

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS						  
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 2

Neiva, 26 de Noviembre

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad 26 de noviembre 2015

El (Los) suscrito(s):

SILVETSRE LOZANO MARTINEZ

con C.C. No. 7.731.267

JORGE DANIEL BALDION MONO

con C.C. No. 1075.259.663

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado:

“MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN EL BOSQUE SECO TROPICAL LA TATACOA”

Presentado y aprobado en el año 2015 como requisito para optar al título de:

LICENCIADO EN CIENCIAS NATURALES: FISICA, QUIMICA Y BIOLOGIA

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

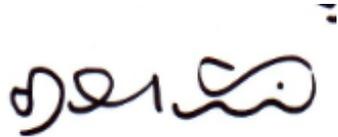
Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.

- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.

- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

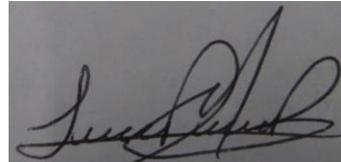
	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS				  		
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.



EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma



EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS				  		
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 9

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

“MITIGACION DE LA CONTAMINACION LUMINICA EN EL BOSQUE SECO TROPICAL LA TATACOA”

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
LOZANO MARTINEZ	SILVESTRE
BALDIÓN MONO	JORGE DANIEL

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
FERRIN	IGNACIO
RÚA RESTREPO	JAVIER FERNANDO

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: LICENCIADO EN CIENCIAS NATURALES: FISICA, QUIMICA, BIOLOGIA

FACULTAD: EDUCACIÓN

PROGRAMA O POSGRADO: LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA, BIOLOGÍA

CIUDAD: NEIVA

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2015

NÚMERO DE PÁGINAS: 224



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 9

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una **X**):

Diagramas___Fotografías **X** Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas **X** Música impresa___ Planos **X** Retratos___ Sin
ilustraciones___ Tablas o Cuadros **X**

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

**PLANILLA 3. POSICION DE LAS FUENTES CONTAMINANTES**

ID Lugar	Azimut	Altura	Posición GPS	Distancia (m)	Intensidad Relativa	Comentarios

Con la posición GPS del Observatorio del Cuzco y con la posición GPS del Lugar se puede determinar la distancia

Posición GPS del Cuzco =

--

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	6 de 9

PREMIO O DISTINCIÓN *(En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):*

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

1. Acimut
2. Bosque seco tropical
3. contaminación
4. cielo
5. espectro electromagnético
6. Fotómetro
7. Objeto estelares

Inglés

- Acimut
- Tropical dry forest
- Pollution
- Heaven
- Electromagnetic spectrum
- Photometer
- Stellar objects

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	7 de 9
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

La presente investigación denominada mitigación de la contaminación lumínica en el bosque seco tropical la Tatacoa como fenómeno físico provocado por el uso inadecuado y proyección de las luminarias ; tiene como objetivo mitigar la contaminación lumínica generada por el alumbrado público y algunas viviendas y que vienen afectando la observación de los astros. Para eso fue preciso determinar el nivel de contaminación del cielo en el desierto y sus alrededores mediante el medidor de calidad del cielo SQM-L donde los resultados fueron analizados rigurosamente de acuerdo a los días fechas y estado meteorológico en que fueron tomadas; julio del 2014 hasta septiembre del 2015.

Apoiados por medio de fotografías y siendo comparadas de día y de noche se pudo evidenciar en los cascos urbanos Neiva, Aipe Villavieja, La victoria y las viviendas de la vereda el cuzco el origen de los focos de contaminación de una manera precisa acompañada de su ubicación por medio del GPS.

Se visitaron a las viviendas de la vereda El Cuzco identificando focos con mayor dispersión de luz y a su vez se interactuó y concientizo a la comunidad haciéndolos participes en la toma de decisión para la mitigación. Con la información registrada se pudo elaborar gráficas, mapas e imágenes que nos pudo mostrar una relación directa de los niveles de contaminación y la calidad del cielo en las diferentes coordenadas espaciales.

En los capítulos I y II se referencia el planteamiento del problema y la construcción teórica con lineamientos referentes a la contaminación lumínica y su efecto en la observación astronómica. El III presenta la metodología ejecutada para el registro de la información con los diferentes sitios y sus coordenadas se incluyen además una campaña sobre la mitigación de la contaminación lumínica tomando como referencias experiencias desarrolladas en el tema.

El capítulo IV Y V se construye y se plasman resultados y sus análisis, se construye una unidad didáctica para el desarrollo didáctico de la enseñanza de la mitigación de la contaminación lumínica como también la construcción de un artículo científico y una guía de trabajo de campo. Finalmente se presentan los resultados y sus diferentes análisis y recomendaciones.



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

8 de 9

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS							
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO							
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	8 de 8	

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

This research called light pollution mitigation in the tropical dry forest Tatacoa as a physical phenomenon caused by improper use and projection of the lights; It aims to mitigate light pollution from street lighting and a few houses and that are affecting the stargazing for it was necessary to determine the level of pollution in the desert sky and its surroundings through the sky quality meter SQM- L where the results were analyzed rigorously days due to weather condition and dates they were taken.

Supported by photographs being compared and day and night was evident in urban areas Neiva, Aipe Villavieja, Victory and the houses in the village of Cuzco the origin of the sources of pollution in a precise manner accompanied by its location by GPS. We visit the homes of the village of El Cuzco identifying outbreaks more light scattering and in turn raising awareness interacting and making them participate in the decision making to mitigate community.

With the registered information Could it could draw graphs, maps and pictures that we could show a direct relationship between pollution levels and the quality of the sky at different spatial coordinates.

Chapters I and II refer the problem statement and the theoretical construction guidelines regarding light pollution and its effect on astronomical observation.

The III presents the methodology implemented for the recording of information to different sites and their coordinates is also included a campaign on mitigation of light pollution taking as references experiences in the subject.

Chapter IV and V is built and results and their analysis are reflected, a teaching unit for the development of didactic teaching mitigation of light pollution as well as the construction of a scientific paper and a guide field work is built. Finally the results and their different analyzes and recommendations.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

D(c) Elias Francisco Amortegui

Nombre Jurado: JOSE MIGUEL CRISTANCHO PIERRO

Firma:

Nombre Jurado:

Firma:



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

9 de 9

**“MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
EN EL BOSQUE SECO TROPICAL LA TATACOA”**

Presentado por:

Silvestre Lozano Martínez 2006264039

Jorge Daniel Baldión 2009289404

Asesores:

Dr. Ignacio Ferrín (Universidad de Antioquia)

Javier Fernando Rúa Restrepo (Observatorio El Cuzco, Villavieja-Huila)

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES

FÍSICA-QUÍMICA-BIOLOGÍA

Noviembre 2015

**“MITIGACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
EN EL BOSQUE SECO TROPICAL LA TATACOA”**

Presentado Por:

Silvestre Lozano Martínez 2006264039

Jorge Daniel Baldión 2009289404

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES

FÍSICA-QUÍMICA-BIOLOGÍA

Noviembre 2015

DEDICATORIAS

A Dios padre, quien nos dio la inteligencia y sabiduría que nos acompañó, elevando nuestro espíritu para poder emprender y culminar una nueva etapa de la vida con este trabajo.

A mi hijo Elián David Lozano Díaz quien junto su adorable madre Heidy Briyith Díaz Rodríguez me han llenado de afecto, aliento y confianza; iluminando cada día del camino para seguir cumpliendo nuestros propósitos.

A mi madre Cecilia Martínez Perdomo, que con su esfuerzo y dedicación de mujer aguerrida me dio fortaleza amor y confianza para alcanzar mis metas, realizar mis sueños y aportar en mí, una excelente formación personal y profesional. A mi padre Silvestre Lozano Gutiérrez que con sus ideas me formaron bajo la razón emancipadora de construir un mundo mejor; a ellos gracias por haber siempre confiado y entenderme en la tempestad.

A mi hermano Wilmar Argelio Martínez y a mi sobrino Jorge Luis Martínez Camacho por acompañarme y entenderme en mis aventuras. A todos mis amigos que confiaron y me acompañaron en las injusticias les agradezco con la firme convicción de que encontrarán más que un hermano.

Al maestro Javier Rúa por su acompañamiento, dedicación y por hospitalidad que nos brindó construyendo conocimiento y me enseñó apreciar la astronomía, muchas gracias por que encontré un camino que me ha abierto las puertas al conocimiento y a un nuevo objetivo en mi vida. Al profesor Ignacio Ferrín que con su serenidad, aliento y ejemplo nos orientó y nos dio la llave de empezar a resolver problemas. Al jefe de programa Juan Manuel Perea, al docente Francisco Amórtegui, al vicerrector de investigación Nelson Gutiérrez por haber tenido la voluntad y compromiso de ayudarnos para hacer posible este trabajo.

SILVESTRE LOZANO MARTINEZ

DEDICATORIAS

Este trabajo es dedicado a la destruida madre naturaleza, que aún en el estado en que se encuentra sigue asilándonos. Viendo la contaminación lumínica como un factor que contribuye a el asesinato de nuestro planeta, mitigarla, es deber de todos los seres humanos. No solo reduciremos su impacto, nos acercaremos a las infinitas riquezas del cosmos, tal vez, este acontecimiento nos lleve a encontrarnos con un ser humano diferente capaz de llevar el razonamiento al límite, y así poder reconocernos como una especie dentro del ecosistema, para aprender a respetar la vida en su totalidad.

Dedicado a la alegría, amor y motivación de mis padres y hermanos: Ana Ruth, Mono Castañeda y Jorge Daniel Baldión Arévalo- Vanessa Alexandra Baldión y Juan David Baldión, quienes con su esencia me han conquistado y dado grandes enseñanzas. Dedicado a la infinita sabiduría del punk a Otonielito y el parche de ágoras OH, a las hermosas plantas de cresta y margaritas, quienes me brindaron comprensión y cariño. A los de sombrero blanco que me llenaron de entendimiento, a mis perfectas mascotas flaco y Hana.

