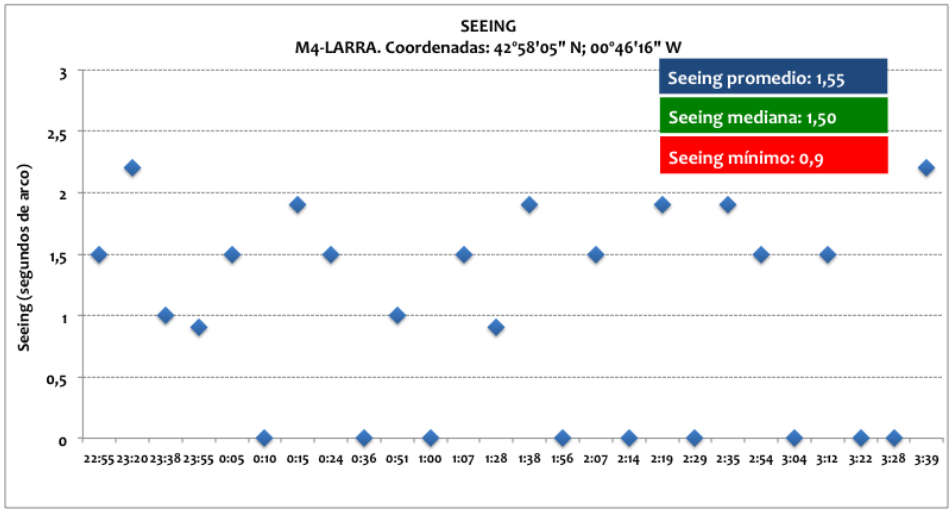


Imagen 37: Gráficas del seeing en el Valle de Roncal

Las medidas realizadas arrojan valores de **seeing** dentro del Valle de Roncal **inferiores a 3"** en todos los casos, que es límite para Destino Turístico Starlight. Incluso se obtienen medidas ligeramente inferiores a 1", que es el límite para Reserva. Los valores de cero, corresponden a las estrellas dobles que no se consiguieron resolver cuya separación es la indicada en las tablas numéricas.

En el mapa 3 del anexo 1 se muestra la ubicación de las medidas y su valor.

2.1.4.- Cobertura de nubes

≤ 50% cielos despejadas para Destino Turístico Starlight

Uno de los parámetros relevantes en la determinación de la idoneidad de un lugar para las observaciones astronómicas viene dado por el tiempo útil de observación, que vendrá determinado por la climatología del lugar. Las variables meteorológicas más relevantes son los regímenes de viento, la humedad relativa y la cobertura de nubes.

Las dos primeras limitan la operación técnica de cualquier infraestructura astronómica, mientras que la última condiciona la posibilidad de observar. Por tanto, un parámetro relevante para definir un lugar idóneo de observación vendrá dado por el porcentaje de noches despejadas al año en el sitio. En el caso de Destino Starlight el mínimo porcentaje de noches despejadas debe ser 50%, mientras que para Reservas Starlight deberá ser del 60%.

Para estimar este parámetro se ha calculado el **coeficiente de transmisión atmosférica (k),** que es inversamente proporcional a la cobertura de nubes, y que relaciona los valores de:

- **Irradiación solar extraterrestre (A),** que incide en plano horizontal en el límite superior de la atmósfera y depende de factores naturales astronómicos. Su valor depende de la distancia media (r_o) y actual (r) Sol-Tierra, de la constante solar (ISC= 1367 W/m^{-2}) y del ángulo solar cenital (θ). *Duffie, J.A. and W.A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, Wiley, New York, as summarized in Maidment, Handbook of Hydrology, 1993.*

- **Irradiación solar terrestre (B),** tomados en plano horizontal en la superficie terrestre, obtenidos a través de ADRESE *(Acceso a Datos de Radiación Solar en España).* También de los datos del Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT, con valores similares en ambas fuentes de información.

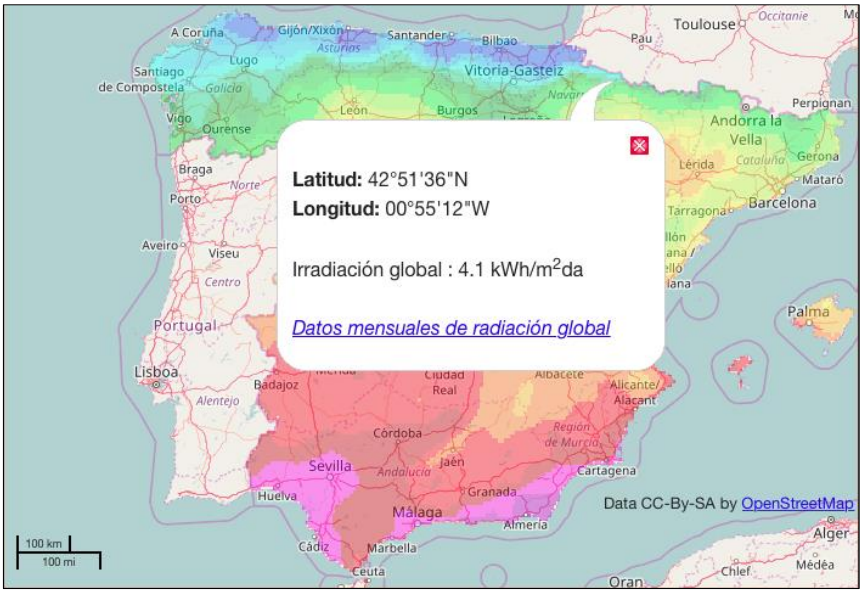


Imagen 38: Irradiación Solar en la zona del Valle de Roncal. Fuente ADRESE

Se parte de los datos obtenidos de irradiancia solar en superficie en el portal ADRESE, correspondientes a una latitud promedio representativa del **Valle de Roncal** (42° 51') tal y como se muestra en la gráfica y mapa siguiente:

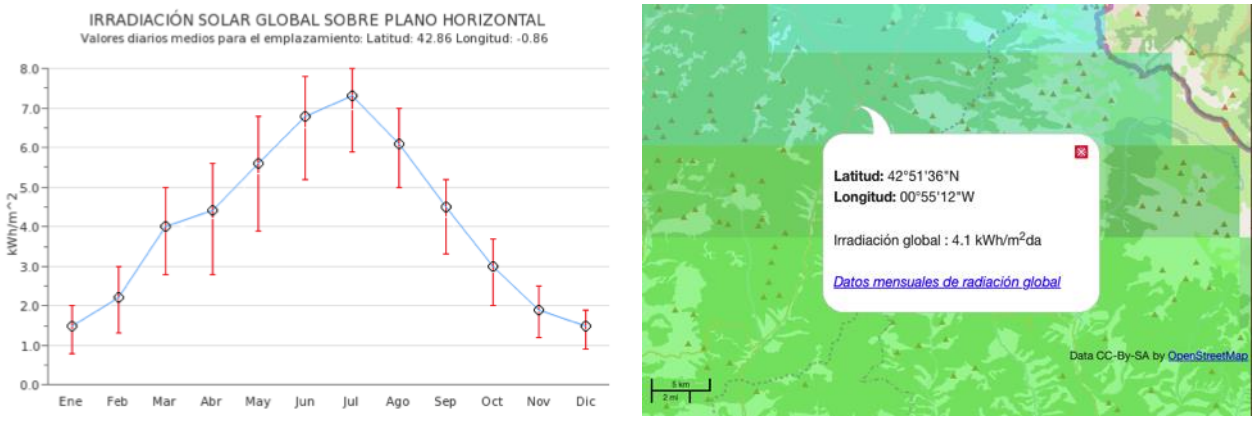


Imagen 39: Irradiancia solar en suelo: Fuente ADRESE

Estos datos obtenidos a través del portal ADRESE representan la irradiación solar media mensual representativa de un largo periodo (al menos 10 años con lo cual son datos estadísticos representativos del territorio), con una resolución aproximada de 5x5 km.

También se han utilizado los datos obtenidos del Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT, con datos registrados entre el año 1982-2005 (también un período importante de registros).

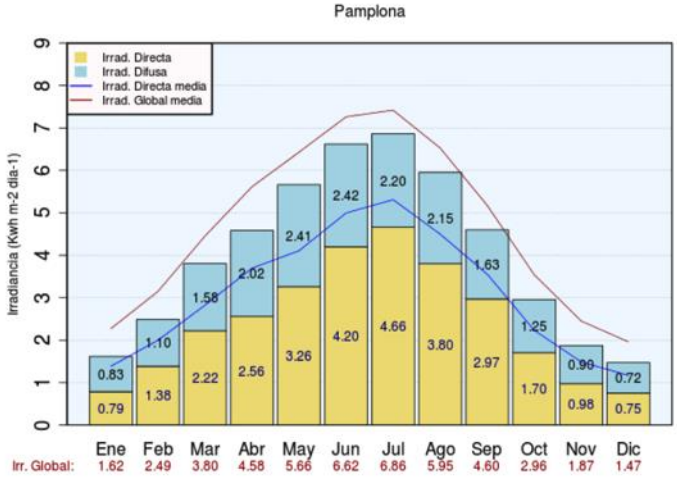


Imagen 40: Irradiancia solar en suelo: Fuente EUMETSAT

A continuación se detallan los valores tomados de este parámetro en la zona de estudio, tanto del EUMESAT como de ADRESE:

B IRRADIANCIA SOLAR PROMEDIO EN 42ºN

	LATITUD NORTE	HEMISFERIO NORTE en Kwh m-2 día-1											
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
EUMETSAT	42º	1,62	2,49	3,80	4,58	5,66	6,62	6,86	5,95	4,60	2,96	1,87	1,47
ADRASE	42º	1,50	2,20	4,00	4,40	5,60	6,80	7,30	6,10	4,50	3,00	1,90	1,50

Imagen 41: Irradiancia solar en suelo para la zona del Valle de Roncal

Por otro lado se han tomado los valores de la irradiancia solar extraterrestre, para esa latitud (42º) en el Hemisferio Norte:

A RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE

	LATITUD NORTE	HEMISFERIO NORTE Ra en MJ m-2 día-1											
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
MJ m-2 día-1	42º	13,8	19,5	26,6	34,1	39,4	41,8	40,8	36,6	29,9	22,4	15,7	12,4
kWh m-2 día-1	42º	**3,83**	**5,42**	**7,39**	**9,47**	**10,95**	**11,61**	**11,33**	**10,17**	**8,31**	**6,22**	**4,36**	**3,44**

Imagen 42: Irradiancia extraterrestre en la latitud del Hemisferio Norte bajo estudio

Considerando ambos parámetros anteriores, se obtienen los valores del factor de transmisión (k) mensuales y anuales, que es inversamente proporcional a la cobertura de nubes (n):

k FACTOR DE TRANSMISIÓN LATITUD 42ºN

	LATITUD NORTE	HEMISFERIO NORTE												% k/año
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
EUMETSAT	k	0,42	0,46	0,51	0,48	0,52	0,57	0,61	0,59	0,55	0,48	0,43	0,43	0,50
ADRASE	k	0,39	0,41	0,54	0,46	0,51	0,59	0,64	0,60	0,54	0,48	0,44	0,44	0,50

Imagen 43: Valores del factor de transmisión obtenidos en el Valle de Roncal

Tomando los datos de ADRASE, se observa que en los meses de verano el factor de transmisión atmosférica es relativamente alto lo que implica un índice de nubosidad bajo. Pero en los meses de invierno, entre noviembre y febrero los valores del factor de transmisión son más bajos y por tanto indica que la cobertura de nubes es mayor, pero está en torno al 42%. **El valor promedio anual es del 50%** y por tanto en el límite para un Destino Turístico Starlight.

Estos resultados son coherentes con el hecho de que el **Valle de Roncal** está dentro de la zona **climática Pirenaica de Navarra**. El Pirineo ocupa la región nororiental de Navarra, y alcanza su máxima elevación en el territorio en el límite con Huesca y Francia, en la Mesa de los Tres Reyes a 2.433 m. sobre el nivel del mar, tal y como se muestra en la imagen que sigue:

Imagen 44: zonas climáticas de Navarra. Valle de Roncal en zona Pirenaica de alta montaña

Su clima presenta unas condiciones mucho más continentales que los valles cantábricos, motivadas por el alejamiento del mar y por una mayor altitud del territorio. Sigue siendo oceánico o marítimo de costa occidental (Cfb) según Köppen, aunque con inviernos más fríos. En las cimas más altas es posible la existencia de un clima subalpino, o continental de verano fresco (Dfb), con inviernos muy fríos y con nieve.

Dentro de esta zona climática podemos resumir que de norte a sur disminuyen las precipitaciones y aumentan las temperaturas, conforme desciende la altitud y nos acercamos a la zona más meridional. Conviene hacer notar que la cordillera pirenaica, dispuesta de este a oeste, supone una importante barrera a las nubes que vienen del norte.

Por ello la vertiente sur es mucho menos lluviosa y más soleada que la vertiente francesa, y con un mínimo de pluviosidad marcado en verano. La precipitación acumulada anual en esta zona varía entre 2.200 y 1000 l/m2 de norte a sur, oscilando la temperatura media anual entre los 7 y los 11,5°C. En cuanto a la insolación anual, varía de norte a sur entre 1.800 y 2.150 horas.

Finalmente, y según el estudio de caracterización agroclimática de Navarra publicada por el Ministerio de Agricultura (1986), la zona de alta montaña se caracteriza por una abundante nubosidad y precipitaciones frecuentes en forma líquida o de nieve, con vientos húmedos del Noroeste asociados al paso de frentes fríos del Cantábrico. Está muy influenciada por masas de aire atlánticas y la temperatura media anual oscila entre 7 y 9°C., con una precipitación del orden de 1.200 a 2.000 mm. de promedio anual, una insolación de unas 1.200 horas y con **más de 120 días cubiertos al año**. **Sin embargo, más hacia el Este, en las estribaciones del Pirineo y Prepirineo, la influencia marítima disminuye sensiblemente y el clima presenta un carácter más continental**.