Dedicado al gran andariego de Colombia Javier Fernando Rúa,, que junto al legado de Caicedo, se transforma en una persona fundamental no solo en este trabajo, también en mi vida.

Dedicado al Dr. Ignacio Ferrín, al profesor Juan Manuel Perea Espitia, al profesor Elías Francisco Amórtegui, a mi tía María Cenovia mono los compañeros de trabajo Heidy y Silvestre. A todos ellos gracias por su acompañamiento.

JORGE DANIEL BALDION MONO

AGRADECIMIENTO

Al profesor Javier Rúa por su asesoría, acompañamiento, experiencia y construcción de conocimiento científico; por la paciencia y el compromiso adquirido con este trabajo. Al profesor Ignacio Ferrín quien nos brindó su valioso apoyo y asesoramiento, confiado en nosotros desde el inicio.

Al Jefe de programa Juan Manual Perea Espitia quien nos brindó su apoyo y ayudó en la gestión que hizo posible desarrollar este trabajo de grado. Agradecemos por su hospitalidad a Nohora Constanza Camacho secretaria del programa de Ciencias Naturales: Física, Química, Biología.

A Nelson Gutiérrez Guzmán Vicerrector de Investigación, por haber aportado desde su gestión que este trabajo de grado se pudiera realizar.

A Heidy Briyith Díaz Rodríguez por habernos acompañado y asesorado en la campaña para mitigar la contaminación lumínica, dejándonos muchas de sus enseñanzas.

A Oswaldo Cleves y a su esposa, por la gentileza hospitalidad que nos brindaron en las visitas al Observatorio Astronómico la Tatacoa.

A los habitantes de Villavieja por su participación y compromiso en la mitigación de la contaminación lumínica. Y a todos aquellos que aportaron y ayudaron a culminar este gran proyecto que empieza.

CONTENIDO

RESUMEN	24
ABSTRACT	27
INTRODUCCIÓN	28
CAPÍTULO 1	30
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	30
1.2. OBJETIVOS	34
Objetivo general	34
Objetivos específicos	34
CAPÍTULO 2	36
2.1. MARCO TEÓRICO.....	36
2.1.1. Conceptos de la luminotecnia.....	36
2.1.2. Clasificación de distribución luminosa según la Comisión Internacional de Iluminación CIE	44
2.1.3. Emisión de luz artificial que contribuye a la contaminación lumínica. 45	
2.1.4. Tipos de contaminación lumínica.....	46
2.1.5. Consecuencias de la contaminación lumínica	47
2.1.6. Espectro de luminarias y su impacto como contaminante lumínico... 49	
2.1.7. Forma incorrectas y correctas de iluminar	53
2.1.8. Calidad de cielo nocturno según Bortle	54
2.1.9. Magnitud estelar	55
2.2. IDENTIFICACIÓN ALUMBRADO PÚBLICO	59
2.2.1. Neiva	60
2.2.2. Municipio de Aipe	61
2.2.3. Municipio de Villavieja	62

2.2.4. Vereda La victoria (Villavieja-Huila)	64
2.3. REGISTROS DE OBJETOS ESTELARES, OBSERVATORIO ASTRONÓMICO LA TATACOA EN LA VEREDA EL CUZCO, (VILLAVIEJA – HUILA)	64
2.4. ANTECEDENTES AMBIENTALES	68
2.4.1 Declaración sobre la defensa del cielo nocturno y el derecho a la luz de las estrellas (Declaración de La Palma)	70
2.5. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	77
2.1.3. Imágenes de estructuras construidas en base a la astronomía en la antigüedad	81
2.6. MARCO CONCEPTUAL	83
2.6.1. El Sky Quallity Meter (SQM)	94
2.7. MARCO REFERENCIAL	97
2.7.1. Colombia	105
2.7.2. El Huila	108
2.7.3. Municipio de Villavieja	111
CAPÍTULO 3	114
3.1. METODOLOGÍA	114
3.1.1. Tipo de investigación	114
3.1.2. Enfoque de la investigación	114
3.1.3. Método de investigación	114
3.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	117
3.2.1. Aplicación de encuesta	117
3.2.2. Mediciones con SKY Quality Meter (SQM) de la contaminación lumínica en toda la bóveda celeste	117

3.2.3. Medición de la contaminación lumínica para realizar mapa de alta resolución de Neiva – Villavieja y Aipe.....	117
3.2.4. Ubicación de las viviendas cercanas al Observatorio Astronómico La Tatacoa	118
3.3. FASES DE LA INVESTIGACIÓN	118
3.3.1. Diseño de marco teórico e instrumentos	118
3.3.2. Instalación de equipos	119
3.3.3. Mediciones con el SKY Quality Meter (SQM)	119
3.3.4. Toma de fotografía de 0°-360° noche y día	119
3.3.5. Visita a los lugares más cercanos	120
3.3.6. Nueva fotografía de 0°-360°	121
3.3.7. Mapa de contaminación de Villavieja.....	121
3.3.8. Plan de evaluación y control.....	121
3.3.9. Sistematización de la información	122
3.3.10. Divulgación.....	122
3.1.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	123
CAPÍTULO 4	124
4.1. RESULTADOS.....	124
4.1.1. Resultados encuestas habitantes Vereda El Cuzco	124
4.1.2. Ubicación de fuentes contaminantes por emisión de luz en viviendas Vereda El Cuzco	136
4.1.3. Escala de intensidad relativa para representar la contaminación lumínica en el cielo del Observatorio Astronómico La Tatacoa.....	141
4.1.4. Medidas de cielo completo con el Sky Quality Meter (SQM)	142
Registro 1.....	142
Registro 2.....	144

Registro 3.....	145
Registro 4.....	147
Registro 5.....	148
Registro 6.....	150
Registro 7.....	151
Registro 9.....	154
4.1.5. Medidas de contaminación lumínica de Neiva (Bosque seco Tropical La Tatacoa)	155
Registro 1.....	155
Registro 2.....	156
Registro 3.....	158
Registro 5.....	161
Registro 6.....	162
Registro 7.....	163
Registro 8.....	165
Registro 9.....	166
ANÁLISIS GENERAL DE LOS DATOS DE CIELO COMPLETO - CONTAMINACIÓN LUMÍNICA DE NEIVA.....	167
4.1.6. Toma de fotografía De 0°-360° de día y de noche desde el Observatorio Astronómico La Tatacoa, Vereda El Cuzco	169
4.1.7. Panorámicas de noche de la contaminación lumínica Neiva, Villavieja, Aipe y La Victoria	170
Apantallamientos viviendas vereda el Cuzco Municipio de Villavieja-Huila..	181
4.1.9. Nueva fotografía de noche 0°-360°	185
4.1.10. Mapa de contaminación Municipio de Villavieja	186
ANÁLISIS	187

4.1.11. Unidad didáctica.....	187
4.1.12. Guía de trabajo de campo.....	187
4.1.13. Artículo Científico.....	188
CAPITULO 5.....	189
5.1 Conclusiones y recomendaciones.....	189
5.1.1. Plan de evaluación y control.....	190
Bibliografía.....	197

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Magnitudes Luminosas.....	37
Tabla 2. Ejemplos de flujo luminoso.....	38
Tabla 3. Ejemplos de iluminación.....	43
Tabla 4. Niveles de Contaminación de diferentes tipos de lámparas.....	50
Tabla 5. Calidad del cielo nocturno según Bortle.....	54
Tabla 6. Magnitud aparente.....	59
Tabla 7. Cronograma.....	123
Tabla 8 . Posición de las fuentes contaminantes.....	136
Tabla 9. Escala de intensidad relativa para representar la contaminación lumínica.....	141
Tabla 10. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	142
Tabla 11. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	144
Tabla 12. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	145
Tabla 13. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	147
Tabla 14. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	148
Tabla 15. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	150
Tabla 16. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	151
Tabla 17. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	153
Tabla 18. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	154
Tabla 19. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	155
Tabla 20. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	157
Tabla 21. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	158
Tabla 22. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	160
Tabla 23. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	161
Tabla 24. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	162
Tabla 25. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	164
Tabla 26. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo.....	165

Tabla 27. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo..... 166

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1. Longitud onda bombillo led	52
Gráfica 2. Actividades económicas de la familia	125
Gráfica 3. Entienden por contaminación	126
Gráfica 4. Mayor contaminante en el desierto	127
Gráfica 5. Actividad más habitual en el Bosque Seco Tropical La Tatacoa	128
Gráfica 6. Concepto de contaminación	129
Gráfica 7. Consecuencias de la contaminación lumínica	130
Gráfica 8. Participación en la disminución de la contaminación lumínica.....	131
Gráfica 9. Propuesta de cielos oscuros de la UNESCO	132
Gráfica 10. Declaratoria de Cielos oscuros	133
Gráfica 11. El desierto en 10 años	134
Gráfica 12. Medios de comunicación que consumen	135
Gráfica 13. Contaminación lumínica cielo completo	143
Gráfica 14. Contaminación lumínica cielo completo	144
Gráfica 15. Contaminación lumínica cielo completo	146
Gráfica 16. Contaminación lumínica cielo completo	147
Gráfica 17. Contaminación lumínica cielo completo	149
Gráfica 18. Contaminación lumínica cielo completo	150
Gráfica 19. Contaminación lumínica cielo completo	152
Gráfica 20. Contaminación lumínica cielo completo	153
Gráfica 21. Contaminación lumínica cielo completo	154
Gráfica 22. Contaminación lumínica cielo completo	156
Gráfica 23. Contaminación lumínica cielo completo	157
Gráfica 24. Contaminación lumínica cielo completo	159
Gráfica 25. Contaminación lumínica cielo completo	160
Gráfica 26. Contaminación lumínica cielo completo	161
Gráfica 27. Contaminación lumínica cielo completo	163