2.2.- Dimensión energética. Contaminación lumínica y compromiso con el Cambio Climático

Un diseño no eficiente e inadecuado de la iluminación artificial nocturna (como por ejemplo una sobreiluminación no justificada, la emisión de luz en planos que no es necesario iluminar, el color de la misma, etc.) es el principal foco de contaminación lumínica y su control permite mejorar la calidad lumínica de las calles, la seguridad de las personas y reducir el consumo energético, que en la mayoría de los casos está en torno al 50% del gasto energético total de un Ayuntamiento.

Por ello, garantizar la calidad del cielo nocturno representa también un ahorro energético real y permite estar en disposición de establecer un adecuado compromiso en la lucha contra el cambio climático. Así, un aspecto clave dentro de los Destino Turísticos es el control de las instalaciones y conocer su dimensión en términos energéticos y de focos contaminantes.

Todas las instalaciones de alumbrado exterior en España deben cumplir con el R.D. 1890/2008 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnicas complementarias EA-01 a EA-07, además del REBT.

En este sentido, se ha realizado un análisis básico de las instalaciones de alumbrado exterior de los municipios integrantes del ámbito territorial Starlight del **Valle de Roncal**, a partir de cuestionarios y entrevistas con los responsables técnicos para evaluar la dimensión energética y lumínica de las instalaciones y detectar los puntos de luz contaminantes. Esto servirá como punto de partida para definir una serie de acciones de mejora y prevención de la contaminación lumínica dentro del PLAN DE ACCIÓN STARLIGHT.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para caracterizar la situación actual del alumbrado exterior que se ha realizado en colaboración con los ayuntamientos y para analizar las posibilidad de mejora, lo que sentará las bases del plan de acción a acometer.

Municipio	TODOS	Burgui	Garde	Isaba	Roncal	Urzainqui	Uztarroz	Vidangoz
Número de habitantes	1439	236	173	439	246	104	148	93
Superficie del municipio (km2)	413,02	64,6	43,59	147,4	38,84	21,2	58,19	39,2
Número Puntos de luz	802	0	80	300	172	81	110	59
Número Cuadro de alumbrado	11	0	1	4	3	1	1	1
Consumo anual AE (kWh/año)	306.284,96	-	47.460,00	85.157,00	64.009,00	38.317,08	48.007,38	23.334,50
Gasto anual AE (€/año)	45.764,0 €	- €	5.695,2 €	12.792,1 €	12.585,0 €	6.130,7 €	5.760,9 €	2.800,1 €
Consumo anual/hab (kWh/año/hab)	254,60	0,0	274,3	194,0	260,2	368,4	324,4	250,9
Horario funcionamiento (h)	4.100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100
Sistemas de Accionamiento								
CM1	0	0	F	F	R.A.	R.A.	F./R.A.	F
CM2	0	0	0	F	R.A	-	0	0
CM3	0	0	0	F	R.A	-	0	0
CM4	0	0	0	R.A.	-	-	0	0
CM5	0	0	0	-	-	-	0	0
Sistemas de regulación de flujo								
CM1	0	0	R.E. Cabecera	NO	NO	R.E. Cabecera	DIMMING	BALASTO P.P.
CM2	0	0	0	NO	NO	-	0	0
CM3	0	0	0	NO	NO	-	0	0
CM4	0	0	0	Telegestión	-	-	0	0
CM5	0	0	0	-	-	-	0	0
Nº Lámparas	802	0	80	300	172	81	110	59
VSAP	315	0	0	20	157	79	0	59
VSAP BLANCO	80	0	80	0	0	0	0	0
VM	150	0	0	60	15	0	75	0
HM	2	0	0	0	0	2	0	0
LED frío >5000k	220	0	0	220	0	0	0	0
LED neutro 4000k	35	0	0	0	0	0	35	0
LED cálido < 3000k	0	0	0	0	0	0	0	0
LED-RETROFIT	0	0	0	0	0	0	0	0
OTRAS	0	0	0	0	0	0	0	0
Nº Luminarias	802	0	80	300	172	81	110	59
VILLA/FERNANDINO	369	0	59	0	127	66	75	42
VILLA/FERNANDINO FHS = 0%	220	0	0	220	0	0	0	0
GLOBO	60	0	0	60	0	0	0	0
AMBIENTAL PLANA	0	0	0	0	0	0	0	0
CAZOLETA ABIERTA	10	0	0	0	10	0	0	0
VIAL CERRADA CURVA	73	0	21	0	35	0	0	17
VIAL CERRADA PLANA	68	0	0	20	0	13	35	0
RETROFIT en VILLA	0	0	0	0	0	0	0	0
RETROFIT en VIAL	0	0	0	0	0	0	0	0
PROYECTORES	2	0	0	0	0	2	0	0
OTRAS	0	0	0	0	0	0	0	0

Imagen 45: Tabla completa de los datos inventariados de las instalaciones de alumbrado exterior

2.2.1- Consumo energético

Según la información recopilada, el consumo eléctrico anual relativo al alumbrado público de los 7 municipios del **Valle de Roncal**, *excepto Burgui* (en base a los equipos inventariados y su funcionamiento) asciende **306.284,96 kWh**, lo que supone un coste anual de **45.764,0 €,** (asumiendo un coste promedio de 0,12€/kwh según distintas tipología de tarifas). Considerando que el ámbito territorial tiene un total de **1.439 habitantes**, se obtiene un ratio de **254,60 kWh/hab/año**. Como referencia, el promedio estatal de consumo energético de alumbrado exterior por habitante y año es de 116 kWh/hab, lo que supone casi el **220%** de consumo por habitante y año en relación al resto del estado, si bien, debe tenerse en cuenta que el ratio se incrementa cuanto menor sea la población (por lo que se penalizan los municipios pequeños) y que no es razonable comparar las grandes ciudades con municipios de baja densidad de población, por diferencias obvias.

Por tanto, este elevado indicador del consumo energético actual por habitante, muestra el gran margen de mejora que tienen los municipios dentro del ámbito del Destino Turístico Starlight para incrementar su eficiencia y reducir el consumo y que sin duda es un objetivo esencial dentro del PLAN DE ACCIÓN STARLIGHT.

Por ello, las acciones que se incluyen en él están dirigidas a optimizar las instalaciones de alumbrado exterior para minimizar la contaminación lumínica y reducir el consumo energético sin mermar la seguridad de los habitantes y consiguiendo el correcto equilibrio entre la funcionalidad de la iluminación nocturna y el cuidado por preservar las condiciones de oscuridad del medio y del cielo nocturno.

2.2.2- Instalaciones de alumbrado exterior

El análisis de las instalaciones de alumbrado existentes en la actualidad se ha realizado sobre los elementos que consumen energía y que pueden generar contaminación.

2.2.2.1.- Sistemas de accionamiento

El **55%** de las instalaciones funcionan mediante **fotocélulas** y el **45%** con **reloj astronómico.**

Las fotocélulas presentan la ventaja de ajustar las órdenes de encendido y apagado a la luminosidad ambiental, pero normalmente en el transcurso del tiempo pierden precisión y su mantenimiento es bastante difícil, mientras que los relojes astronómicos digitales, aun cuando tienen una gran precisión en el cálculo del orto y el ocaso y resultan de fácil mantenimiento, tienen el inconveniente de los problemas que se presentan los días de poca luminosidad, ya que no es posible corregir los horarios programados.

Cuando resulte viable (previo análisis independiente a través de una auditoría), puesto que estos equipos requieren una mayor inversión, serán recomendables los sistemas de encendido centralizado que accionarán el alumbrado desde un puesto central (sistema de gestión centralizada como en Isaba), enviando una orden de encendido y apagado a los cuadros de alumbrado de una manera sincronizada, atendiendo a un reloj central o una fotocélula patrón.

Tienen la ventaja que pueden controlarse las órdenes con precisión y sincronismo, y el inconveniente que se presentan problemas cuando, por cualquier circunstancia, falla la orden de mando y no existen elementos de seguridad adicionales. Depende también del estado de las líneas.

2.2.2.2.- Sistemas de regulación de flujo luminoso

El **73%** de las instalaciones disponen de un sistema de regulación de flujo luminoso que se corresponde en: **18% regulador-estabilizador en cabecera de línea (Garde y Urzainqui)**, el **9%** con **sistemas balastos de doble nivel (Vidangoz), un 36% mediante telegestión (Isaba) y un 9%** con **driver dimmimg punto a punto (nuevas luminarias LED de la carretera de Uztarroz).**

Para la elección, en cada supuesto, del sistema idóneo y el establecimiento del porcentaje de ahorro energético, deberán considerarse las variaciones de tensión de la red, sus características, tipos de lámparas a implantar, etc. y en el caso de instalaciones existentes, el estado de las líneas eléctricas de alimentación de los puntos de luz, secciones, caídas de tensión, equilibrio de fases, armónicos, etc. Todo ello podrá obtener del análisis detallado de la situación existente, junto con el análisis de viabilidad técnico-económica.

La regulación en cabecera de línea requiere de un mínimo número de puntos de luz para que salga más rentable que los sistemas punto a punto (al igual que para la telegestión que aún requiere mayor inversión), depende del estado de las líneas, de la caída de tensión y también de otros aspectos fundamentales el que sea adecuada su instalación como por ejemplo el estado de las líneas, especialmente las caídas de tensión existentes, y las condiciones meteorológicas.

Las opciones que pueden resultar más interesantes, si así lo confirma un análisis de viabilidad técnico-económica, son los sistemas de regulación en punto de doble nivel, mediante balasto electrónico o con driver (para tecnología LED) tipo dimming, con varios escalones de regulación del flujo luminoso.

El **apagado parcial de los puntos de luz, está fuera del RD1890** y no se considera adecuado por la pérdida de uniformidad que supone.

2.2.2.3.- Lámparas

El **39%** de las lámparas instaladas en el territorio son de **Vapor de Sodio de Alta Presión (VSAP),** que son unas de las más eficaces del mercado y tienen un espectro de emisión compatible con la vida nocturna y la calidad del cielo nocturno, por lo que son las aceptadas dentro del PLAN DE ACCIÓN.

El **19%** son de **Vapor de Mercurio (VM)**, las menos eficaces y que además están prohibidas por el RD 1890 y además su color blanco hace que sean **contaminantes**, al igual que la tecnología **LED de color blanco frío y neutro (≥4000k)**, que está instalado en el **32% del territorio**.

Por tanto, las lámparas de luz blanca se deberán ir sustituyendo paulatinamente como se establece en una de las acciones prioritarias del PLAN DE ACCIÓN. **En este punto se debe tener especial cuidado ya que se han presentado memorias valoradas a las subvenciones que publica Gobierno de Navarra con LEDs de temperatura de color 4000k en varios municipios, lo que resulta incompatible con la certificación Starlight.**

2.2.2.4.- Luminarias

Las luminarias que se consideran contaminantes son aquellas que tienen un Flujo Hemisférico Superior instalado (flujo por encima de la horizontal de la luminaria) FHS_{inst}> 1%, según la zonificación establecida en el RD1890 que es de competencia estatal, tal y como se explica en el capítulo V. En total el **64% de las luminarias se consideran contaminantes**, distribuidas en los siguientes modelos según los datos facilitados por los Ayuntamientos:

Modelo luminaria		% FHS_{inst}	% Territorio
	FAROL VILLA (lámpara vertical)	≈ 39	46,0
	FAROL VILLA con BLOQUE OPTICO con difusores laterales	≈ 5	27,4
	FAROL con BLOQUE OPTICO sin difusores laterales	≈ 1	
	VIAL "cazuela"	≈ 5 *Según inclinación instalación*	10,3
	VIAL con cierre CURVO	≈ 5 *Según inclinación instalación*	
	VIAL y AMBIENTAL con cierre PLANO	≈ 1 *Según inclinación instalación*	8,5
	ESFÉRICA globo	≈ 50	7,5

Imagen 46: Tabla inventario modelos de luminarias de las instalaciones de alumbrado exterior

Obviamente, todo lo anterior, es un análisis básico que debe completarse con un estudio más detallado de las instalaciones mediante, por ejemplo, una auditoría energética y lumínica independiente de intereses comerciales, que es esencial para establecer un plan de acción optimizado y una estrategia realista para la adecuación paulatina de las instalaciones de los municipios, en función de los criterios Starlight descritos en esta memoria y cumpliendo en todo momento las exigencias del RD1890, REBT y protocolo IDAE-CEI.

Este análisis detallado de las instalaciones y la definición de su plan de acción o estratégico, se ha realizado en distintos municipios dentro de otros destinos turísticos Starlight de la península siguiendo las indicaciones del PLAN DE ACCIÓN STARLIGHT que se detalla en el capítulo V de esta memoria técnica.

Pero por aportar datos concretos, en estos municipios y con las actuaciones previstas se esperan ahorros en torno al 54%, considerando que en la situación de partida casi el 50% de los puntos de luz están apagados y la mejora incluye el encendido del 100% pero con una reducción notable de la potencia de las lámparas, mejora de la eficacia de las mismas y del rendimiento de las luminarias, así como de las horas de funcionamiento a régimen reducido.

Finalmente es necesario indicar en este punto que en algunos de los municipios se está procediendo a la renovación de las instalaciones de alumbrado exterior utilizando tecnología LED bajo criterios que se debería analizar en detalle y que no son compatibles con el PLAN ACCIÓN STARLIGHT, debido principalmente a la temperatura de color del LED utilizado que es blanco frío (5000K) y blanco neutro (4000 k), lo que genera más contaminación lumínica por difusión de la luz en la atmósfera en mayor proporción que la luz cálida (<3000k).

Además, se quiere hacer especial hincapié en que se eviten renovaciones de alumbrado a tecnología LED utilizando sistemas RETROFIT o sustitución directa de lámparas de descarga por LED en la misma luminaria sin hacer la modificación pertinente y sin certificación, no por motivos sólo de contaminación lumínica, sino también fotométricos, mecánicos y térmicos.