Gráfica 28. Contaminación lumínica cielo completo.....	164
Gráfica 29. Contaminación lumínica cielo completo.....	165
Gráfica 30. Contaminación lumínica cielo completo.....	167

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Flujo luminoso	39
Figura 2. Eficiencia o rendimiento luminoso	39
Figura 3. Cantidad de luz	40
Figura 4. Intensidad luminosa	41
Figura 5. Iluminancia	42
Figura 6. Iluminancia	42
Figura 7. Luminancia	44
Figura 8. Clasificación luminarias según su distribución luminosa	44
Figura 9. Espectro de lámparas	52
Figura 10. Formas correctas e incorrectas de iluminar	53
Figura 11. Normas básicas de utilización del alumbrado	53
Figura 12. Brillo aparente de algunos sistemas de magnitud	58
Figura 13. Alumbrado público ciudad Neiva, día y noche	60
Figura 14. Alumbrado público de la Universidad Surcolombiana día y noche	61
Figura 15. Alumbrado público Municipio de Aipe, día y noche	62
Figura 16. Alumbrado público Villavieja	63
Figura 17. Panorámica de alumbrado público Vereda La Victoria	64
Figura 18. Vía Láctea	66
Figura 19. Cruz del Sur	66
Figura 20. Alineación planetas Júpiter y Marte	66
Figura 21. Las Pléyades	66
Figura 23. Nebulosa de Orión	67
Figura 24. Centauro A. colisión de 2 galaxias	67
Figura 25. Cometa Lovejoy	67
Figura 26. Nube de Magallanes 1998	68
Figura 28. Nube de Magallanes 2010	68
Figura 29. Zigurat de la ciudad de Ur, construido a finales del III milenio	81

Figura 30. Tablilla de la época neo babilónica (600 a .C.) representando su sistema del mundo: un disco plano que flota en el océano, sobre el que se cierra la bóveda celeste en forma de semiesfera.....	81
Figura 31. Barca solar del dios Ra. Tumba de Ramsés I	82
Figura 32. Teoría del Cielo Recubridor. China, siglo XIV a.C.....	83
Figura 33. Radiación que penetra la atmosfera terrestre	85
Figura 34. Intensidad de radiación que penetra en la Tierra. (Julio 2006)	92
Figura 34. Modelos de SQM.....	95
Figura 35. Escalas de SQM según su magnitud	96
Figura 36. Misión Planck	99
Figura 37. Vía Láctea	101
Figura 38. Sistema Solar	102
Figura 39. Planeta Tierra.....	103
Figura 40. Imagen Delta del Rio Nilo.....	104
Figura 41. Colombia	107
Figura 42. Coordenadas Geográficas	108
Figura 43. Departamento del Huila.....	110
Figura 44. Municipio de Villavieja	111
Figura 45. Vereda El Cuzco	112
Figura 46. Domo Observatorio Astronómico La Tatacoa	113
Figura 47. Vista del cielo de la ciudad de Granada y Sierra Nevada desde el Observatorio de Astronomía Milimétrica de Sierra Nevada. Foto de 360° (foto: IAA). Nivel de penetración de la contaminación lumínica.....	116
Figura 48. Vereda el Cuzco de día - Panorámica de 0° - 360	169
Figura 49. Vereda El Cuzco de noche - Panorámica de contaminación lumínica 0° - 360°.....	169
Figura 50. Negativo: Vereda El Cuzco de noche - Panorámica de contaminación lumínica 0° - 360°	169
Figura 51. Neiva - Panorámica de contaminación lumínica tomada sentido sur norte.....	170

Figura 52. Negativo: Neiva - Panorámica de contaminación lumínica tomada sentido sur norte.....	171
Figura 53. Villavieja y Aipe - Panorámica de contaminación lumínica 0° - 360° .	172
Figura 54. Negativo: Villavieja y Aipe - Panorámica de contaminación lumínica 0° - 360°	172
Figura 55. Vereda La Victoria - Panorámica de contaminación lumínica	173
Figura 56. Negativo: Vereda La Victoria - Panorámica de contaminación lumínica	173
Figura 57. Plegable campaña para mitigar la contaminación lumínica.....	175
Figura 58. Afiche y pendón campaña para mitigar la contaminación lumínica	175
Figura 59. Casa Mirador Del Desierto	176
Figura 60. El Quiosco	176
Figura 61. Posadero Sol De Verano.....	176
Figura 62. Estadero la Tatacoa	176
Figura 63. El rincón del cabrito.....	177
Figura 64. Castillo Reina Del Desierto	177
Figura 65. Hostal Noches De Saturno.....	177
Figura 66. El Tigre De Marte	177
Figura 67. La Tranquilidad.....	177
Figura 68. Villa De Marquez	177
Figura 69. Fotos Foro la USCO y los nuevos desarrollos científicos en el Desierto de La Tatacoa	179
Figura 70. Foto reunión con secretario turismo y cultura Villavieja	180
Figura 71. Apantallamientos.....	181
Figura 72. Antes y después de mitigar	181
Figura 73. Bombillos sin mitigar	182
Figura 74. Bombillo mitigado	182
Figura 75. Antes y después de mitigar	183
Figura 76. Antes y después de mitigar	183
Figura 77. Antes y después de mitigar	184

Figura 78. Vereda El Cuzco de noche - Panorámica de mitigación contaminación lumínica 0° - 360	185
Figura 79. Levantamiento mapa alumbrado público de Villavieja.....	186

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Respuesta al derecho petición alcaldía de Neiva.....	189
ANEXO B. Respuesta al derecho petición alcaldía de Aipe.....	191
ANEXO C. Respuesta al derecho petición alcaldía de Villavieja.....	192
ANEXO D. Factura de Consumo energía Municipio de Villavieja.....	194
ANEXO E. Respuesta al derecho petición alcaldía de Villavieja.....	195
ANEXO F. Respuesta derecho petición a la Junta Acción Comunal vereda El Cuzco.....	196
ANEXO G. Encuesta.....	197
ANEXO H. Planilla 1. Bosque Seco Tropical La Tatacoa, medición de la contaminación lumínica cielo completo usando el (SQM).....	199
ANEXO I. Planilla 2. Medición de la contaminación lumínica de Neiva usando el SQM.....	200
ANEXO J. Planilla 3. Ubicación fuentes de contaminación.....	201
ANEXO K. Imágenes satélite GOES 12 NASA.....	202
ANEXO L. Convocatoria: Foro la USCO y los nuevos desarrollos científicos en el Desierto la Tatacoa.....	204
ANEXO M. Registro y control de actividades: Foro la USCO y sus nuevos desarrollos científicos en el Desierto La Tatacoa.....	205
ANEXO N. Publicación periódico Diario del Huila sábado 9 de mayo 2015.....	209
ANEXO O. Carta de compromiso institucional al proyecto de investigación...	210

ANEXO P. Mapa borrador levantamiento mapa luminarias alumbrado público de Villavieja.....	211
ANEXO Q. Unidad Didáctica.....	212
ANEXO R. Guía de campo.....	243
ANEXO S. Artículo Científico.....	247

GLOSARIO

Acimut: es el ángulo o longitud de arco medido sobre el horizonte celeste, que forman el punto cardinal Norte y la proyección vertical del astro sobre el horizonte del observador, situado en alguna latitud. Se mide en grados desde el punto cardinal Norte en el sentido de las agujas del reloj, o sea Norte-Este-Sur.

Astronomía: la astronomía es el estudio de todos los objetos celestes. Es el estudio de casi todas las propiedades del Universo desde estrellas, planetas y cometas hasta las más grandes estructuras cosmológicas y fenómenos a través de todo el espectro electromagnético y más. Es el estudio de todo lo que ha existido, lo que existe y todo lo que existirá. Desde el efecto de los más pequeños átomos hasta la aparición del Universo en las escalas más grandes.

Apantallamientos: efecto y técnica de aislar los campos eléctricos y magnéticos al exterior. Los campos electrostáticos y magnetostáticos quedan apantallados rodeándolos de una envoltura metálicas y ferromagnéticas respectivamente.

Bosque seco tropical: el Bosque seco Tropical (Bs-T) se define como aquella formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua y que se distribuye entre los 0-1000 m de altitud; presenta temperatura superiores a los 240 C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año.

Cielo: parte de la atmósfera y del espacio exterior vistos desde la Tierra, en la que están las nubes y se ven el Sol, la Luna y las estrellas.

Contaminación lumínica: es toda luz que se emite o se escapa por encima de la horizontal de las luminarias en una instalación de alumbrado de exteriores. Produce un halo luminoso o resplandor sobre las poblaciones, al iluminar las

partículas de polvo o de agua que el aire contiene en suspensión. Cuando hay nubes la base se ve iluminada.

Espectro electromagnético: (o simplemente espectro) es el rango de todas las radiaciones electromagnéticas posibles. El espectro de un objeto es la distribución característica de la radiación electromagnética de ese objeto.

Fotómetro: es un equipo de laboratorio que se usa para medir la intensidad de la luz. En términos generales sirve para medir lo siguiente: intensidad de luz dispersa, absorbancia, fluorescencia.

Goes 12: es un programa de satélites desarrollado por NASA en Estados Unidos, principalmente para poder entregar imágenes meteorológicas en tiempo reducido. Una vez en órbita, el manejo diario pasa de NASA a NOAA. Provee imágenes de la más de 60% de la superficie de la tierra con solo dos satélites.