Este tipo de adecuaciones, al igual que el resto de instalaciones nuevas con tecnología LED, deben cumplir los parámetros establecidos en el Documento REQUERIMIENTOS TÉCNICOS EXIGIBLES PARA LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA LED DE ALUMBRADO EXTERIOR elaborado por el Comité Español de Iluminación (CEI) y a iniciativa del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Además, este tipo de sustituciones cambian la fotometría de la "nueva luminaria" y pueden hacer que el FHSinst > 1% (valor máximo admisible para zonas tipo E1).

Imagen 47: Ejemplos de luminarias adaptadas NO admitidas y que no cumplen los requisitos CEI-IDEA (no en Valle de Roncal)

2.2.3- Compromiso con el Cambio Climático

Una Reserva y un Destino Turístico Starlight constituyen distintos ámbitos en los que se desarrollan todos los esfuerzos posibles para proteger y, en ocasiones, restaurar la calidad visual del cielo estrellado. Son espacios en los que se desarrolla un sistema de iluminación responsable que sirve de ejemplo al resto de la sociedad, es un lugar de referencia en la aplicación de sistemas inteligentes de iluminación y de buenas prácticas que permiten disminuir o eliminar los efectos negativos de la luz artificial.

En estos territorios, la iluminación nocturna se diseña de tal forma que se obtenga la información visual necesaria, evitando la contaminación lumínica y el sobreconsumo energético. Se trata de un ámbito donde la política de iluminación exterior persigue el objetivo de garantizar la calidad del cielo y el derecho de las personas y seres vivos a la luz de las estrellas.

Limitar las emisiones de partículas a la atmósfera y promover una iluminación inteligente, más eficiente energéticamente, contribuye al objetivo de luchar contra el cambio climático y a favorecer la recuperación de los cielos estrellados.

2.3.- Dimensión de la Naturaleza y Conservación de la Biodiversidad

Los humanos somos una especie con máxima actividad en periodo diurno y la noche la utilizamos para descansar, de hecho este ciclo día/noche es fundamental para el funcionamiento de nuestro organismo, y su alteración puede degenerar en distintos tipos de enfermedades. Sin embargo, muchas especies animales (casi el 60%) tienen durante las horas nocturnas su máxima actividad, por lo que necesitan la oscuridad, los depredados para ocultarse o camuflarse de sus depredadores, para éstos es una forma de romper la competencia entre ellos o para no ser advertidos por sus presas.

El resplandor luminoso nocturno genera la ausencia de oscuridad de forma permanente, altera el régimen de luz natural en los ecosistemas terrestres y marinos, el ciclo día/noche y el ciclo lunar (dos de los ciclos básicos de todo ser vivo), por lo que las interacciones interespecíficas involucradas en estos patrones naturales de luz y oscuridad en la comunidad ecológica se ven seriamente afectadas.

Es muy amplio el espectro de biodiversidad que se ve afectado por el incremento de la iluminación artificial nocturna, ya que los cambios inesperados en la iluminación y el deslumbramiento directo, han transformado el ambiente nocturno en un gran número de zonas de la superficie de nuestro planeta.

Los animales pueden experimentar mayor orientación o desorientación por el incremento sobre la luz natural debido a la iluminación artificial, y se sienten atraídos o repelidos por el deslumbramiento, que afecta a su alimentación, reproducción, comunicación, y otros comportamientos críticos.

Esto rompe muchas veces el equilibrio poblacional de las especies depredadoras nocturnas y las depredadas, ya que éstas últimas pierden el refugio de la oscuridad; pero, incluso, aves, como los búhos, con una visión nocturna casi perfecta, sufren deslumbramientos que les ponen más difícil la caza. Por contra, los depredadores diurnos proliferan ya que pueden localizar presas las 24 horas del día.

Algunas de las consecuencias de la luz de determinados grupos taxonómicos son bien conocidas, tales como la muerte de aves migratorias alrededor de altas estructuras iluminadas, como edificios de oficinas, las torres petroleras marinas, etc.

Las especies más raras de murciélagos, y por tanto con mayor interés conservacionista, no acuden a las farolas a alimentarse sino que huyen a las zonas más oscuras. Las especies más comunes, las menos amenazadas ganan en cambio terreno gracias al alumbrado público que concentra nubes de insectos.

Se ha visto una regresión de la población de luciérnagas y se cree que una de las posibles causas sea la contaminación lumínica que se da en grandes núcleos urbanos que impide la comunicación luminosa entre el macho y la hembra, debido principalmente a que el macho es atraído por la luz mientras que la hembra la repele.

La actividad reproductiva se inhibe en algunas especies de ranas, la comunicación visual interespecífica puede verse interrumpida y la depredación aumentar a medida que las ranas son más fácilmente visibles. Por el contrario, la contaminación lumínica puede atraer más especies de insectos, facilitando así su alimentación.

La luz artificial también incide sobre los ciclos reproductivos de los insectos ya que evitar las barreras de luz generadas por las luminarias les obliga a recorrer crecientes distancias para encontrar pareja. Los insectos se sitúan en la parte más baja de la cadena trófica y de ellos dependen numerosas especies de aves, mamíferos, anfibios, etc. Por lo que son imprescindibles en la cadena alimenticia.

De rebote, la flora se ve afectada al disminuir los insectos que realizan la polinización de ciertas plantas, incluidos, seguramente, muchos cultivos agrícolas.

En las plantas, la presencia de sustancias químicas sensibles a la luz proporciona la base para la actividad fotosintética. La luz también es un modulador medioambiental importante de las tasas y patrones de crecimiento por lo que los cambios pueden tener consecuencias profundas a nivel individual de la planta.

La duración del día es un importante regulador de la floración en algunas angiospermas, aunque la respuesta a la fotoperiodicidad no es la misma en todas las especies. Algunos, como la espinaca, rábano y remolacha azucarera, florecen en días de larga duración y no en cortos (plantas de día largo), mientras que otros, como los crisantemos o el arroz, entre otros, florecen en días cortos, pero no en largos.

También es un factor crítico para determinar el inicio de las fases latentes en los árboles, si bien para otras plantas como el tomate, no se ven afectados por la duración del día.

Además de lo comentado, debe indicarse la influencia sobre la biodiversidad de los distintos tipos de luz, según su longitud de onda. El espectro electromagnético de la luz está compuesto por multitud de longitudes de onda que pueden ser visibles e invisibles para el ojo humano. Pero no para algunos animales, que sí son capaces de detectar radiaciones invisibles para los humanos.

Así, las longitudes de onda cortas del espectro visible (zona azul) y la ultravioleta (UV) que son las principales componentes de la luz blanca, atraen poderosamente a los insectos, hasta 3 veces más que las lámparas de vapor de sodio y el efecto se nota hasta 1 Km de distancia, por lo que éstas últimas parecen tener menor impacto en general.

Las plantas también son sensibles a diferentes intensidades y longitudes de onda de la luz, ya que diferentes foto-receptores son estimulados por diferentes longitudes de onda de la luz. Por ejemplo, la luz roja provoca la mayoría de las etapas clave del ciclo de vida de las plantas desde la germinación, el brote y desarrollo de las hojas, hasta la floración, mientras que el fototropismo, la tendencia de crecimiento de las plantas hacia la luz, es inducida por la luz azul.

En conclusión, la contaminación lumínica se ha convertido en un factor que provoca un amplio impacto negativo en muchas especies diferentes, algunas de ellas se han mencionado. Las evidencias científicas sobre sus efectos en la biodiversidad nocturna son realmente sorprendentes, debido a la gran escala de mortalidad que se viene detectando como consecuencia del avance de la iluminación artificial en la noche.

Parece que cuando se trata de proteger los espacios naturales se plantean los criterios como si la biodiversidad sólo existiera de día, pero el 60% de las especies son también nocturnas, y que cuando un medio natural oscuro ve disminuida su oscuridad, su fauna y flora entran en una fase de empobrecimiento de la biodiversidad.

En las Reservas y Destinos Turísticos Starlight, especialmente en los espacios naturales, se deben sentar nuevas bases para la salvaguarda de la biodiversidad. La dimensión del cielo nocturno debe incluirse en la gestión y conservación de áreas protegidas y hábitats de importancia. Estos espacios tienen la oportunidad de hacer frente a una nueva responsabilidad: salvar la vida durante la noche.

2.3.1.- Caracterización de ecosistemas y vegetación

Valle de Roncal es Pirineo, por ello se encuentran las principales alturas de Navarra, como son los montes "Mesa de los Tres Reyes" y Petretxema, los valles de Ukerdi y Belagua (único Valle glaciar de Navarra), el Río Eska, de régimen fluvio-nival, los pastos alpinos, pastores, ganados, majadas y bordas, los pinares de Pino negro y osos solitarios, el quebrantahuesos, los mochuelos boreales, etc. todos ellos elementos representativos de un medio, el pirenaico, y una cultura característicos.

Imagen 48: Cabecera Valle de Roncal (foto: Ramón&Pimoulier)

Desde la Foz de Burgui, en la ribera del valle, hasta el macizo kárstico de Larra, en la parte más alta, este valle nos ofrece un rico mundo de contrastes climáticos y paisajísticos, siendo el río Ezka la columna vertebral de este armonioso conjunto de pueblos, bosques y pastos de alta montaña.

Imagen 49: Foz de Burgui

Al norte se encuentra Belagua, el único valle glaciar existente en Navarra que fue formado hace miles de años por una de las lenguas de hielo que partían del glaciar de Larra. Es hoy una extensa llanura de uso agropastoril, salpicada de campos y bordas, rodeada en su totalidad de montañas que en algunos casos rondan los dos mil metros.

Imagen 50: Valle de Belagua

Ascendiendo por el Puerto de Belagua el paisaje pasa del llano al bosque, del bosque a los pastos, y de los pastos a la roca; forma esta la Reserva Natural de Larra, una meseta dominada por la Mesa de los Tres Reyes y los picos de Anie, Arlás y Lákora.

Con una altitud que oscila entre los 1000 y los 2.444m. y una extensión de 2.789 hectáreas, Larra constituye uno de los macizos kársticos más impresionantes de Europa. En su paisaje predominan los lapiaces, dolinas y simas como la de la Piedra de San Martín. Esta circunstancia convierte a Larra en un lugar privilegiado para la espeleología.

Imagen 51: Mazizo de Larra

El paisaje vegetal está dominado por el pino negro, rododendros, arándanos, enebros… En las cotas más bajas abunda el hayedo-abetal. Los animales más emblemáticos son el oso pardo, el urogallo, el sarrio, la perdiz nival, la perdiz pardilla, el pico dorsiblanco, el pito negro, la lechuza de Tengmal y el treparriscos.

El valle de Belagua, en el término de Isaba, es un paraje de ensueño, de los que se ven y no se olvidan. Estamos ante lo que se denomina un valle glaciar, que a su vez hace de cabecera del valle de Roncal.

El paisaje de Belagua está configurado por una extensa llanura surcada por los barrancos del Alto Ezka (oficialmente río Belagua) y de Arrakogoiti, y rodeada a su vez, y en su totalidad, por altivas cumbres como las de Larrondoa, Lakartxela, Binbalet, Lákora, Lapaquiza de Linzola, o Txamantxoia, entre otras, que oscilan entre los 1700 y los 2000 metros de altitud.

Abajo, el llano, es escenario de una intensa vida agrícola y ganadera. Siempre ha sido así, desde la prehistoria, como lo acredita el dólmen de Arrako, junto a la Ermita de Nuestra Señora de Arrako. Las excavaciones realizadas en este monumento megalítico funerario han venido a confirmar que los pastores que habitaron siglos atrás este valle tenían unas costumbres que han perdurado hasta nuestros días; es el caso del zurrón con el ajuar, en el que llevaban su propia cuchara, y una piedra (suarri) que, rusiente, les servía para calentar la leche cuando hacían el queso.

Imagen 52: Dólmen de Arrako (fuente: Ramón&Pimoulier)

Dentro del llano de Belagua se conservan varias bordas en su más puro estado original. Son construcciones de uso agrícola y ganadero que durante siglos apenas han conocido variaciones.

La Venta de Arrako, la Venta de Juan Pito, y los puentes románico que encontramos cerca de Isaba, son vestigios de la milenaria ruta que antaño atravesaba el valle de Belagua comunicando Navarra con Xuberoa.

Pero, sin duda, lo más espectacular de Belagua son las grandes masas forestales que flanquean el llano; especialmente la Selva Grande, en la ladera del Txamantxoia, en cuyo extremo se conserva la Reserva Integral de Aztaparreta, un hayedo-abetal que pasa por ser el único territorio virgen que queda en el Pirineo.

Las cualidades naturales de este valle, así como sus senderos y sus cumbres, hacen que cualquiera de las cuatro estaciones del año sean un buen momento para acercarse a él.

La carretera comarcal 137 que atraviesa el valle de Belagua nos conduce hasta Francia pasando por la zona de Larra, lo que nos permite, en pocos kilómetros, ver una transformación total del paisaje.

2.3.1.1.- Espacios protegidos

A fin de conservar la biodiversidad de la zona, las distintas administraciones han promovido medidas encaminadas a la conservación y fomento de los espacios, los hábitats y las especies:

desde las declaraciones de espacios protegidos, los planes de ordenación de los recursos y los planes de recuperación de especies, hasta la Directiva 92/43 de hábitat, que plantea la creación de una **Red Europea de Conservación** (Red Natura 2000), donde se integren los diferentes espacios naturales, que alberguen las especies de fauna y flora más representativas y sus diferentes tipos de hábitats.

Consecuencia de ello, en el **Valle de Roncal** se localizan los siguientes espacios protegidos:

Reserva integral
RI-2: Ukerdi
RI-3: Aztaparreta

Reserva Natural
RN-12: Larra
RN-18: Foz de Burgui

Monumento Natural
MN-22: Nogal de Garde
MN-29: Pinos de Surio (Uztárroz)

RED NATURA
ZEPA-2: Larra – Aztaparreta
ZEPA-3: Sierra de Illón – Foz de Burgui
ZEPA-7: Sierra de San Miguel
ZEPA-9: Sierra de Arrigorrieta
LIC: Larrondo- Lakartxela
LIC: Ríos Eska y Biniés
IBAS: Arabarko

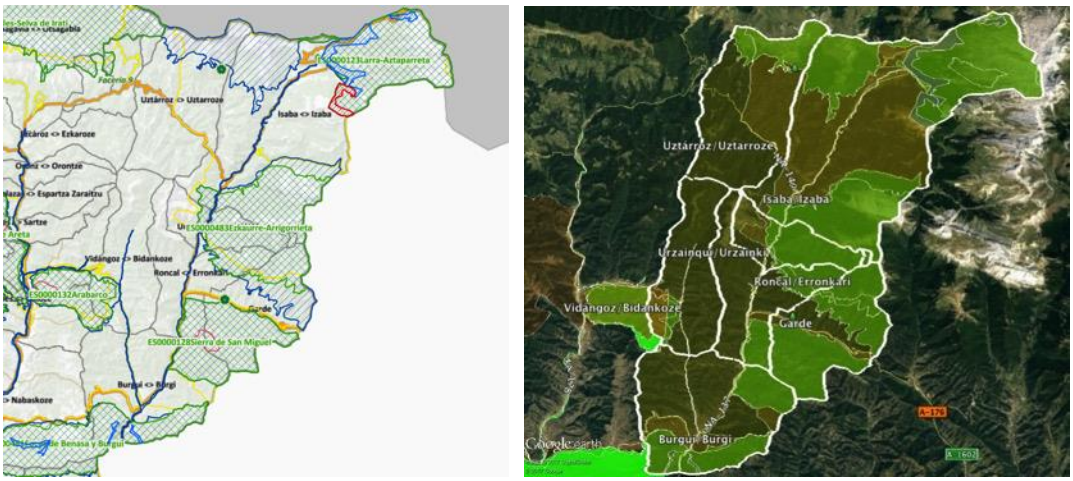


Imagen 53: Zonas protegidas Valle de Roncal

Reserva Natural de Larra

La Reserva Natural de Larra es la mayor Reserva Natural que existe en Navarra y comprende una de las zonas kársticas más extensas de Europa:120 km². Es un paisaje en el cual se combinan

grandes formaciones de rocas calizas salpicadas de pinos negros con grandes superficies de pastizales de montaña. Incluye la Reserva Integral de Ukerdi.

Reserva Integral de Ukerdi

Esta reserva Integral presenta un paisaje formado por grandes extensiones de roca caliza, roca de un color gris azulado y permeable al agua, que se filtra y circula subterráneamente. Casi como única vegetación se encuentra el pino negro además de algunas flores alpinas. Entre los principales animales que la pueblan destacamos el sarrio, el urogallo, la perdiz nival…

Reserva Integral de Aztaparreta

Situada en la zona conocida como el Rincón de Belagua, esta Reserva Integral está constituida por un hayedo-abetal que está considerado el bosque mejor conservado del Pirineo. Entre las especies animales más características podemos destacar al pito negro, al pico dorsiblanco, el oso.

Foz de Burgui

Situada al sur de Burgui, labrada por la erosión del río Esca. Localizada en la muga entre Navarra y Aragón esta garganta natural está considerada como Reserva Natural ya que en ella podemos encontrar una gran variedad de especies vegetales (robles, carrascas, quejigos boj y en las zonas de ribera sauces y chopos) y animales (entre los que destacamos la importante colonia de buitres leonados , quebrantahuesos, halcón abejero, milano real, águila culebrera, alcotán,…).

Existe un sendero que atraviesa la foz y permite al visitante acercarse hasta un pequeño mirador interpretativo desde donde se pueden observar los diferentes tipos de aves de la zona.

La Reserva Natural abarca la zona de la foz situada en territorio navarro, sólo una tercera parte del conjunto del cañón, que tiene el resto en el término aragonés de Salvatierra de Esca.

Nogal de Garde

Este árbol de varios siglos de antigüedad, está considerado como Monumento natural y se encuentra a la entrada del pueblo de Garde, destacando por su gran porte y dimensiones. Su diámetro en la base es de 1,81 m, y su altura es de 17,30 m.

Valle de Belabarce

Desde la carretera que va de Isaba hacia Francia, a tan sólo 3 kilómetros de la mencionada villa, encontramos en el lado derecho una pequeña carretera local que nos permite subir al valle de Belabarce, dirección a Zuriza (Huesca). Se trata de un espacio natural de gran belleza, que se caracteriza por su tranquilidad y su silencio.

Es un pequeño valle que parece haber quedado libre de la presión turística que siempre ha caracterizado al Valle de Roncal. El río Belabarce, caprichosamente, serpentea todo el valle fertilizando los campos de siega, patatales, y pastos que existen en el llano. Las bordas ponen el toque humano al paisaje.

La impresionante Peña de Ezkaurre (2.047 m.) delimita en toda su longitud, por la parte meridional, este silencioso valle. El pino silvestre, en las solanas, y el hayedo-habetal, en las partes umbrías, forman una importante reserva forestal en cuyos senderos todavía hoy camina el señor del bosque, el oso pardo.

Mintxate

Situada entre Isaba y Uztarroz, tras una pequeña garganta de unos 200 metros de longitud se da paso al valle con el mismo nombre que se puede recorrer a pié o en btt por una pista de unos 15 km. En sus verticales paredes podemos observar una pequeña colonia de buitres leonados. En primavera, con el deshielo se forman en su barranco hermosos saltos de agua.

Rio Ezka

El río Ezka es el cauce fluvial que recorre y vertebra al valle de Roncal de norte a sur. Este río que presenta características propias de los cursos de agua de alta montaña ha estado siempre ligado al desarrollo económico del valle, ya que se utilizaba como vía de salida de la madera (almadías) que se explotaba en los montes del valle. Desde el punto de vista ambiental tiene un buen grado de conservación permitiendo que podamos encontrar diferentes especies como la madrilla, el barbo, la trucha y la nutria.

2.3.1.2.- Especies protegidas

La Directiva 79/409/CEE, relativa a la conservación de las aves silvestres, tiene como objetivo proteger y conservar a largo plazo todas las especies de aves silvestres que habitan en el territorio de los estados miembros. Establece un régimen general para la protección y la gestión de estas especies, así como normas para su explotación y se aplica tanto a las aves como a sus huevos y sus nidos.

Posteriormente se aprueba la Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, con la que se pretende contribuir al mantenimiento de la biodiversidad en los estados miembros definiendo un marco común para la conservación de los hábitats y la fauna y la flora de interés comunitario.

En los hábitats del Valle del Roncal, se pueden encontrar las siguientes especies protegidas:

- **Oso pardo (*Ursus arctos*)**

  El oso, en la fauna salvaje pirenaica, es por excelencia el "señor del bosque", un animal mítico y emblemático. Su presencia en los montes roncaleses es, sin duda, el mejor termómetro de salud ambiental.

  Después de estar muchos siglos compartiendo el mismo hábitat con el hombre, podemos hoy decir que el oso pirenaico ha asistido en estos primeros años del siglo XXI al punto final de su existencia en la cordillera pirenaica. En la actualidad asistimos, desde 1996, a un proceso de reintroducción de ejemplares eslovenos, con una genética más o menos

próxima al recién extinguido oso pardo autóctono del Pirineo. Neré, nacido en esta cordillera, pero de padres eslovenos, es el ejemplar que actualmente se deja ver por los montes roncaleses.

El oso es un animal omnívoro, come de todo, si bien su alimentación está condicionada por las diferentes épocas y estaciones del año. Sin embargo su presencia no siempre es deseada por los pastores y ganaderos; y es que el oso, sobre todo en primavera y en otoño, suele recurrir al ganado lanar para poder almacenar las grasas necesarias para superar la hibernación. Los pastores defienden su ganado, como es lógico; y, por otro lado, el oso no entiende que unos animales que están sueltos en el monte tengan dueño.

Actualmente el Valle de Roncal goza de una política de indemnizaciones y compensaciones que es única en Europa, algo que permite a los ganaderos sobrellevar mejor la presencia de esta joya de la naturaleza que es el oso.

Estamos ante un animal totalmente inofensivo y huidizo. Es algo así como un fantasma: se llegan a ver sus huellas, se pueden ver las marcas de sus uñas en algunos troncos, ocasionalmente mata algo de ganado, se pueden ver sus encames en el bosque… pero al oso raramente se le ve.

Él se preocupa de pasar desapercibido, de evitar cualquier encuentro con el hombre. Sus **hábitos nocturnos** ayudan a ello. Sin embargo está allí, en el bosque. Y eso quiere decir que los montes roncaleses son un hábitat de gran calidad natural, un hábitat completo en todos los aspectos.

Imagen 54: El oso Camille en una de sus últimas fotografías (fuente:

- **Perdiz pardilla (*Perdix perdix ssp. hispaniensis*)**
- **Urogallo (*Tetrao urogallus ssp. aquitanicus*)**
- **Alimoche (*Neophron percnopterus*)**

Imagen 55: Alimoche (foto: Jose Ardariz)

- **Lagópodo alpino (*Lagopus muta ssp. pyrenaica*)**
- **Mochuelo boreal (*Aegolius funereus*)**
- **Águila real (*Aquila chrysaetos*)**
- **Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*)**
- **Desmán del Pirineo (*Galemys pyrenaicus*)**
- **Pico Dorsiblanco (*Dendrocopos leucotos ssp. lilfordii*)**

Además de estas especies protegidas, existen una variedad especies entre los que destacan: ciervos, corzos, jabalíes, sarrios, zorros, tejones, gatos monteses, ardillas, garduñas, liebres, martas, perdices, diferentes picos carpinteros, el mirlo capiblanco, halcones, azores, codornices, chochas, tordos, cotorras, palomas, ánades.

En los ríos, se poden encontrar truchas, chipas, anguilas, cangrejos y hasta alguna nutria.

Y finalmente, entre los reptiles y anfibios destacan las salamandras, tritones, víboras y rana bermeja.

2.3.1.3.- Vegetación

El arbolado, las plantas y hierbas silvestres cubren los montes y peñas del Valle en consonancia con su clima y la condición de unión del alto y bajo Pirineo con aguas vertidas, aunque escasas, al Cantábrico y el resto al Mediterráneo, vía Ebro. Los datos más salientes son losa siguientes:

Pino Silvestre (*ler*) y abeto (*izei*)	13.605 has
Hayas (*pagoak*)	3.751 has
Pino laricio de Austria (repoblado)	144 has

Ya en mucha menor proporción se encuentran el roble (*aretx*), el fresno (*uxtigei*), el acebo (*korosti*), el tilo (*ezki*), encina (*arte*), sauco (*txutxika*), carrasca (*txapar*), etc. En conjunto, el total arbolado, aquéllos y éstos, ocupan el 37 % de la superficie total. El resto, dejando a un lado el

cultivo de forrajes, cereales, hortalizas y patatas, lo ocupa el pastizal o pastos (*alagu*), bojes (*ezpelak*), avellanos (*urraziak*) y matorrales (*xargadoiak*) con un total de 57,2 %, quedando para los cultivos solamente un 3,1 %.

Entre las plantas usadas como medicinales se encuentran la malva (*balma*), te (*te*), manzanilla (*kamamilla*), flor de sauco (*sanjualili*) y otras. Entre las flores silvestres destacan la violeta (*lili-ubel*), rosas (*lili-arrosa*), azucenas y lirios (*liliak*), margaritas (*lore-xuri*) y otras.

Como frutos silvestres, la fresa (*margu, marzuza*), frambuesa (*mugurdi*), cerezas (*grizeak*) y ciruelas (*aran*).

2.3.1.4.- Geología

Hace 65 millones de años el espacio en el que ahora se encuentra Roncal se hallaba cubierto por un mar cálido y poco profundo. Los sedimentos arrastrados por las aguas y los esqueletos y conchas de los seres marinos se fueron depositando en el fondo de ese mar, transformándose lentamente en capas de roca por efecto de la compresión. Después, el brutal empuje de dos placas tectónicas levantó los sedimentos, surgiendo así las montañas de Roncal, las cuales durante millones de años han sufrido la erosión de los elementos: agua, nieve, hielo y viento, que continúan ahora dándoles forma.

El relieve karstico es característico de la cabecera del Valle de Roncal. Sus particulares formas son originadas por el agua, que al penetrar en la roca caliza reacciona químicamente, de tal modo que disuelve la misma, creando simas, dolinas y lapiaces.

Imagen 56: Kars de Larra y vegetación

Debido a que el agua se filtra hacia el subsuelo, no existen grandes cursos de agua superficiales en la cabecera del valle, aunque sí subterráneos debido a la inclinación de las capas impermeables de roca, que afloran en la vertiente norte de la cordillera pirenaica, en territorio francés.

También es notable en la cabecera del Valle de Roncal la influencia del antiguo glaciar de Larra, que modeló en forma de "U" el Valle de Belagua, único valle glaciar existente en Navarra.

CAPÍTULO III. Turismo y Estrellas. Valle de Roncal

3.1.- Gobernanza del Turismo y Gestión de Destino

La Junta General del Valle de Roncal es la entidad tradicional, y órgano administrativo del Valle de Roncal. En la actualidad la configuran 21 miembros, tres por cada una de las villas. Tras las elecciones municipales, y una vez constituidos los ayuntamientos, éstos eligen a los tres miembros de la corporación que han de representar al ayuntamiento en la Junta del Valle. Así pues, en las sesiones de ésta participan el alcalde de cada localidad –o una persona en su nombre- y dos miembros por cada pueblo.

Ocupa el cargo de presidente el alcalde de la localidad en la que se celebra la Junta, que generalmente suele ser Roncal por ser en esta villa donde tiene su sede. Excepto en julio y en agosto, que celebran sus Juntas en Isaba y en Urzainqui respectivamente, el resto de las ocasiones es Roncal el lugar en el que se reúnen; de ahí que la persona que ostenta el cargo de alcalde de Roncal, es considerado a su vez presidente de la Junta del Valle de Roncal.