El satélite mide aproximadamente 2 metros de diámetro y obtiene una extensión de 27 metros cuando está completamente extendido. Tiene un peso de 2200 kg. Su tarea, además de la adquisición de imágenes propios, es de retransmitir información de diferentes estaciones en todo el mundo y como ventaja extra, contiene un sistema de monitoreo y triangulación de señales de emergencia en las frecuencias designadas internacionalmente.

Lámpara de sodio de baja presión: lámparas de vapor de sodio La descarga eléctrica en estas lámparas se produce en un tubo en forma de "U" que contiene una atmósfera de sodio a muy baja presión y algunos gases auxiliares para facilitar el encendido. Este tubo de descarga está rodeado por otro exterior de protección y en el espacio entre ambos tubos se ha hecho el vacío. Para la conexión al circuito externo disponen de casquillos a rosca para algunas potencias bajas o a bayoneta, para lámparas mayores. Las lámparas SBP se utilizan en aplicaciones muy específicas, en las cuales se privilegia el rendimiento de la conversión de energía eléctrica en lumínica y no resulta tan importante la reproducción cromática obtenida. La lámpara SBP es mucho más eficiente que la SAP ya que genera más de 140 lum/w.

Se usa preferentemente en alumbrado vial: rutas, autopistas, muelles, depósitos, etc.

Longitudes de onda: la longitud de onda de una onda describe cuán larga es la onda. La distancia existente entre dos crestas o valles consecutivos es lo que llamamos longitud de onda. Las ondas de agua en el océano, las ondas de aire, y las ondas de radiación electromagnética tienen longitudes de ondas.

Luminarias: una luminaria representa en sí un completo sistema de iluminación. Una luminaria consiste un cuerpo o caja, portalámparas, lámparas (en ocasiones un balasto o un transformador) y el sistema óptico: compuesto por el reflector, y según el caso espejos, louvers o difusores para controlar el deslumbramiento.

Melatonina: la melatonina es una hormona producida por la glándula pineal, la cual es una estructura del tamaño de un grano situada en el centro del cerebro. La secreción de Melatonina ocurre durante la noche en reacción a la oscuridad. Alcanza un nivel máximo a media noche, y disminuye en la mañana. La síntesis y el poner en circulación la Melatonina son inhibidos por la luz. Es la hormona del grado/ritmo circadiano.

Mitigación: se entiende también por mitigación al conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas. Estas medidas deben estar consolidadas en un Plan de mitigación, el que debe formar parte del estudio de impacto ambiental.

Objetos estelares: son astros o cuerpos celestes. Los hay con luz propia como las estrellas o que reciben luz de otros astros como los planetas. Son esferas gaseosas, cuyo estado físico puede oscilar debido a la temperatura, luminosidad, masa, densidad o diámetro.

Polución: es una noción que tiene su origen etimológico en el vocablo latino pollutio. Se trata de la contaminación ambiental que provocan ciertas sustancias y

desechos. La polución en este sentido, genera múltiples problemas para la naturaleza y para todos los seres vivos.

Sky Quality Meter (SQM): teodolito fotométrico que mide intensidad de radiación.

Teodolito: instrumento topográfico de precisión para medir ángulos de distintos planos.

RESUMEN

La presente investigación denominada Mitigación de la contaminación lumínica en el Bosque Seco Tropical La Tatacoa como fenómeno físico provocado por el uso inadecuado y proyección de las luminarias ; tuvo como objetivo mitigar la contaminación lumínica, generada por el alumbrado público y algunas viviendas que vienen afectando la observación de los astros. Para eso se determinó el nivel de contaminación del cielo en la zona de estudio y sus alrededores, mediante el medidor de calidad del cielo SQM-L, donde los resultados fueron analizados rigurosamente acorde a los días, fechas y estados meteorológicos en que fueron tomadas (julio del 2014 hasta septiembre del 2015).

Apoiados por medio de fotografías comparadas de día y de noche, se pudo evidenciar en los cascos urbanos de Neiva, Aipe, Villavieja, la Vereda La victoria y las viviendas de la Vereda El Cuzco, el origen de los focos de contaminación de una manera precisa, junto a su ubicación por medio del GPS.

Se visitaron las viviendas de la Vereda El Cuzco identificando los focos con mayor dispersión de luz; de igual manera se interactuó y concientizó a la comunidad haciéndolos partícipes en la toma de decisión para la mitigación. Con la información registrada se pudo elaborar gráficas, mapas e imágenes que nos mostraron una relación directa de los niveles de contaminación y la calidad del cielo en las diferentes coordenadas espaciales.

En los Capítulos I y II del presente documento, se referencia el planteamiento del problema y la construcción teórica con lineamientos referentes a la contaminación lumínica y su efecto en la observación astronómica. El Capítulo III presenta la metodología ejecutada para el registro de la información con los diferentes sitios y sus coordenadas. Se incluye además una campaña sobre la mitigación de la contaminación lumínica tomando como referencias experiencias desarrolladas en el tema.

En los Capítulos IV y V se construyen y plasman los resultados y sus análisis. Se construye una unidad didáctica para el desarrollo pedagógico sobre la enseñanza

para mitigar la contaminación lumínica, como también una guía de trabajo de campo y un artículo científico. Finalmente se presentan los resultados y sus diferentes análisis y recomendaciones.

Palabras claves: Acimut, Bosque seco tropical, contaminación, cielo, espectro electromagnético, fotómetro, objetos estelares.

ABSTRACT

This research called light pollution mitigation in the tropical dry forest Tatacoa as a physical phenomenon caused by improper use and projection of the lights; It aims to mitigate light pollution from street lighting and a few houses and that are affecting the stargazing for it was necessary to determine the level of pollution in the desert sky and its surroundings through the sky quality meter SQM- L where the results were analyzed rigorously days due to weather condition and dates they were taken.

Supported by photographs being compared and day and night was evident in urban areas Neiva, Aipe Villavieja, Victory and the houses in the village of Cuzco the origin of the sources of pollution in a precise manner accompanied by its location by GPS. We visit the homes of the village of El Cuzco identifying outbreaks more light scattering and in turn raising awareness interacting and making them participate in the decision making to mitigate community.

With the registered information Could it could draw graphs, maps and pictures that we could show a direct relationship between pollution levels and the quality of the sky at different spatial coordinates.

Chapters I and II refer the problem statement and the theoretical construction guidelines regarding light pollution and its effect on astronomical observation.

The III presents the methodology implemented for the recording of information to different sites and their coordinates is also included a campaign on mitigation of light pollution taking as references experiences in the subject.

Chapter IV and V is built and results and their analysis are reflected, a teaching unit for the development of didactic teaching mitigation of light pollution as well as the construction of a scientific paper and a guide field work is built. Finally the results and their different analyzes and recommendations.

KEYWORDS: Acimut , tropical dry forest , pollution , Sky, electromagnetic spectrum photometer stellar objects

INTRODUCCIÓN

La contaminación lumínica como fenómeno físico provocado por el uso inadecuado y proyección de las luminarias ha hecho más notorio El deterioro en la observación del paisaje celeste y se ha hecho más evidente con el desplazamiento masivo de la población desde áreas rurales a las urbanas generando “la aparición de nuevas áreas residenciales (bloques de apartamentos, viviendas unifamiliares, chalés adosados) al lado de conjuntos urbanos de gran valor histórico-artístico o enclavados en parajes de elevada calidad paisajística”, generando un contraste que pro voca graves deterioros paisajísticos. (Cancer, Torre, & Buchiniz, 2011)

La contaminación lumínica generada por el alumbrado público y el consumo exagerado e ineficiente de la energía, es una problemática que aunada al calentamiento global con sus graves repercusiones al ambiente; producen el desplazamiento de ecosistemas, generación de plagas, afectan la salud humana y alteran la conducta social.

A esta situación no se escapan muchas ciudades de Colombia como zonas rurales, que han venido creciendo ocupando aceleradamente más terrenos e iluminándolos anárquicamente. Este es el caso del área que nos ocupa, la Vereda El Cuzco del municipio de Villavieja-Huila y sus alrededores, donde es influenciada por la contaminación lumínica de Aipe, Neiva, Villavieja y la vereda La Victoria.

Por ser un ecosistema estratégico (Bosque seco tropical) se diseñó un plan de acción, en donde fue necesaria la implementación de una prueba piloto para mitigar los focos de luz, el cual se llevó a cabo con éxito. Es decir se apantallaron los focos de luz contaminante cercanos al Observatorio Astronómico La Tatacoa de la Vereda El Cusco Villavieja (Huila - Colombia), proponiendo a las instituciones y gobiernos el cambio de las luminarias del Municipio de Villavieja, la Vereda La Victoria, Aipe y Neiva, por bombillos de sodio de baja presión, acompañada por una propuesta de legislación del uso eficiente, ahorro de energía y protección de cielos oscuros.

Este trabajo de investigación se divide en cinco capítulos. En el Capítulo I se plantea el problema en la Vereda El Cuzco del municipio de Villavieja, donde se ubica el Observatorio Astronómico La Tatacoa, se justifican y trazan los objetivos y acciones para mitigar la contaminación lumínica que afecta el cielo nocturno.

En el Capítulo II, se brindan los conceptos generales sobre contaminación lumínica, alumbrado público y ahorro de energía eléctrica, con relación al cielo nocturno y la observación astronómica.

Se anuncia el calentamiento global como problemática de la actualidad, producido principalmente por las emisiones de los gases de efecto invernadero, derivados del consumo y gasto energético a veces innecesario, produciendo excesivos niveles de CO_2 ; generando implicaciones en la conducta, afectación social y el desplazamiento de ecosistemas. Se resalta la importancia en diversos países que vienen desarrollando estrategias con fundamento legal y normativo para atender las diversas problemáticas ambientales.

El Capítulo III define la metodología, tipo, enfoque y técnicas de recopilación de la información por medio de planillas, fotografías y visita a las viviendas de afectación lumínica, acompañada de una campaña para la mitigación y educación ambiental. En el Capítulo IV se presentan los resultados y sus diferentes análisis con relación a la información obtenida con el medidor de intensidad de radiación SQM-L fotos de panorámicas y azimut de 360° , se propone la unidad didáctica una guía de trabajo de campo como aporte a la construcción pedagógica de la enseñanza y aprendizaje de la mitigación de la contaminación lumínica y la elaboración para la publicación de un artículo científico. Por último en el Capítulo V se plantean las conclusiones de trabajo siendo estas sistematizadas y divulgadas con fines de aportar la enseñanza y aprendizaje de la ciencia de la astronomía.

CAPÍTULO 1

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al descontrolado uso de la energía eléctrica, generado principalmente por las bombillas de alumbrado público y doméstico, nace un tipo de contaminación relacionada con el mal uso de la iluminación electromagnética, la cual se define como un fenómeno de carácter físico. La contaminación lumínica está relacionada con diversos factores ambientales que afectan el ecosistema en donde esta haga presencia.

En los seres vivos la alteración de la fase oscura puede tener consecuencias graves como: el estrés, alteración de ciclos circadianos, baja producción de melatonina. Por otro lado, contamina la atmosfera impidiendo ver el cielo en su estado natural, la investigación (Mitigación de la contaminación lumínica) está dirigida a identificar el fenómeno por medio de la medida del brillo del cielo, esto se realiza con un equipo denominado Sky Quality Meter (SQM).

El cielo que se observa desde el Bosque Seco Tropical La Tatacoa es único en Colombia, sin embargo, se ve amenazado por la polución lumínica causada por los alumbrados nocturnos. En la vereda El Cuzco, lugar en donde está ubicado el Observatorio Astronómico La Tatacoa, se puede ver la radiación liberada por el alumbrado de ciudades como, Neiva, Villavieja, Aipe, y el corregimiento de La Victoria perteneciente al municipio de Villavieja, también se observan instalaciones petroleras y algunos corregimientos del municipio de Neiva.

La propuesta está orientada en hacer un reconocimiento al fenómeno, realizando mapas de alta resolución de las poblaciones de Neiva, Aipe y Villavieja, planteando como propuesta final un plan piloto de mitigación lumínica en las

viviendas cercanas al Observatorio Astronómico La Tatacoa, trazando una guía para posteriormente ser aplicados en Neiva, Aipe, Villavieja y La Victoria.

JUSTIFICACIÓN

En la Vereda El Cuzco del Municipio de Villavieja (Huila- Colombia) se encuentra ubicado el Observatorio Astronómico La Tatacoa, zona tipificada como distrito de manejo integrado por parte de la Corporación Autónoma del Alto Magdalena CAM. Allí convergen una serie de factores químicos, físicos y biológicos que dan vida a los aspectos ambientales solo allí presentes, resaltando de día y de noche su potencial paisajístico y turístico, siendo uno de los ecosistemas estratégicos más importantes en el Huila.

El área constituye un espacio natural con desarrollo urbano y genera un destino turístico-académico, donde se realizan diversas actividades que unen los distintos atractivos con los que cuenta el área, tales como la arqueología, el paisajismo, senderismo, observación astronómica, entre otras.

Las condiciones climáticas geoestacionarias son ideales para realizar la observación del cielo nocturno y diversos fenómenos astronómicos. Una gran cantidad de noches despejadas y lugares elevados sobre el nivel del mar, finalmente resultan ser las mejores condiciones para la observación. “Todos tenemos derecho a observar las estrellas y todos tenemos el derecho de incluir los paisajes de las noches estrelladas de nuestros pueblos o ciudades en los recuerdos elaborados por nuestras propias retinas”. (Bortle & Buchiniz, 2011)

La vegetación correspondiente a la provincia fitogeográfica de monte, caracterizada por la presencia de jarilla (*Larrea divaricaria*; *Larrea cuneifolia*); corren el riesgo de ser desplazada y extinguidas, ya que por su condición, en este ecosistema hay fauna de especies nocturnas.

Sin embargo, el crecimiento poblacional ha llevado a la instalación de nuevas redes eléctricas y ampliación del alumbrado público, generando una baja calidad del servicio junto a costos elevados para su mantenimiento; incrementando el valor del servicio de energía por suministro de corriente eléctrica.

También existen problemas asociados a la salud humana y el deslumbramiento por luces mal orientadas o demasiado potentes, las cuales hacen perder agudeza visual y ver el reflejo de zonas de sombra mal contrastadas, generando peligro a peatones y conductores.

La falta de educación ambiental hace urgente la necesidad de proteger los cielos oscuros, junto a la construcción pedagógica de la enseñanza y aprendizaje para la mitigación de la contaminación lumínica, favoreciendo la ciencia de la astronomía. De esta manera se busca ir avanzando hacia el desarrollo de la campaña internacional de la UNESCO, que ha declarado formalmente al cielo oscuro como un derecho de las generaciones futuras.

1.2. OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar un mecanismo mediante el cual, crear una ruta para la mitigación de la contaminación lumínica, realizando una prueba piloto de apantallamiento, en viviendas turísticas ubicadas alrededor del Observatorio Astronómico La Tatacoa, de la Vereda El Cuzco (Villavieja-Huila).

Objetivos específicos

Determinar los niveles de brillo del fondo del cielo, con el fotómetro SQM, en una azimut de 360°, tomados desde el Observatorio Astronómico La Tatacoa (Villavieja-Huila).

Determinar los focos de contaminación lumínica de las viviendas más cercanas (Vereda El Cuzco), cascos urbanos (Neiva, Villavieja, Aipe, La Victoria), midiendo su Azimut, distancia e intensidad de la contaminación, dando valores en una escala de intensidad relativa.

Registrar mediante estación meteorológica, los datos de humedad temperatura cada vez que se tomen medidas con el SQM.

Dar elementos a raíz de estudios técnicos a los organismos gubernamentales, para sustentar el cambio de luminaria del alumbrado público por bombillos de sodio de baja presión.

Lograr que los habitantes de la Vereda El Cuzco, cercanos al Observatorio Astronómico La Tatacoa, permitan la mitigación en sus casas, mediante la instalación de las pantallas de mitigación.

Socializar las propuestas de mitigación surgidas dentro de la investigación, a través de una campaña pública informativa-educativa, que se desarrollará en la Vereda El Cuzco.

Diseñar una Guía de trabajo de campo para determinar la intensidad de luz emitida hacia el cielo, para ser aplicada en las áreas de la física y la astronomía en la Universidad Surcolombiana.

Diseñar una Unidad Didáctica para la enseñanza y aprendizaje de una cultura ambiental frente a la contaminación lumínica.

CAPÍTULO 2

2.1. MARCO TEÓRICO

En el mundo moderno las sociedades han modificado sustancialmente sus formas de vida, medida que los nuevos descubrimientos se aprueban y se imponen como nuevas herramientas de mejorar las condiciones de productividad y desarrollo de las sociedades capitalistas. La electricidad y la luz eléctrica que empieza a darse en el año 1879 con Thomas Alva Edison, han sido si bien uno de los inventos más beneficiosos del mundo moderno, también ha afectado sustancialmente las formas de ver el mundo y a los ecosistemas.

Acompañada de observación de los fenómenos físicos que se producía al encender un filamento de luz, se fueron construyendo nuevas teorías acerca de lo que hoy conocemos como la luminotecnia y su relación antropogénica.

2.1.1. Conceptos de la luminotecnia

Es la Ciencia que estudia las distintas formas de producción de luz, así como su control y aplicación. Sus magnitudes luminosas son: (Leon, 2007).

Magnitudes luminosas

La luz, al igual que las ondas de radio, los rayos X o los gamma es una forma de energía. Si la energía se mide en joules (J) en el Sistema Internacional,

para qué necesitamos nuevas unidades. La razón es más simple de lo que parece. No toda la luz emitida por una fuente llega al ojo y produce sensación luminosa, ni toda la energía que consume, por ejemplo, una bombilla se convierte en luz.

Todo esto se ha de evaluar de alguna manera y para ello definiremos nuevas magnitudes: el flujo luminoso, la intensidad luminosa, la iluminancia, la luminancia, el rendimiento o eficiencia luminosa y la cantidad de luz.

Tabla 1. Magnitudes Luminosas

MAGNITUDES LUMINOSAS		
MAGNITUD	UNIDAD DE MEDIDA	RELACIONES
Flujo luminoso	Lumen (lm)	$\Phi = I \cdot \omega$
Eficiencia o rendimiento luminoso	Lumen por watio (lm/w)	$\eta = \Phi / w$
Cantidad de luz	Lumen por hora (lmh)	$Q = \Phi \cdot t$
Intensidad luminosa	Candela (cd)	$I = \Phi / \omega$
Iluminancia	Lux (lm/m ²)	$E = \Phi / S$
Luminancia	Candela por metro cuadrado (cd/ m ²)	$L = I / S_{\text{apa}}$

(Guanuquiza & Quito, 2014)

Flujo luminoso: para hacernos una primera idea consideraremos dos bombillas, una de 25 W y otra de 60 W. Está claro que la de 60 W dará una luz más intensa. Pues bien, esta es la idea: ¿cuál luce más? o dicho de otra forma ¿cuánto luce cada bombilla?

Cuando hablamos de 25 W o 60 W nos referimos sólo a la potencia consumida por la bombilla de la cual solo una parte se convierte en luz visible, es el llamado flujo luminoso. Podríamos medirlo en watts (W), pero parece más sencillo definir una nueva unidad, el **lumen**, que tome como

referencia la radiación visible. Empíricamente se demuestra que a una radiación de 555 nm de 1 W de potencia emitida por un cuerpo negro le corresponden 683 lúmenes.