NICDOsl (Navarra de Infraestructuras de Cultura, Deporte y Ocio) a través de su Centro de Esquí Nórdico Larra-Belagua, es la empresa pública encargada de la gestión de la estación de esquí nórdico, única estación de esquí de Navarra. NICDO también cuenta entre sus divisiones con Planetario de Pamplona, encargada de la gestión de las actividades de este centro, que se extienden también en todo el territorio de la Comunidad Foral. NICDO forma parte de la Corporación Pública Empresarial de Navarra, organismo dependiente del Gobierno de Navarra.

Las competencias sobre el turismo, comercio y otras actividades de desarrollo dependen de los ayuntamientos, de la Junta General del Valle de Roncal y del Gobierno Foral. NICDO, a través de convenios con estos agentes públicos puede gestionar y promover actividades de desarrollo y de promoción turística en el valle, como viene haciendo desde hace varios años con la campaña escolar de esquí nórdico en la que participan cada año alrededor de 5.000 estudiantes.

Es intención expresada por los agentes que trabajan en y por el desarrollo del valle, que la gestión del Destino Turístico Starlight *Valle de Roncal*, se enmarque dentro de un acuerdo a tres partes del que formen parte

- Junta General del Valle de Roncal
- Gobierno de Navarra, a través de la Dirección General de Turismo
- NICDO sl, a través de sus divisiones, Planetario de Pamplona y Centro de Esquí Nórdico Larra-Belagua

Las tres partes velarán por el correcto funcionamiento del Destino Turístico y trabajarán coordinadas para el desarrollo de un plan de acción propio que incluya todos los requisitos que configuran un territorio acreditado por la Fundación Starlight.

Planetario de Pamplona, impulsor de esta iniciativa que ha enmarcado dentro de los objetivos del proyecto europeo Pirineos La Nuit, se responsabilizará de la formación permanente de los agentes turísticos del valle. Para ello, diseñará actividades de formación teórico-prácticas que se desarrollarán tanto en el territorio certificado, como en las instalaciones de del planetario.

La participación de más de 5.000 escolares en la campaña de esquí que anualmente organiza el Ayuntamiento de Isaba y que es gestionada por el Centro de Esquí Nórdico Larra-Belagua, es una oportunidad inmejorable para extender actividades educativas relacionadas con la protección del medio ambiente nocturno. La pertenencia a la misma empresa pública del centro de esquí nórdico y del planetario garantiza la óptima coordinación para la realización d estas actividades, que se pretenden comenzar de forma experimental en la presente campaña 2017/2018

3.2.- Oferta, instalaciones y productos

En la actualidad, la oferta turística se divide en dos partes:

Por un lado el turismo de invierno, con esquí de fondo, esquí alpino, raquetas y deportes de invierno. Centrada especialmente en fines de semana, Semana Santa, puentes, períodos vacacionales (Navidad, Semana Santa...) y campaña escolar de esquí (300 escolares diarios de Enero a final de abril).

El resto del año sobre todo existe demanda de actividades al aire libre tipo senderismo (la mayoría), montañismo, cicloturismo, etc.

Es un turismo muy estacional, principalmente fines de semana y periodos vacacionales, siendo la temporada alta desde el 15 de julio al 30 de agosto, bajando a finales de agosto.

En estos momento, la Junta del Valle está trabajando en reorganizar y homologar la red de senderos del Valle, que a día de hoy es la actividad más demandada por los turistas. Y se está trabajando también en la introducción de nuevos productos como el Nordic walking, trail running.

En relación al turismo astronómico, en la actualidad hoy no existe una oferta específica relativa al mismo, pero todos los veranos se hacen observaciones de estrellas por parte del Planetario de Pamplona y distintas asociaciones (como la Asociacion Red Astronavarra Sarea). Y el proyecto Starlight, ha suscitado interés como elemento novedoso y diferenciador de otras zonas.

Un ejemplo de estas actividades es la jornada titulada **"Pirineos La Nuit"** que forma parte del proyecto europeo destinado al estudio, protección y defensa de la oscuridad natural de la noche pirenáica en colaboración con entidades francesas como el Observatorio del Pic du Midi o la asociación A Ciel Ouvert y catalanas como el Parque Astronómico del Montsec. La última jornada realizada fue:

Respeto a la **oferta alojativa** el ámbito del Destino Starlight propuesto, posee una amplia variedad y cantidad de plazas de alojamiento (1026), principalmente pequeños alojamientos:

- Casas rurales
- Hostales
- Apartamentos turísticos
- Hoteles

Además, en la actualidad hay un pequeño hostal en construcción y posiblemente se abran más apartamentos turísticos en el Valle.

Esta oferta de alojamiento se encuentra además repartida en todo el valle aunque principalmente en Isaba y Roncal. A continuación se presenta el listado de los alojamientos existentes en el territorio del Destino Turístico Starlight propuesto:

LOCALIDAD	Vivienda Completa	PLAZAS
Burgui	Urandi I	5
	Urandi II	7
Garde	Guillen	10
Garde	Martinttipi	10
Isaba	Ederra	8
Isaba	Catalingarde II	10
Isaba	Juaningratxi	10
Isaba	Ukerdi	6
Uztarroz	Choromilo	6
Uztarroz	Kabila I	4
	Kabila II	4
LOCALIDAD	**Habitaciones**	**PLAZAS**
Isaba	Catalingarde	7
Isaba	Txabalkua	10
Isaba	Frco. Mayo	11
Isaba	Garatxandi	8
Isaba	Idoia	15
Isaba	Lakora	8
Roncal	Txarpa	9
Roncal	Tetxe	12
Urzainqui	Argonz	10
Urzainqui	Kapel	5
Urzainqui	Pilar Layana	3
Vidangoz	Ornat-etxea	12
		190

ALOJAMIENTOS VARIOS			
LOCALIDAD	TIPO	NOMBRE	Nº
Burgui	Hostal	El almadiero	8
Garde	Camping + Bungalows	Urrutea	150
Isaba	Alberge	Oxanea	48
Isaba	Hostal	Lola	21
Isaba	Hostal	Onki Xin	9
Isaba	Hostal	Ezkaurre	12
Isaba	Hotel-Apart.	Isaba	12 33
Isaba	Pensión	Casa Txarrantxulo	2
Isaba	Pensión	Txiki	12
Isaba	Camping + Albergue + Bungalows	Asolaze	400
Roncal	Hostal	Zaltua	11
Urzainqui	Alberge	Armaia	24

APARTAMENTOS			
LOCALIDAD		NOMBRE	Nº
Isaba	Apart.	Aiestaenea I	6
		Aiestaenea II	8
		Aiestaenea III	4
Isaba	Apart.	Bormapea	5
Isaba	Apart.	Garxo I	5
		Garxo II	5
		Garxo Txikia	3
Isaba	Apart.	Metsola (4 apa)	4
		Metsola (4 apa)	2
Isaba	Apart.	Paskualandi	3
Isaba	Apart.	Tapia	6
Isaba	Apart.	Txapatera I, II, III	6
Isaba	Apart.	Onki Xin I, II	4
		Onki Xin III, IV	6
Isaba	Apart.	Petretxema	4
Isaba	Apart.	Isaba	4
Uztarroz	Apart.	Allurkos I	3
		Allurkos II	3
Uztarroz	Apart.	El mirador de mi abuela	4
Uztarroz	Apart.	Pedroixko etxea	5
Urzainqui	Apart.	Lezegorria	4
			836

Imagen 57: Oferta alojativa dentro del territorio del Valle de Roncal

3.3.- El producto turístico Starlight

La denominación como Destino Turístico Starlight del Valle de Roncal y la adhesión a la Declaración de La Palma, supondrá para el territorio:

- Desarrollo de un producto turístico especializado y novedoso que diversifique la oferta en el destino.
- Aumento paulatino de visitantes en la zona designada
- Incremento de la rentabilidad de los negocios turísticos de la zona
- Aumento de la ocupación y de la estancia en los alojamientos
- Crecimiento del número de turistas interesados en el Medio Ambiente y en las estrellas

La voluntad de la gestión es desarrollar el Destino Starlight en el Valle de Roncal, vertebrando la zona alrededor de la actividad de observación astronómica e incorporando el resto de recursos turísticos existentes en la actualidad.

Por ejemplo:

- Realización anual de fiestas de las estrellas en colaboración con astrónomos aficionados de Navarra.
- Organización de excursiones de montaña a la luz de la Luna en compañía de guías de montaña y de astrónomos.
- Realización de actividades gastronómicas para potenciar los productos típicos de la zona (queso de Roncal, migas de pastor, chistorra de navarra, etc.) relacionándolos con elementos de carácter astronómico.
- Instalación de Miradores astronómicos, desde los que contemplar el firmamento.
- Organización de sesiones de formación teóricas y prácticas continuadas en el tiempo para los actores con actividad astronómica en le valle.

Un aspecto fundamental a tener en cuenta es la formación de las personas que lleven a cabo las actividades. En este sentido, se designarán técnicos responsables del desarrollo del destino y se creará una comisión de seguimiento en la que intervengan representantes de la Junta del valle, de Planetario de Pamplona y de Centro de Esquí Nórdico Larra-Belagua.

Además, en colaboración con Planetario de Pamplona se potenciará la formación, las actividades astronómicas y el desarrollo de nuevas infraestructuras, así como asesoramiento técnico y científico para las actividades que se soliciten.

CAPÍTULO IV. Zonificación

4.1.- La zonificación: el soporte de la protección del cielo

La zonificación es la herramienta fundamental que tiene el ámbito Starlight para identificar la calidad del cielo dentro del territorio y sobretodo protegerla. Además, en el caso del Destino Turístico la zonificación va a indicar las localizaciones donde se pueden realizar las actividades relacionadas con el turismo de estrellas garantizando un cielo nocturno de calidad para el desarrollo de las mismas.

Para realizar la zonificación en el **Valle de Roncal**, se parte de la zonificación de la Red Natura 2000 y sobretodo de las medidas de calidad del cielo realizadas para identificar la ubicación de las zonas donde la calidad del cielo es acorde con las condiciones exigidas de la zona a declarar y su delimitación. Dentro de la zona delimitada y que se promocionará como Destino, se deben garantizar las condiciones óptimas para la observación astronómica y la realización de actividades turísticas basadas en este recurso, con ausencia casi completa de contaminación lumínica y donde además, las condiciones de oscuridad permiten que la biodiversidad nocturna no se vea afectada.

Esta zonificación y el PLAN DE ACCIÓN STARLIGHT debe incluir las acciones necesarias que permitan mantener e incluso mejorar en la medida de lo posible las condiciones excepcionales de oscuridad natural de estas zonas e incluso establecer un plan estratégico para que se cumplan con garantías.

4.2.- Zonificación del Destino Turístico Starlight

En la zonificación del Destino Turístico Starlight, la zona que debe ser publicitada como objeto y ámbito preferente del Destino Starlight, es aquella que cumple con los parámetros descritos de calidad del cielo (indicados en el capítulo 2 de esta memoria).

En este sentido, y tras realizar las medidas de brillo del fondo del cielo, se concluye que todo el territorio, excepto las zonas urbanas y zonas adyacentes muy próximas, está por encima de los valores mínimos exigidos para el brillo del fondo del cielo y transparencia y por debajo de los valores de seeing.

Por tanto, **todo el territorio incluido dentro del Valle de Roncal que se ha analizado en detalle, se puede publicitar como Destino Turístico Starlight**.

Los municipios que se incluyen dentro del territorio a declarar como Destino Turístico Starlight, son los siguientes:

Municipio	Nº habitantes	Superficie del municipio (km2)
Burgui	236	64,6
Garde	173	43,59
Isaba	439	147,4
Roncal	246	38,84
Urzainqui	104	21,2
Uztarroz	148	58,19
Vidangoz	93	39,2
DESTINO TURÍSTICO VALLE DE RONCAL	**1.439**	**413,02**

Imagen 58: Municipios dentro de la zonificación del Destino Turístico Starlight propuesto

A continuación se presenta el mapa de la zonificación del Destino Turístico Starlight (que se incluye en el *Anexo 3* de este documento):

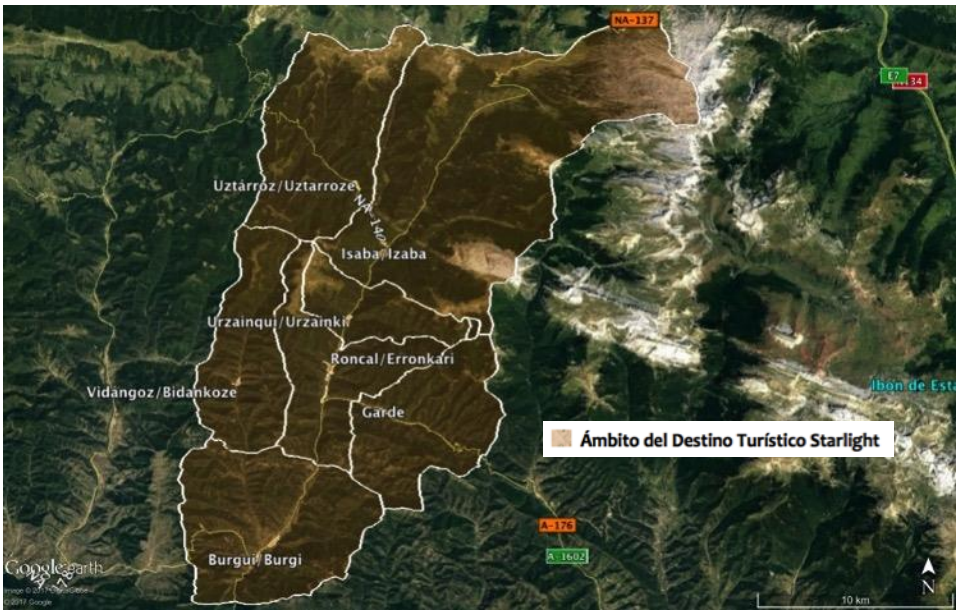


Imagen 59: Zonificación del Destino Turístico Starlight del Valle de Roncal propuesto

CAPÍTULO V. Plan de Acción

NICDO sl, entidad que solicita al certificación del Destino Turístico Starlight del **Valle de Roncal**, en nombre de la Junta general del Valle de Roncal y con el apoyo de la Dirección General de Turismo del Gobierno de Navarra, se responsabilizará del establecimiento y la gestión del Destino Starlight propuesto y de la protección de su cielo.