Se define el **flujo luminoso** como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm). A la relación entre watts y lúmenes se le llama **equivalente luminoso de la energía** y equivale a:

$$1 \text{ watt-luz a } 555 \text{ nm} = 683 \text{ lm}$$

Flujo luminoso	Símbolo: Φ
	Unidad: lumen (lm)

Tabla 2. Ejemplos de flujo luminoso

EJEMPLOS DE FLUJOS LUMINOSOS	
Lámpara de incandescencia de 60 W	730 Lm
Lámpara fluorescente de 65 W "blanca"	5.100 Lm
Lámpara halógena de 1000 W	22.000 Lm
Lámpara de vapor de mercurio 125 W	5.600 Lm
Lámpara de sodio 1000 W	120.000 Lm

(Autores, ejemplos flujo luminoso, 2015)

Figura 1. Flujo luminoso



Eficiencia o rendimiento luminoso: ya mencionamos al hablar del flujo luminoso que no toda la energía eléctrica consumida por una lámpara (bombilla, fluorescente, etc.) se transformaba en luz visible. Parte se pierde por calor, parte en forma de radiación no visible (infrarrojo o ultravioleta), etc.

Para hacernos una idea de la porción de energía útil definimos el **rendimiento luminoso** como el cociente entre el flujo luminoso producido y la potencia eléctrica consumida, que viene con las características de las lámparas (25 W, 60 W...). Mientras mayor sea mejor será la lámpara y menos gastará. La unidad es el lumen por watt (lm/W).

Rendimiento luminoso	Símbolo: η	Rendimiento = $\frac{\text{Flujo luminoso}}{\text{Potencia consumida}}$
$\eta = \frac{\Phi}{W}$	Unidad: lm / W	

Figura 2. Eficiencia o rendimiento luminoso



(Google I. , eficiencia o rendimiento luminoso)

Cantidad de luz: esta magnitud sólo tiene importancia para conocer el flujo luminoso que es capaz de dar un flash fotográfico o para comparar diferentes lámparas según la luz que emiten durante un cierto periodo de tiempo. Su símbolo es Q y su unidad es el lumen por segundo ($\text{lm}\cdot\text{s}$).

Cantidad de luz	Símbolo: Q
$Q = \Phi \cdot t$	Unidad: $\text{lm}\cdot\text{s}$

Figura 3. Cantidad de luz



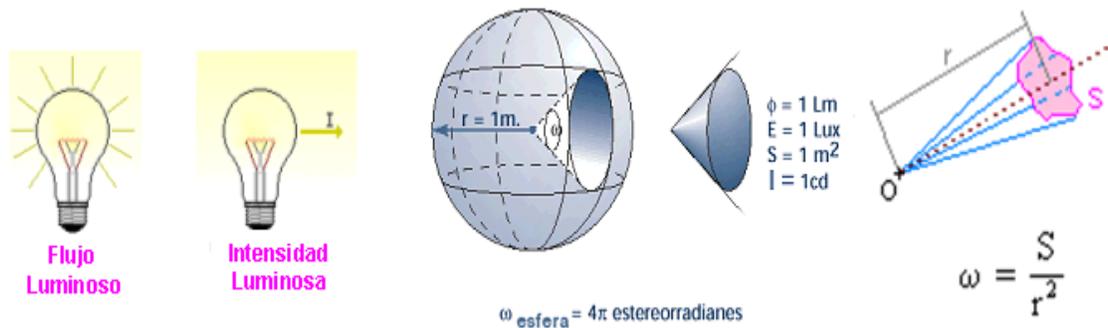
(Google I. , cantidad de luz)

Intensidad luminosa: el flujo luminoso nos da una idea de la cantidad de luz que emite una fuente de luz, por ejemplo una bombilla, en todas las direcciones del espacio. Por contra, si pensamos en un proyector es fácil ver que sólo ilumina en una dirección. Parece claro que necesitamos conocer cómo se distribuye el flujo en cada dirección del espacio y para eso definimos la intensidad luminosa.

Se conoce como **intensidad luminosa** al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd).

Intensidad luminosa $I = \frac{\Phi}{\omega}$	Símbolo: I	
	Unidad: candela (cd)	

Figura 4. Intensidad luminosa



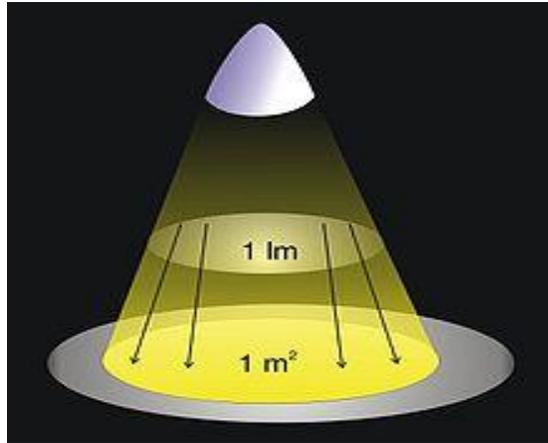
(Google I.)

Iluminancia: quizás haya jugado alguna vez a iluminar con una linterna objetos situados a diferentes distancias. Si se pone la mano delante de la linterna podemos ver está fuertemente iluminada por un círculo pequeño y si se ilumina una pared lejana el círculo es grande y la luz débil. Esta sencilla experiencia recoge muy bien el concepto de iluminancia.

Se define **iluminancia** como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lm/m^2 .

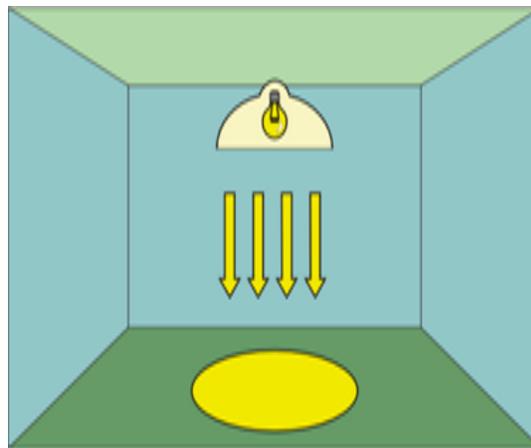
Iluminancia $E = \frac{\Phi}{S}$	Símbolo: E	$\text{lux} = \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$
	Unidad: lux (lx)	

Figura 5. Iluminancia



(Google I. , Iluminancia)

Figura 6. Iluminancia



(Google I. , Iluminancia)

Tabla 3. Ejemplos de iluminación

EJEMPLOS DE ILUMINACION	
Medio día en verano	1000.000 Lux
Medio día invierno	20000 Lux
Oficina bien iluminada	400 a 800 lux
Calle bien iluminada	20 Lux
Luna llena con cielo claro	0.25 a 0.50 Lux

(Google I. , ejemplos de iluminación, 2015)

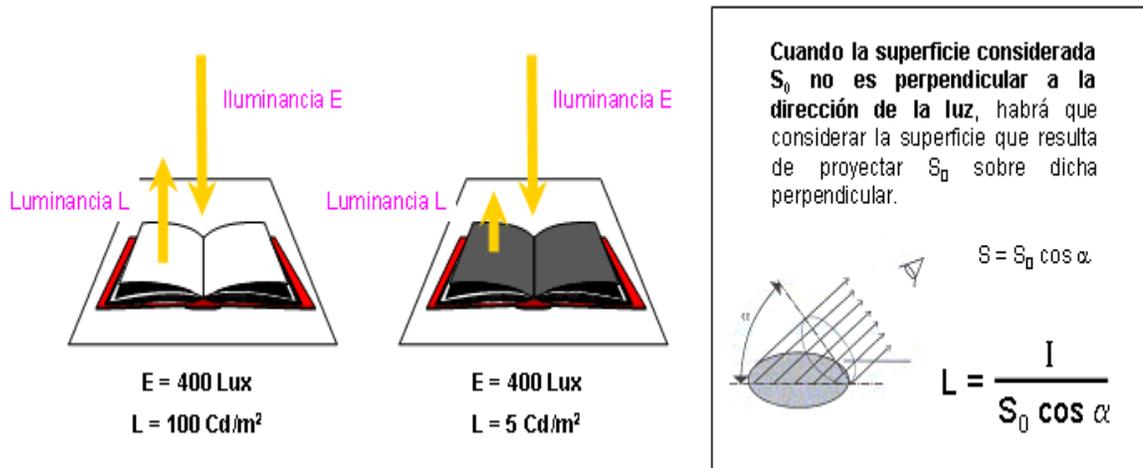
Luminancia: hasta ahora hemos hablado de magnitudes que informan sobre propiedades de las fuentes de luz (flujo luminoso o intensidad luminosa) o sobre la luz que llega a una superficie (iluminancia). Pero no hemos dicho nada de la luz que llega al ojo que a fin de cuentas es la que vemos. De esto trata la luminancia. Tanto en el caso que veamos un foco luminoso como en el que veamos luz reflejada procedente de un cuerpo la definición es la misma.

Se llama **luminancia** a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la cd/m^2 . También es posible encontrar otras unidades como el stilb ($1 \text{ sb} = 1 \text{ cd/cm}^2$) o el nit ($1 \text{ nt} = 1 \text{ cd/m}^2$).

<p>Luminancia</p> $L = \frac{I}{S_{\text{aparente}}} = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}$	<p>Símbolo: L</p>	
	<p>Unidad: cd/m^2</p>	

Es importante destacar que sólo vemos luminancias, no iluminancias. (Garcia Fernandez & Boix)

Figura 7. Luminancia

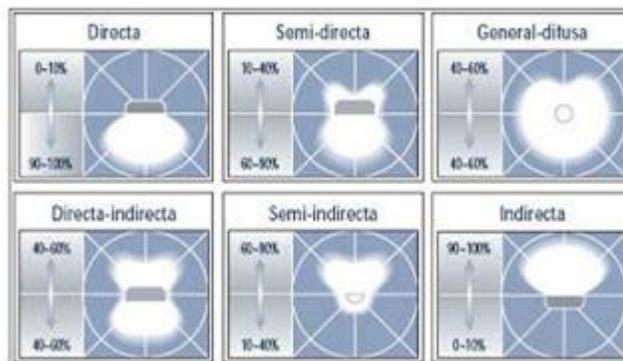


(Google I. , luminancia)

2.1.2. Clasificación de distribución luminosa según la Comisión Internacional de Iluminación CIE

Las luminarias para la iluminación de interiores según la CIE, se encuentran clasificadas de acuerdo con el porcentaje de flujo luminoso total distribuido por debajo y por encima del plano horizontal que atraviesa la fuente de luz.

Figura 8. Clasificación luminarias según su distribución luminosa



(Colombo & Donell, Manual de iluminación eficiente, 2002)

Iluminación directa: cuando el porcentaje de luz emitida hacia abajo es del 90% al 100%. Alta eficiencia energética y buena uniformidad. Requiere control de luminancia para minimizar deslumbramiento. El cielorraso puede quedar poco iluminado.

Iluminación semi-directa: cuando entre el 60 y 90% el flujo luminoso es emitido hacia abajo y el resto hacia el techo o paredes superiores. Similar a tipo directo, pero con menor eficiencia. La luz reflejada suaviza las sombras y mejora la claridad.

Iluminación difusa: cuando el porcentaje de flujo luminoso, entre el 40% y el 60% es emitido en igual cantidad hacia arriba y hacia abajo.

Iluminación directa e indirecta: entre el 40 y el 60 % el flujo luminoso es emitido hacia arriba y hacia abajo. Tipo difuso pero con una eficiencia mayor y reduce la luminancia en las zonas de descubrimiento directo.

Iluminación semi-indirecta: es cuando el sistema emite entre el 60% y el 90% de su flujo luminoso hacia arriba. Reduce el contraste de claridades en la superficie.

Iluminación indirecta: es el caso cuando entre el 90% al 100% del flujo luminoso es emitido hacia arriba, sobre el techo a paredes superiores. Elimina el deslumbramiento, requiriendo altas reflectancias en todas las superficies.

2.1.3. Emisión de luz artificial que contribuye a la contaminación lumínica

Directa: es la más perjudicial. Se produce principalmente por focos o proyectores para el alumbrado de grandes áreas públicas, dependencias deportivas, puertos, aeropuertos, fachadas de edificios, etc. Estos focos tienen una inclinación superior a los 20°, por ello parte del flujo de la lámpara es enviado directamente hacia el horizonte, desperdiciando energía luminosa. Estos casos son especialmente graves, pues en general utilizan lámparas de gran voltaje (400 w -2000 w) con un elevado flujo luminoso, de forma que un solo proyector puede impactar más que una población iluminada de 1.000 habitantes.

Otras instalaciones muy contaminadas de forma directa son los alumbrados decorativos u ornamentales como son los globos y faroles con la lámpara en el centro del farol, en ellos el flujo de luz de las luminarias sale en todas las direcciones, especialmente sobre el horizonte.

El impacto directo puede eliminarse totalmente dirigiendo la luz solo donde se necesite. En los casos de alumbrados de fachadas o monumentos, donde es difícil evitar que parte del flujo salga fuera de la zona a iluminar, deberían ser apagados a media noche o en las horas que no hay ciudadanos en las calles para observarlos. Los letreros luminosos deberían apagarse siguiendo idénticos criterios y en todo caso evitar que su luz se proyecte hacia el horizonte.

Por reflexión: suele tener un impacto inferior a 10 veces el impacto directo. La diferencia principal con el directo es que tiene un bajo brillo. Su impacto es importante en grandes instalaciones.

Es difícil evitar totalmente su impacto, pero puede reducirse eliminando exceso en los niveles de iluminación o reduciendo estos a altas horas de la noche. También puede disminuirse reduciendo los índices de reflexión de las superficies iluminadas, por ejemplo utilizando colores oscuros.

Por refracción: la refracción suele tener un impacto muy despreciable con respecto a las otras dos y su influencia depende del tamaño y cantidad de partículas del aire entre la fuente de luz y la zona iluminada. Disminuye con la distancia entre la fuente y la zona iluminada. (Rosales).

2.1.4. Tipos de contaminación lumínica

La emisión de luz que se utiliza excesivamente genera consecuencias, lo que ha permitido categorizar diferentes tipos de contaminación lumínica como: luz intrusa, difusión hacia el firmamento, por difusión hacia el firmamento, deslumbramiento y por sobreconsumo.

Por luz intrusa: cuando una instalación de alumbrado emite luz en direcciones que exceden el área donde es necesaria, es habitual que invada zonas urbanas, donde es común la intrusión lumínica dentro de viviendas privadas, modificando el entorno doméstico y provocando trastornos en las actividades humanas, que incluso pueden acarrear problemas de orden psicológico.

Difusion hacia el firmamento: una gran parte de luz que utilizamos para el alumbrado publico es emitida hacia el cielo. Esto es un claro despilfarro energetico y un problema de primera magnitud para la observacion astronómica. No solo perdemos las estrellas desde la perspectiva paisajistica, si no tambien desde la perspectiva de la investigacion y el conocimiento de la naturaleza. La difusion de luz hacia el firmamento esta claramente ligada al sobreconsumo.

Por deslumbramiento: se produce cuando a los usuarios de la via pública se les dificulta o imposibilita la visibilidad, a causa del efecto de la luz emitida por instalaciones de alumbrado artificial. Es una manifestación de la contaminación lumínica especialmente peligrosa para el tráfico rodado, siendo causa de un numero importante de accidentes.

Por sobreconsumo: se produce cuando la emision artificial de luz implica un consumo energetico excesivo debido a la intensidad, el horario de funcionamiento o su distribucion espectral.

2.1.5. Consecuencias de la contaminación lumínica

La contaminación lumínica como una forma más de contaminación tiene graves implicaciones en el medio ambiente generando afectación en lo biológico, social y económico, modificando considerablemente estos aspectos.

En el ámbito medio ambiental

Es el impacto al espacio como medio, que al interactuar hombre naturaleza afecta directa o indirectamente modificando el entorno. Tiene implicaciones como:

- **Alto consumo energético:** abuso de los recursos naturales y emisiones de elementos contaminantes a la atmosfera como CO₂ y otros, así como la generación de residuos (en muchos casos nucleares) provenientes de centrales productoras de electricidad. Las lámparas de mercurio, cadmio y otros metales pesados generan residuos altamente tóxicos y de difícil reciclaje.
- **Alteración de los hábitats naturales:** alteración del ecosistema nocturno y las cadenas tróficas. Agresión a aves, murciélagos, peces, insectos, anfibios y otros animales que ven alteradas sus costumbres y hábitos nocturnos. en este sentido, las emisiones de luz

ultravioleta de luminarias inadecuadas (invisibles para el ojo humano) hace que algunos insectos, otros animales y diversas plantas, con sensibilidad a este rango espectral, sean alterados de forma significativa en sus ciclos vitales.

Económicas

Alto costo de la factura de energía. Tan solo en Alemania la energía desaprovechada en 1988 era la equivalente de la producción total de una central nuclear de media potencia. En Cataluña se malgastan anualmente unos 18 millones de euros en concepto de iluminación inadecuada. El consumo energético destinado a alumbrado público representa, a escala municipal, aproximadamente el 50% del total. Es evidente que una reducción de este apartado puede representar un ahorro económico importante.

En el ámbito de la seguridad

Uno de los objetivos principales del control de la contaminación lumínica es la mejora de la calidad de la iluminación ambiental. En este apartado se puede citar como consecuencias principales:

- **La disminución de la seguridad vial:** por inadecuada iluminación puede provocar accidentes de tráfico. El paso de zonas deficientemente iluminadas a otras más iluminadas provoca deslumbramiento y pérdida momentánea del control de la conducción. Otro factor importante es la calidad de la iluminación en función de la percepción de los movimientos y maniobras de otros vehículos.
- **Deslumbramiento peatonal:** por excesiva e inadecuada iluminación provocando a veces cortinas de luz, que deterioran nuestra capacidad de percepción y visión del entorno, exponiéndonos a accidentes evitables con iluminaciones homogéneas y dentro de unos niveles lumínicos que no provoquen el deslumbramiento momentáneo.
- **Dificultar el tráfico aéreo y marítimo:** muchas de las actividades relacionadas con el tráfico naval y aéreo, dependen de la señalización nocturna para la realización de diferentes maniobras. Una excesiva iluminación en cercanías de puertos y aeropuertos, pone en peligro el correcto funcionamiento de esta señalización imprescindible para el adecuado funcionamiento de sus actividades.

Sociales y culturales

A nivel social el exceso y la mala calidad de la iluminación tienen consecuencias importantes que son obviadas.

- **Pérdida de la oscuridad de la noche:** modificación (desaparición) del paisaje natural nocturno. Hay que preservar la oscuridad de la noche de acuerdo a la declaración universal de los derechos de las generaciones futuras de la UNESCO.
- **Introducción lumínica:** generada por luz indeseada del exterior que entra en nuestras casas, por luminarias inadecuadas o por carteles o anuncios publicitarios. Las consecuencias de esta intrusión en la privacidad pueden y tienen importantes consecuencias de carácter psicológico.
- **Imposibilitar la observación e investigación astronómica de observación:** las actuales condiciones de contaminación lumínica tienen gran incidencia en los programas de investigación astrofísica y en la planificación de los emplazamientos de los observatorios astronómicos. Cada día es más difícil encontrar santuarios geográficos libres de la influencia de la luminosidad de las grandes ciudades y zonas “desarrolladas”. Es más, muchos de los grandes observatorios de décadas pasadas están en serio peligro por el aumento de la polución luminosa de las poblaciones cercanas a ellos. De seguir así las cosas, la investigación astronómica realizada desde la superficie terrestre va ser prácticamente imposible, quedando como única opción las costosas observaciones espaciales realizadas desde fuera de la atmosfera terrestre.