Para ello se designarán técnicos responsables del desarrollo del destino y se creará una comisión de seguimiento en la que intervendrán representantes de las tres entidades.

5.1.- Medidas y acciones relativas a la protección del cielo y paisajes nocturnos

Del presente estudio de la calidad del cielo del Valle de Roncal se deriva que la contaminación lumínica presente en el medio nocturno tiene dos orígenes bien definidos: los municipios del valle y los núcleos de población externos, principalmente Pamplona y su comarca y las localidades del otro lado de los Pirineos.

Se trabajará para mejorar los sistemas de alumbrado de los municipios del valle y continuaremos promoviendo en el resto de Navarra las buenas prácticas en materia de alumbrado nocturno, como llevamos haciendo desde hace más de 12 años.

Además, y en el marco del proyecto Europeo **Pirineos la Nuit**, financiado por fondos FEDER gestionados por la Comunidad de Trabajo de los Pirineos, Planetario de Pamplona está trabajando en la creación de una estrategia pirenaica para la protección del medio nocturno en el territorio de los Pirineos a ambos lados de la frontera.

Se intentará, de este modo, promover las buenas prácticas en el alumbrado también en la parte francesa que afecta a este Destino Turístico Starlight, al mismo tiempo que se potenciará la creación de nuevas áreas bajo la protección de las figuras Starlight en territorio francés, en particular la Reserva Internacional de Cielo Estrellado en torno al Pic du Midi de Bigorre.

Se trabajará por la creación de una nueva cultura de la luz en las ciudades y municipios del **Valle de Roncal** para conseguir su sostenibilidad y el compromiso de sus habitantes contra el cambio climático.

Si diseñamos una instalación de alumbrado exterior compatible con el medioambiente, no sólo protegemos el medio y cielo nocturno y todo su patrimonio tangible (ciencia, educación, paisaje) e intangible (cultura, historia, mitología), sino que también contribuimos a respetar a la biodiversidad nocturna (más del 60% de las especies tienen hábitos nocturnos), a nuestra salud, a frenar el cambio climático y por supuesto a fomentar el ahorro energético.

Y además, permite generar un nuevo modelo económico basado en este recurso: Astroturismo, que en el **Valle de Roncal** se vienen desarrollando distintos tipos de actividades en este sentido desde hace varios años, aunque de forma puntual.

Por todo ello, dentro del ámbito del territorio descrito, y con el objetivo de conservar su excelente calidad del cielo y protegerlo para su uso turístico (y científico), se busca la declaración como Destino Turístico Starlight y se adquiere un compromiso para su protección estableciendo entre otros aspectos, un PLAN DE ACCIÓN STARLIGHT de alumbrado inteligente y sostenible.

Alumbrado exterior sí, pero REALMENTE sostenible y aplicado con sentido común

La luz tanto natural como artificial es necesaria, es fuente de vida, nos permite desarrollarnos y disfrutar de este momento cosmológico que tenemos la suerte de vivir en este puntito azul pálido que flota en el vacío del cosmos.

Así que la luz no es la "mala de la película", lo realmente dañino son los excesos en las instalaciones de alumbrado artificial, que no consiguen encontrar el equilibrio entre el objetivo primero de la iluminación artificial (seguridad de los usuarios, desarrollo de nuestros pueblos y ciudades, etc.) y su potencial impacto ambiental y sobreconsumo energético.

Y por ello, reducir la contaminación lumínica no equivale a apagar la luz artificial en las calles, sino en dimensionar de forma justa y óptima las instalaciones de alumbrado aprovechando todos los avances tecnológicos de los que disponemos y respetando las condiciones medioambientales nocturnas.

Para ello, los proyectos de alumbrado exterior y los planes directores que se desarrollan tras las auditorías de las instalaciones, deben considerar desde la base, no sólo aspectos relacionados con la calidad de la iluminación, eficiencia energética, ahorro, diseño, seguridad, mantenimiento, etc., sino también aspectos medioambientales y sobretodo las variables físicas que gobiernan la propagación de la luz en la atmósfera.

Porque no debemos olvidar, que la contaminación lumínica no es un fenómeno local, sino global. Y por supuesto, es necesario aplicar el sentido común, que es el máximo principio de la eficiencia energética, y hacer compatible la luz nocturna artificial con la natural y conseguir todos los beneficios que ello conlleva.

Cuando la luz atraviesa la atmósfera, interacciona tanto con las moléculas gaseosas que constituyen el aire "limpio", como con las partículas grandes en suspensión, de naturaleza sólida o líquida, y que reciben la denominación genérica de "aerosoles".

El primero recibe el nombre de Esparcimiento de Rayleigh, y es el fenómeno que explica por qué el cielo se tiñe de azul en las horas centrales del día y de rojo anaranjado en la salida y puesta del sol). La intensidad del fenómeno es inversamente proporcional a la 4ª potencia de la longitud de onda, por lo que es fácil comprobar que las longitudes de onda del azul sufren este efecto con cuatro veces más de intensidad que la parte roja del espectro, y la UV trece veces más.

Estas longitudes de onda corta predominan en las lámparas de luz blanca (Vapor de Mercurio (ya prohibida por la legislación), Halogenuros Metálicos, LEDs blancos-fríos e inducción) por lo que son más contaminantes que las lámparas de color cálido (Sodio de Alta y Baja Presión, LED cálidos por debajo de 2.700ºK y PC Ámbar).

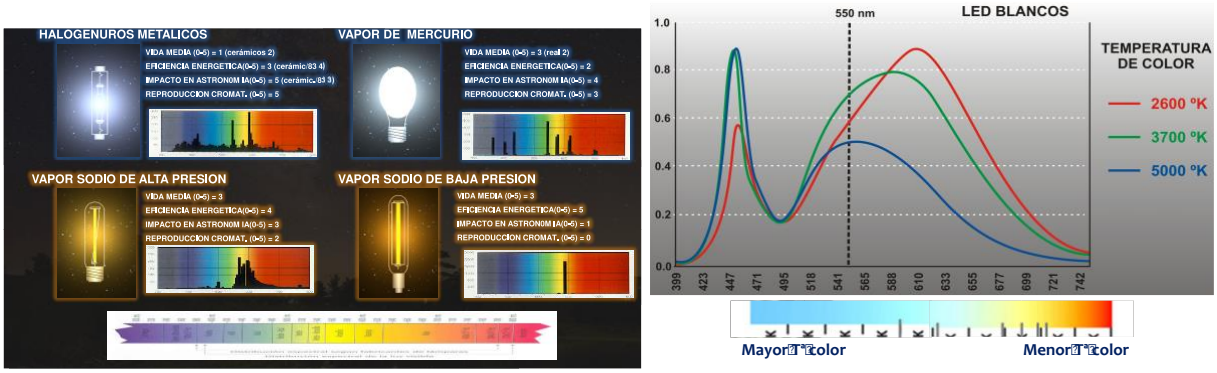


Imagen 60: Espectro de las lámparas de descarga más habituales en alumbrado exterior (arriba). El Vapor de Mercurio ya está prohibido por la legislación. Lámparas LED (abajo) en función de su temperatura de color (Tª color). Se observa como las de mayor Tª color tienen mayor emisión en la parte azul del espectro (más o menos 450 nm), y por tanto más contaminantes

Además, las radiaciones en torno a los 460-470nm son las que controlan ritmos circadianos de los seres vivos, por lo que su emisión nocturna produce daños y reducciones en la biodiversidad de los entornos naturales y enfermedades en las personas (incidencia en algunos tipos de cáncer, trastornos del sueño, etc.). Y las emisiones inferiores a 500 nm producen mayor deslumbramiento a las personas mayores por la pérdida de transmitancia en el cristalino.

El segundo fenómeno, *Esparcimiento de Mie*, produce el esparcimiento de la luz en direcciones preferentemente alineadas a lo largo de la dirección de propagación debido a las partículas en suspensión, lo que hace que el flujo emitido por luminarias con ángulos de emisión entre 0-5% desde la horizontal, tengan un efecto desproporcionado en el resplandor luminoso nocturno a decenas de kilómetros de la fuente.

E 100-180° *Área crítica de contribución al brillo artificial, con mayor repercusión por su intensidad en zonas urbanas.*

D 95-100° *Contribución significativa al brillo artificial, con repercusión significativa en áreas rurales, alejadas del foco de luz.*

C 90-95° *Zona crítica de contribución al brillo artificial que puede provocar intrusión lumínica a decenas de kilómetros en áreas rurales, dependiendo de la cantidad de aerosoles presentes.*

B 85-90° *Contribución significativa al brillo artificial por reflexión. La luz reflejada puede ser obstruida por la presencia de edificios, árboles y accidentes topográficos.*

B_{bis} 75° to 85° *Produce deslumbramiento en los usuarios de las carreteras.*

A 0-75° *Distribución correcta del haz luminoso.*

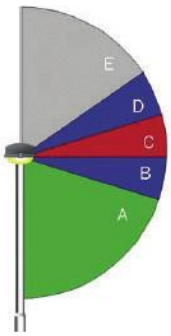


Imagen 61: Efecto sobre el brillo artificial del cielo según el ángulo de emisión.
El diagrama muestra el impacto de una luminaria en relación a su contribución relativa al aumento del brillo artificial de la noche (dispersión de la luz hacia el cielo). Chris Baddiley. British Astronomical Association

Por ejemplo, luminarias con Flujo Hemisférico Superior instalado, FHS_{inst} = 3% producen entre un 80% y un 290% más de resplandor luminoso a 50 km y 200 km, respectivamente, que luminarias con FHS_{inst} 0%, y en un núcleo urbano con un 10% de FHS_{inst}, la emisión directa produce las 3/4 partes del resplandor a 50 km y más de las 9/10 partes del resplandor a 200 km. En la tabla que sigue se muestran estos resultados:

Uplight	Sky-glow ratio		
	50 km	100 km	200 km
0%	1.0	1.0	1.0
1%	1.3	1.6	2.0
3%	1.8	2.7	3.9
10%	3.8	6.7	10.6

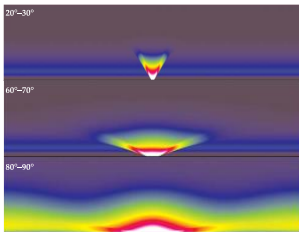


Imagen 62: Contribución del Resplandor Luminoso a distintas distancias, en función del FHSinst de las luminarias(izda.) Dispersión de luz en las luminarias en diferentes ángulos respeto al cenit (dcha.)
Referencia: Lighting and Astronomy Physics Today Magazine December 2009

Imagen 62: Resplandor Luminoso Nocturno de Madrid desde Valle Roncal a unos 365 Km de distancia en línea recta

5.1.1.- Solución: Alumbrado inteligente y sostenible

Partiendo de todo lo anterior, las instalaciones de alumbrado se consideran inteligentes y sostenibles, para conseguir una correcta calidad de la iluminación a la vez que la preservación del medio nocturno, si cumplen principalmente los siguientes requisitos técnicos:

- El control y la regulación en la utilización de fuentes de luz con emisión en la parte azul del espectro visible y Ultravioleta (< 500 nm). Es decir, tecnología LED pero exclusivamente de colores cálidos (Pc Ámbar y/o temperatura de color por debajo de los 2700K) y/o lámparas de descarga de Vapor de Sodio de Alta Presión.

- La utilización de luminarias con $FHS_{inst} \approx 0\%$, es decir, con reflector, cierre de vidrio plano y sin difusores laterales (en los modelos que lo requieran o en todo caso transparentes, salvo que dispongan de sistema confort). No inclinar las luminarias sobre su posición horizontal.

En la actualidad, prácticamente todos los fabricantes y empresas de productos de iluminación disponen de equipos que cumplen de sobra con estos criterios sostenibles y a precios de mercado totalmente competitivos. Estos criterios no encarecen la instalación sino todo lo contrario, al optimizarla, el coste de inversión se reduce y el ahorro aumenta, ofreciendo períodos de retorno de la inversión completamente asumibles y habituales en el mercado.

- Respetar la hora de las estrellas. Adecuar el horario de funcionamiento de las instalaciones de alumbrado exterior y en especial las de alumbrado ornamental, además de escaparates y anuncios publicitarios. Aplicar sistemas de regulación de flujo luminoso a partir de una hora de la noche en las instalaciones de alumbrado exterior.
- Diseñar las instalaciones para que cumplan con los niveles de iluminación máximos exigidos en las calles, según su uso.

Implantar este tipo de instalaciones siguiendo estos criterios, con un justo y adecuado nivel de iluminación, no sólo genera beneficios medioambientales y sobre la salud, sino también económicos, dado que permiten reducir la potencia de las lámparas y por tanto reducir el consumo eléctrico en nuestras calles, sin mermar las condiciones de seguridad a los usuarios.

Debemos ser capaces de decidir la mejor solución para cada situación, en base a los requisitos legales y necesidades reales de la instalación y por supuesto hacerla compatible con el entorno y medio nocturno. Para ello se debería realizar una auditoría del alumbrado exterior de forma previa para analizar la situación actual y que de forma independiente a intereses comerciales, defina el plan de actuación que se debe seguir para adecuar las instalaciones según estos criterios para conseguir estas más y beneficios.

Se recomienda realizar en los municipios del ámbito del Destino auditorías energéticas y lumínicas a partir de las cuales se definan las actuaciones a seguir para renovar las instalaciones de alumbrado, siguiendo estos criterios y cumpliendo la legislación existente (en otros territorios Starlight se han conseguido ahorros en torno al 60%).

Se han realizado varias auditorías en el territorio, si bien las obras de renovación se plantean luminarias con fuentes de luz LED de 3000K y 4000K, que no es adecuado para un territorio Starlight. Responsables de NICDO ya han alertado a los alcaldes del valle para que no se realicen instalaciones de alumbrado con esas luminarias, que van en contra de los criterios de alumbrado que deben tener municipios integrantes de un territorio certificado como Destino Turístico Starlight.

5.2.- Marco legal y propuesta de ordenanza

Como ya se ha comentado previamente, en materia de regulación de alumbrado exterior y contaminación lumínica, la normativa vigente que es aplicable se detalla a continuación, junto con otras recomendaciones publicadas en este ámbito técnico:

- Real Decreto 842/2002 de 02/08/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Órgano emisor: Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE 18/09/2002, sus Normas complementarias y guías de interpretación.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

- Normativa del Gobierno de Navarra en materia de protección del cielo nocturno que está en fase de actualización.
- Protocolo de auditoría energética de las instalaciones de alumbrado público exterior del IDAE.
- Recomendaciones del Comité Español de Iluminación (CEI); del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Declaración sobre el impacto de luz blanca procedente del alumbrado nocturno, publicado por el Grupo Internacional de Administraciones y Expertos en materia de contaminación lumínica.
- Guía Práctica de Iluminación de Exteriores (Alumbrado Eficiente y Control de la Contaminación Lumínica) de las Oficinas de protección de la calidad del cielo de Canarias y Chile.
- Recomendaciones de la Iniciativa Starlight, del Instituto Astrofísico de Canarias (IAC) y de la Asociación contra la Contaminación Lumínica (Cel Fosc).

A continuación se presentan los **criterios técnicos que deben incluirse en la propuesta de ordenanza** para regular las instalaciones de alumbrado exterior público en los municipios del **Valle de Roncal**, que son zona de amortiguamiento dentro del ámbito del Destino Turístico Starlight.

Se siguen los criterios definidos anteriormente y basados principalmente en mejorar la calidad lumínica de las instalaciones, incrementar la eficiencia energética y preservar las condiciones de oscuridad del cielo y medio natural nocturno del territorio, y que se podrían denominar criterios Starlight.

1) **El horario de funcionamiento del alumbrado exterior será de un máximo de 4.100 horas anuales, de las cuales 1.200h serán en período nominal y 2.900h en régimen reducido.** Se podrán ajustar más estos valores, con el objetivo de aumentar el ahorro.

2) Para el **alumbrado ornamental de los edificios emblemáticos y monumentos**, si se iluminan, se establece la **"hora de las estrellas"**, en la que estos alumbrados deberán apagarse preferiblemente, a partir de las 23h de la noche en verano y de las 22h en invierno.

3) Para **optimizar el horario de funcionamiento**, se deberán aplicar **sistemas de accionamiento** (según se establece en el RD1890), que garanticen que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía.

   Para instalaciones con potencia total > 5 Kw, estos sistemas serán ***reloj astronómico digital o sistema centralizado***. Mientras que para instalaciones con potencia total ≤ 5 Kw, también podrá utilizarse ***fotocélula***.

Las fotocélulas presentan la ventaja de ajustar las órdenes de encendido y apagado a la luminosidad ambiental, pero normalmente en el transcurso del tiempo pierden precisión y su mantenimiento es bastante difícil, mientras que los relojes astronómicos digitales, aun cuando tienen una gran precisión en el cálculo del orto y el ocaso y resultan de fácil mantenimiento, tienen el inconveniente de los problemas que se presentan los días de poca luminosidad, ya que no es posible corregir los horarios programados.

Cuando resulte viable (previo análisis independiente a través de una auditoría), puesto que estos equipos requieren una mayor inversión, serán recomendables los sistemas de encendido centralizado que accionarán el alumbrado desde un puesto central (sistema de gestión centralizada), enviando una orden de encendido y apagado a los cuadros de alumbrado de una manera sincronizada, atendiendo a un reloj central o una fotocélula patrón. Tienen la ventaja que pueden controlarse las órdenes con precisión y sincronismo, y el inconveniente que se presentan problemas cuando, por cualquier circunstancia, falla la orden de mando y no existen elementos de seguridad adicionales. Depende también del estado de las líneas. En Isaba está instalado en la actualidad un sistema de telegestión.

4) Para fomentar el ahorro y el uso racional de la energía, se deberán **aplicar sistemas de regulación del flujo luminoso** (según se establece en el RD1890), que reducen el consumo y la intensidad de luz a partir de una hora de la noche, cuando la actividad se reduce.

Estos sistemas pueden ser **punto a punto mediante equipos autónomos de potencia regulable**, **drivers tipo dimming para los LED**, **regulación en cabecera de línea** o **sistemas de telegestión o gestión centralizada**, dependiendo de los resultados del análisis previo que debe realizarse para caracterizar la situación existente y calcular el período de retorno y decidir la mejor opción.

Los sistemas de regulación del nivel luminoso deberán permitir la disminución del flujo emitido hasta el valor de servicio mínimo que admite la fuente de luz, manteniendo la uniformidad de los niveles de iluminación, durante las horas con funcionamiento reducido. Para las lámparas des descarga está reducción será hasta el 50% del valor en servicio normal, mientras que en el caso del los LEDs debido a las ventajas de esta tecnología, está reducción es muy superior.

Para el establecimiento del porcentaje de ahorro energético y la elección, en cada supuesto, del sistema idóneo deberán considerarse las variaciones de tensión de la red, sus características, tipos de lámparas a implantar, etc. y en el caso de instalaciones existentes, el estado de las líneas eléctricas de alimentación de los puntos de luz, secciones, caídas de tensión, equilibrio de fases, armónicos, etc.

Con la finalidad de lograr ahorro energético en instalaciones de alumbrado ornamental de fachadas de edificios y monumentos, anuncios luminosos, espacios deportivos o culturales, etc., se establecerán los correspondientes ciclos de funcionamiento (encendido y apagado) de dichas instalaciones, disponiendo de relojes capaces de ser programados por ciclos diarios, semanales, mensuales y anuales.

Se verificará que el sistema de regulación del nivel luminoso adoptado es perfectamente compatible con el tipo de fuente de luz proyectado exigiendo, en su caso, las garantías precisas a los fabricantes tanto del sistema de regulación como de la fuente de luz.

La regulación en cabecera de línea requiere de un mínimo número de puntos de luz para que salga más rentable que los sistemas punto a punto (al igual que para la telegestión que aún requiere mayor inversión, como en Isaba), depende del estado de las líneas, de la caída de tensión y también de otros aspectos fundamentales el que sea adecuada su instalación como por ejemplo el estado de las líneas, especialmente las caídas de tensión existentes, y las condiciones meteorológicas.

El **apagado parcial de los puntos de luz, está fuera del RD1890** y no se considera adecuado por la pérdida de uniformidad que supone.

5) **La zonificación lumínica, en relación a la sensibilidad a la contaminación lumínica** se establece en las distintas zonas E (E1 de máxima protección a E4 zonas de centros urbanos importantes), según se muestra en la tabla siguiente:

Clasificación zonas	Descripción	FHS_{ins} %	Lámparas
E1	**ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS:** Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar.	≤ 1%	Se utilizarán lámparas de vapor de sodio. Cuando no resulte posible utilizar dichas lámparas, se procederá a filtrar la radiación de longitudes de onda inferiores a 440 nm. (1)
E2	**ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA:** Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.	≤ 5%	
E3	**ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA:** Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.	≤ 15%	
E4	**ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA:** Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.	≤ 25%	

Imagen 63: Tabla Zonificación zonas E (ITC-03 del RD1890)

(1) En el RD1890 no se incluyó la tecnología LED en el momento de su aprobación, pero en esta propuesta de ordenanza municipal sí que se incluye como tecnología a utilizar en las instalaciones de alumbrado exterior, como se comenta más adelante.

Los núcleos urbanos a pesar de poder zonificarse como E2 ó E3, están dentro de una zona de máxima protección por la denominación como Red Natura 2000, Destino Starlight y por el desarrollo de actividades relacionadas con el turismo astronómico, por lo que se consideran como ***zona E1***.

Además, y tal como se ha justificado anteriormente, prácticamente todas las luminarias actuales del mercado ya cumplen con esta característica de $FHS_{inst} < 1\%$ y disponen de sistema óptico con aberturas adecuadas para garantizar las uniformidades (que hay que corroborar en el estudio o auditoría independiente previa a la toma de decisión).

6) **Luminarias para alumbrado funcional y ambiental** (carreteras y vías urbanas respectivamente):

- Rendimiento superior al 85%.
- El Factor de utilización en la calzada, K, será superior a 0,3, evitando colocar las luminarias o los proyectores alejados de la zona a iluminar o en su caso minimizar la luz proyectada fuera de la zona útil. (K = iluminancia media mantenida multiplicado por la superficie de cálculo y dividido por los lúmenes instalados).
- Flujo Hemisférico Superior Instalado de las luminarias será $FHS_{inst} < 1\%$ ($\approx 0.0\%$)
- Instaladas sin inclinación, con cierres de vidrio plano y sin difusores laterales (salvo si tienen sistema confort) para evitar el flujo enviado cerca del horizonte (los primeros 10°-20°) ya que produce un resplandor de 6 a 160 veces superior que el mismo flujo reflejado en el suelo.

Imagen 64: Luminarias NO admitidas (izda.) y ADMITIDAS (dcha.).

- Si se usan proyectores, éstos serán frontalmente asimétricos, con fotometrías adecuadas a la zona a iluminar e instalados sin inclinación. Se utilizarán apuntamientos (dirección de la intensidad máxima) de proyectores con ángulos inferiores a 70°, para evitar deslumbramiento a usuarios y vecinos.
- Deberán cumplir todos los requisitos de seguridad referentes al aislamiento eléctrico (es recomendable un IP65 para la gran mayoría de las aplicaciones), seguridad mecánica (IK), etc. y contarán con el marcado CE y todos los ensayos fotométricos, términos, mecánicos, etc. que garantice dicho marcado.

7) **Luminarias (alumbrado ornamental, deportivo y publicitario):**

- Deberán colocarse de arriba a abajo y de modo que no se emita flujo luminoso fuera del área a iluminar. No se colocarán empotrados en el suelo hacia arriba.
- Si fuera preciso, se instalarán viseras, paralúmenes, deflectores o aletas externas que garanticen el control de la luz fuera de la zona de actuación.

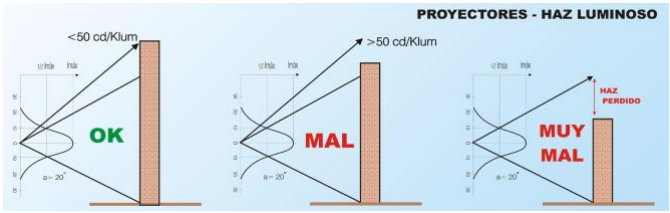


Imagen 64: Diseño de alumbrado ornamental y publicitario

- En el diseño de una instalación deportiva, la asimetría y la altura (h) del proyector deberá estar acorde con la longitud (L) del área a iluminar frente a cada proyector de forma que h x tag $\alpha \approx$ L.

  Si se ilumina un área con dos torres enfrentadas, éstas no deberán separarse más de 2L≤2 x h x tag . El límite técnico y práctico para la α que es de 70° ya que por encima de este valor es imposible controlar la luz sobre el horizonte y el efecto deslumbramiento a vecinos y usuarios de la instalación.

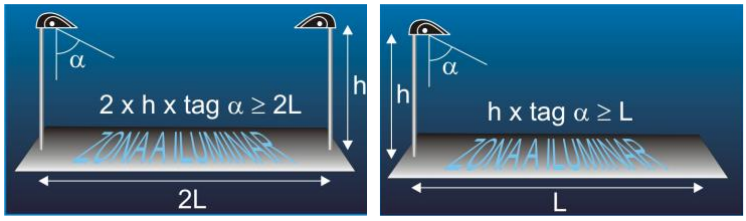


Imagen 65: Diseño de alumbrado deportivo

- No utilizar cañones de luz o láseres con fines publicitarios, recreativos o culturales.

8) **Lámparas:** serán compatibles con los criterios de Destino Turístico Starlight:
   - Vapor de **Sodio de Alta Presión**.
   - Tecnología **LED < 2700K** ó **LED PC Ámbar**.
   - Dispondrán de sistemas auxiliares eficaces y con pérdidas mínimas (RD1890).

9) **Eficiencia energética:** todas las instalaciones de alumbrado exterior deberán disponer de una certificación con **etiqueta energética A**.

10) **Niveles de iluminación máximos**. Los niveles de iluminación máximos que debe tener cada calle se establece en función sus características y del uso que tiene (según el RD1890). Las calles de los municipios principalmente se dividirán en dos clases: calles con velocidad moderada (< 60Km/h), en travesías y carreteras, y el resto de las calles con velocidad reducida (< 30Km/h). En concreto:

   - Travesía y carretera (tipo B): tráfico viario IMD<7000 » Clase ME4b/ ME5 (≈S2/S3).

- Resto de las calles (tipo D3-D4): flujo Normal peatones » Clase S3/S4. Se puede incluir la clase S2 exclusivamente para las zonas más céntricas y con más actividad de los municipios.

Estos valores de iluminancia promedio están establecidos en la *ITC-EA-02 del RD1890*, que se consideran máximos y no podrán superarse en más de un 20%. El RD1890 no establece los valores mínimos de iluminancia promedio, por lo que una calle se considera que NO cumple con la legislación sólo cuando está sobreiluminada (más de un 20% por encima del nivel). Es decir, que se puede diseñar instalaciones con niveles inferiores a los indicados en las tablas anteriores, si bien no es recomendable.

11) **Niveles de iluminación alumbrado específico (ITC-EA-02.3 del RD1890):**

- Pasarelas peatonales, escaleras y rampas (entorno vías motorizadas): clase CE2.
- Paso de peatones: clase CE2 en zona residencial.
- Parques y jardines: Vías o paseos, accesos, escaleras, áreas de estancia, se iluminan como vías tipo E, mientras estén abiertos al público.
- Fondos de saco en calles: clase CE2.
- Glorietas: se iluminará con un escalón de clase superior de la vía de mayor clase que confluya en la misma (o que le correspondería si estuviese iluminada). Esta clase debería mantenerse en las vías que confluyen hasta una distancia de 200m de la glorieta. En carreteras no iluminadas el nivel máximo de la glorieta será CE1.

12) **Alumbrado de vigilancia y seguridad**, cumplirá lo exigido en la ITC-EA-02.5 del RD1890.

13) **Luz intrusa generada por alumbrado exterior.**

Para evitar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior, sobre los ciudadanos en general, las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción del alumbrado festivo y navideño, se diseñarán para que cumplan los valores máximos establecidos en la tabla de la ITC-EA-03 del RD1890.

14) **Los letreros de LED están prohibidos.** Si se instala alguno, siempre bajo permiso expreso del gestor del Destino Starlight:

- Deberán disponer de un control horario del brillo de forma que a partir de la puesta de Sol (50 lux en el exterior) no supere el brillo indicado en el RD.1890/2008.
- La apertura del haz principal de los LEDs será inferior a 30° (ideal 8°) y el panel (o las caras verticales que proyectan luz) deberá tener una ligera inclinación de al menos 5° hacia el suelo.

- Deberá evitarse el uso de colores azules o con longitudes de onda inferiores a los 500 nanómetros.

15) **Factor mantenimiento.** Para evitar en el transcurso del tiempo la degradación de las instalaciones, se deberá llevar a cabo un adecuado mantenimiento, tanto *preventivo* (mediante una programación temporal de las operaciones principalmente de limpieza y revisión de funcionamiento), como *correctivo* cuyo objetivo es reparar las averías y poner de nuevo las instalaciones en un correcto uso de funcionamiento. En el caso de nuevas instalaciones o que se renueven más del 50% de los puntos de luz, se deberá establecer un protocolo de mantenimiento según el artículo 12 del RD1890 y las especificaciones de su ITC-06.

Según esta ITC-06 del RD1890 se establecen diferentes períodos de operaciones para el mantenimiento preventivo, con el fin de que el ***factor de mantenimiento*** sea menor que la unidad ($f_m < 1$) pero lo más elevado posible para una frecuencia de mantenimiento lo más baja que pueda llevarse a cabo.

Este f_m es el que determina el nivel de iluminancia inicial a la puesta en marcha de la instalación, para que la iluminancia media en servicio a mantener en el transcurso del funcionamiento de la misma esté garantizada durante toda la vida de la instalación, al llevar a la práctica el plan de mantenimiento establecido.

En los municipios del territorio Starlight, se establece un **fm = 0,7** que implica, en el caso de la opción de **VSAP**, sustituir las lámparas a las 12.000 (unos 3 años) y limpieza de las luminarias también cada 3 años. Lo ideal sería conseguir un fm = 0,8 pero implica sustituir las lámparas SAP a las 8.000 horas de funcionamiento (unos 2 años).

Para la opción los **LEDs,** las labores de mantenimiento preventivo podrían dilatarse en el tiempo, dado que los fabricantes en sus catálogos afirman que estos sistemas mantienen el 70% de la luz inicial después de 50.000 horas de funcionamiento. Obviamente estos datos deberían ser corroborados in situ en la propia instalación para ser demostrados.

16) Se recomienda implantar algún sistema informático de gestión que registre las diferentes operaciones de consumo, facturación, mantenimiento y revisión que se llevan a cabo en el tiempo y que ayuden a controlar eficazmente la funcionabilidad, eficiencia y costes de la instalación.

17) **Tecnologías admitidas para la renovación, adecuación o ampliación de las instalaciones de alumbrado exterior:**

➲ **Tecnología LED 2700K (preferible < 2700K) ó PC- Ámbar**

- Las nuevas instalaciones que incorporen esta tecnología deberán cumplir con todos los criterios técnicos indicados en esta ordenanza.
- La eficacia del PC Ámbar actualmente está en torno a 110 lm/w y en el dispositivo alrededor de 90 lm/w. En el caso del LED de 3000K es de 124 lm/w y en el dispositivo entre 102/70 lm/w.

- Las luminarias LED (nuevas o adaptadas) están ***sometidas obligatoriamente al marcado CE***, que indica que todo elemento o componente que exhibe dicho marcado cumple con la siguiente legislación y cualquier otra asociada que en cada momento sea de aplicación.
- Las luminarias LED deberán cumplir los requerimientos técnicos establecidos en el ***Documento de requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior****, del* CEI (Comité Español de Iluminación) e IDAE (Instituto par la Diversificación y Ahorro de la Energía), en la última actualización disponible u otras normas y recomendaciones que se vayan publicando.
- Una cuestión esencial a tener en cuenta si el Ayuntamiento decide optar por la tecnología LED, es que su correcto funcionamiento depende de numerosos condicionantes, como el estado de saneamiento del cableado y las caídas de tensión en las mismas.
- Además, cada punto de luz debe estar dotado de protección para rayos y sobretensiones.
- La **modificación de una luminaria ya instalada y equipada con lámpara de descarga o de otra tecnología, adaptándola a diferentes soluciones con fuentes de luz tipo LED** (ya sea mediante "lámparas de reemplazo", "sustitución del sistema óptico" o "sistema LED Retrofit") implica operaciones técnicas, mecánicas y/o eléctricas (por ejemplo, desconectar o puentear el equipo existente).

  Estas acciones comprometen la seguridad y características de la luminaria original y pueden originar diferentes problemas en el ámbito de seguridad, funcionamiento, compatibilidad electromagnética, marcado legal, consideraciones medioambientales, distribución fotométrica, características de disipación térmica, flujo, eficiencia de la luminaria, consumo, vida útil y garantía.

  En estos casos, el producto resultante de las modificaciones anteriormente mencionadas se convierte en una nueva luminaria; por tanto, quien efectúa dichas modificaciones pasa a convertirse en fabricante de la misma, siéndole aplicable la totalidad de la Legislación y Normativa, así como la responsabilidad sobre el producto, sobre su correcto funcionamiento, sobre la seguridad eléctrica y mecánica tanto del producto como de la instalación eléctrica asociada.

  En cualquier caso esta transformación deberá cumplir las prescripciones incluidas en *Documento de requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior, del* CEI e IDAE.

  Esta transformación puede realizarse mediante módulos con tecnología LEDs de potencia calculada en el estudio previo, equipados con LEDs y grupo óptico para este tipo de tecnología de alta eficiencia con difusor con lentes de alto rendimiento (> 90%) integradas.

  Debe tener una distribución fotométrica asimétrica para iluminación funcional. NO se admite la sustitución directa de las lámparas de descarga existentes por otras lámparas LEDs sin ninguna otra adecuación.

Imagen 66: Ejemplos de luminaria adaptada en otros territorios y NO admitidas

Imagen 67: Ejemplo de luminaria adaptada a LED 2700K que se admite

Imagen 68: Instalaciones con luminarias LED PC-Ámbar

➲ **Tecnología de descarga: Vapor de Sodio de Alta Presión (VSAP)**

- Los ayuntamientos que apuesten por esta tecnología, si el estado de las luminarias existentes permite mantenerlas, la adecuación de las mismas se hará incorporando un bloque o grupo óptico diseñado para lámparas de VSAP en posición horizontal y con cierre plano, con las potencias que se establezca en el cálculo luminotécnico. Se eliminarán los difusores laterales (o en todo caso se colocarán transparentes con sistema "confort").

Imagen 69: Luminaria existente (izda.) y luminaria adaptada (dcha.), habría que quitarle los difusores laterales

Imagen 70: Renovación de luminarias Villa SAP150w (izda.) por otras con bloque óptico y SAP70w (dcha.)

- La eficacia del vapor de sodio de alta presión está en torno a 100 lm/w y en el dispositivo es de 80 lm/w.

18) **Auditoría energética y lumínica.** Previamente a la adecuación de las instalaciones de los municipios, se debe realizar una auditoría energética y lumínica (independiente de intereses comerciales), para analizar la situación existente y diseñar el plan de acción a seguir para la adecuación paulatina de las instalaciones de alumbrado en función de los criterios Starlight descritos en esta memoria y cumpliendo en todo momento las exigencias del RD1890, REBT y protocolo IDAE-CEI.

19) **Control de los proyectos de renovación y nuevos a través de una oficina técnica especializada en alumbrado exterior.** Se propone la creación de una oficina técnica (o personal técnico independiente asociado al territorio) que revise los proyectos de diseño de las nuevas instalaciones o renovaciones de existentes, para asegurar el cumplimento de los criterios Starlight.

20) Todos los proyectos que se vayan a realizar a través de líneas de subvenciones o mediante financiación de distintos organismos estatales, europeos o autonómicos, etc. deberán cumplir las especificaciones y criterios técnicos de esta ordenanza por encontrarse dentro de territorio Starlight.

21) Se realizarán jornadas de formación y de información, dirigidas a los técnicos municipales y otros profesionales del ámbito de la iluminación en este territorio.

5.3.- Seguimiento. Calidad del cielo y alumbrado exterior

Los parámetros relacionados con calidad del cielo requieren un seguimiento continuo y actualización. Es por ello que en un período de 4 años tras la auditoría de Destino, se deben aportar a la Fundación Starlight los parámetros actualizados de calidad del cielo del territorio en un informe que incluye las acciones realizadas y el mantenimiento y/o mejora de las condiciones del cielo nocturno. A los 2 años se debe entregar un informe intermedio para comprobar el estado del destino turístico Starlight.

Por otro lado, para preservar la excelente calidad del cielo nocturno existente en la actualidad, se debe trabajar para poner en marcha el PLAN de ACCIÓN STARLIGHT, donde uno de cuyos hitos fundamentales es aprobar una "ordenanza" o "prescripciones técnicas" a aplicar en los municipios pertenecientes al ámbito del Destino para el control lumínico de las instalaciones de alumbrado exterior, cuyos objetivos principales son la consecución de niveles adecuados para el mantenimiento de la actividad de observación astronómica en condiciones óptimas, el desarrollo del Astroturismo, el ahorro de energía y el respecto a la flora y la fauna.

5.4.- Acciones de divulgación e información

5.4.1.- Protección del cielo. Alumbrado exterior

Es fundamental en este aspecto la **divulgación del proyecto y la formación a los técnicos municipales y políticos** de los municipios en materia de alumbrado exterior y sensibilización sobre contaminación lumínica, a través de distintas **jornadas formativas**.

Ellos son los que deciden sobre las actuaciones a realizar y la gestión de sus instalaciones de alumbrado público, y muchas veces por desconocimiento se dejan llevar por informaciones no contrastadas y publicidad confusa sobre las "bondades" de ciertas tecnologías.

Además, un aspecto importante que se debe considerar para garantizar que las actuaciones en materia de alumbrado, sean las más óptimas posibles y respondan a los criterios Starlight, es que deben ser definidas tras la realización de una auditoría o un de un análisis previo e independiente de intereses comerciales.

Es necesario cambiar la forma de pensar y de proceder en el ámbito de la iluminación y divulgar una nueva "cultura de la luz" siguiendo los criterios y aspectos definidos en este plan de acción.

Se debe **analizar la forma de implantar la ordenanza municipal o los requisitos técnicos** exigibles a las instalaciones de alumbrado exterior de los municipios dentro del territorio Starlight, sin excepción, especialmente siendo zonas de máxima protección medioambiental y Destino Starlight (posibilidad de Reserva Starlight).

5.4.2.- Divulgación y educación entre la población

El proyecto y la filosofía del mismo debe **permeabilizar entre los habitantes del territorio** (y los visitantes), por lo que se deberán realizar campañas de divulgación y sensibilización relativas a la puesta en valor del recurso del cielo nocturno, al conocimiento de los efectos de la contaminación lumínica y las soluciones inteligentes para mitigar sus efectos, mediante charlas y talleres, folletos explicativos, etc. Serán un soporte fundamental para la defensa de los valores y recursos del Destino Turístico Starlight.

Ya se han realizado varias acciones formativas en el territorio enfocadas a los ayuntamientos principalmente.

Es prioritario que esta nueva cultura de la luz y el respeto por nuestro cielo nocturno se transmita a las futuras generaciones y que sea un ámbito en el que puedan desarrollar sus carreras profesionales e incluso emprender su propio negocio y contribuir al desarrollo rural del territorio.

Las acciones educativas también son fundamentales por ello es importante actuar en el **ámbito escolar,** a todos los niveles, y con acciones específicas o programas educativos y de divulgación sobre astronomía, patrimonio cultural y natural relacionado, según los grupos de edad: talleres, concursos escolares, visitas a los centros científicos, emprendizaje, etc. aprovechando por ejemplo, la **temporada de esquí** con los grupos de estudiantes que llegan al territorio durante el invierno.

5.4.3.- Turismo de estrellas

Dadas las especiales características de un Destino Turístico Starlight, donde se promueven productos y actividades turísticas basadas en la astronomía, sus valores asociados y otros recursos complementarios que la ciencia nos ofrece sobre la naturaleza nocturna, el nivel adecuado de formación y capacitación de los agentes implicados en estas materias constituye un requisito primordial y juega un papel esencial en su excelencia.

En este sentido, para la gestión del Destino Turístico del **Valle de Roncal**, es prioritario y de especial atención, concretar los aspectos relacionados con la gestión del conocimiento, la

divulgación y el nivel de formación de los principales actores, especialmente los guías e intérpretes.

Para ello, se trabajará junto con el Planetario de Pamplona en concretar las **acciones formativas en relación a los monitores Starlight o astroturísticos**, y también a los **responsables de la interpretación**, de los centros de visitantes, o a los **encargados de la elaboración de contenidos informativos y divulgativos en el Destino Turístico Starlight**.

ANEXOS

ANEXO Nº 1 – Adhesiones a la Declaración de La Palma de los Ayuntamientos del Valle de Roncal

ANEXO Nº 2 – Mapas

ANEXO Nº 3 – Registros

ANEXO Nº 4 – Zonificación del Destino Turístico Starlight