Esto no beneficia a nadie, y menos al desarrollo de pequeños países que no pueden costear los costosos programas de investigación que ello implicaría. La contaminación lumínica pone en serio peligro el desarrollo de nuestro conocimiento del Universo. (Guanuquiza Leon & Quito Arias, Analisis y metodologia de evaluacion de la polución lumínica causado por el alumbrado público en la ciudad de Cuenca, 2014).

2.1.6. Espectro de luminarias y su impacto como contaminante lumínico

El control y utilización de las luminarias o lámparas adecuadas es muy importante para el controlar y atenuar del efecto de la contaminación lumínica, pues no todos los tipos de lámparas impactan de igual forma.

En general cuanto mayor sea el espectro donde emiten, mayor es su impacto contaminante. De igual forma hay que evitar que emitan longitudes de onda fuera del visual, es decir, donde es sensible el ojo humano, las emisiones en el ultravioleta, aparte de ser inútiles para la iluminación, son radiaciones de gran energía y su alcance es considerable, por lo que su impacto contaminante es muy superior a otra que radie en el visible y con flujo equivalente.

(Guanuquiza & Quito Arias, Tesis: Analisis y metodologia de evaluacion de la polución lumínica causado por el alumbrado público en la ciudad de Cuenca, 2014).

Tabla 4. Niveles de contaminación lumínica en diferentes tipos de lámparas

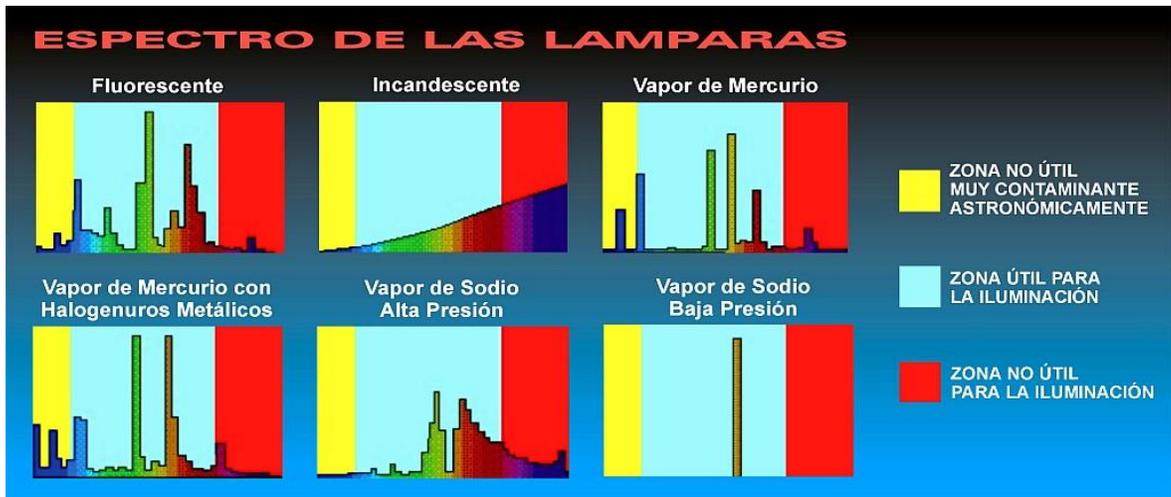
NIVELES DE CONTAMINACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE LÁMPARAS		
Tipo de lámparas	Características del espectro	Nivel contamine
Sodio de baja presión	Emite prácticamente solo en una estrecha zona del espectro, dejando limpio el resto. Su luz es amarillenta y monocromática. Recomendable para alumbrados de seguridad y carreteras. Son eficientes en el mercado y carecen de residuos tóxicos y peligrosos. Se encuentran próximas en longitudes de onda 589 y 589,6 nm.	Nivel bajo
Sodio de alta presión	Emite solo dentro del espectro visible. Su luz es amarillenta con rendimientos de color entre 20% y 80%, dependiendo del modelo. Es recomendable para todo tipo de alumbrado exterior. Son las más eficientes en el mercado después de las de baja presión.	Nivel bajo
Incandescente	No emiten en el ultravioleta pero sí en el infrarrojo cercano. Su espectro es continuo. Su luz es amarillenta con un rendimiento de color del 100%. No es recomendable para alumbrado exterior, excepto para iluminar detalles ornamentales. Son las más ineficaces del	Nivel medio

	mercado.	
Incandescentes alogenas	Son iguales a las incandescentes pero emiten algo mas en el ultravioleta, si no va provista de un cristal difusor (son peligrosas sin este cristal por emitir en el ultravioleta duro). Son algo mas eficaces que las incandescente.	Nivel medio
Fluorecentes	Emiten en el ultravioleta. Su luz es blanca con rendimientos cromáticos entre el 40%y el 90%. Es recomendable para alumbrados peatonales y de jardines. Tienen una alta eficiencia.	Nivel medio
Vapor de mercurio de alta presión	Tienen una elevada emisión en el ultravioleta. Su luz es blanca con rendimientos de color inferiores al 60%. Es recomendable para zonas peatonales y de jardines. Son las menos eficientes del mercado en lámparas de descarga y se encuentran en longitudes de onda de 365 nm.	Nivel alto
Halogenuros metálicos	Tienen una fortísima emisión en la ultravioleta. Su luz es blanca azulada con rendimientos de color entre el 60% y el 90%. Es recomendable para zonas donde se requiera un elevado rendimiento cromático. Son muy eficaces, parecidas al sodio de alta presión pero de corta vida.	Nivel alto
Led	Su espectro se produce en gran parte en la zona visible, pero su maximo valor o pico	Nivel alto

	se presenta próximo a los 460-470 nanometros, correspondiente al color azul.	
--	--	--

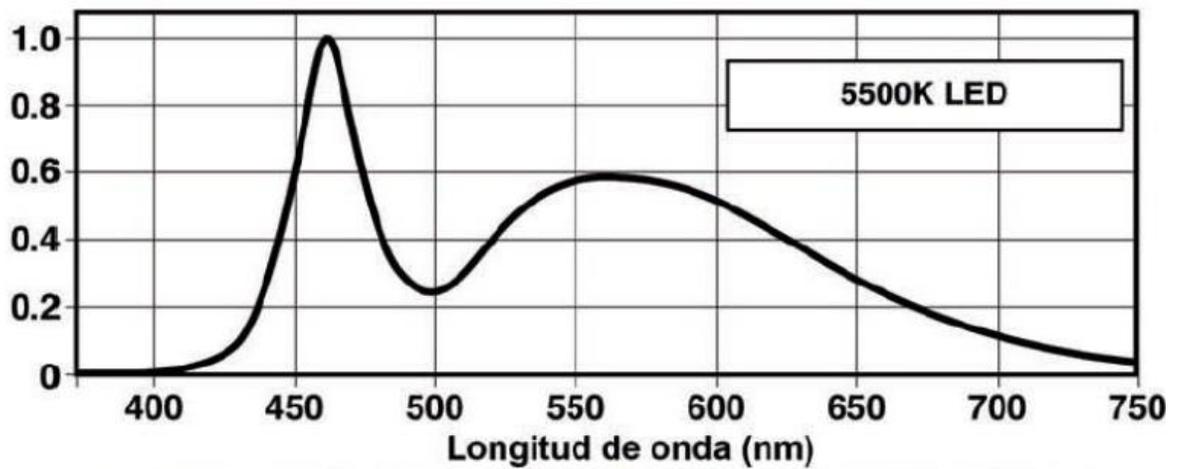
(Rosales P. A.)

Figura 9. Espectro de lámparas



(Rosales A. P.)

Gráfica 1. Longitud onda bombillo led



(Rosales P. A.)

2.1.7. Forma incorrectas y correctas de iluminar

Evitar los proyectores simétricos: en caso de no ser posible hay que utilizar rejillas que eviten la emisión de luz hacia el horizonte, impidiendo así deslumbramiento de los usuarios.

Los adecuados son los proyectores asimétricos, que proporcionan un 25% de los niveles luminotécnicos y de uniformidad respecto de los simétricos, proyectan la luz hacia el suelo. (Rosales A. P.).

Figura 10. Formas correctas e incorrectas de iluminar

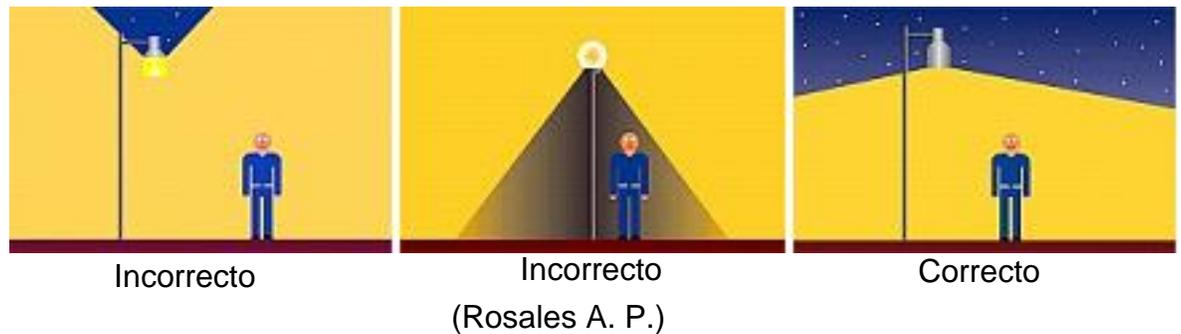
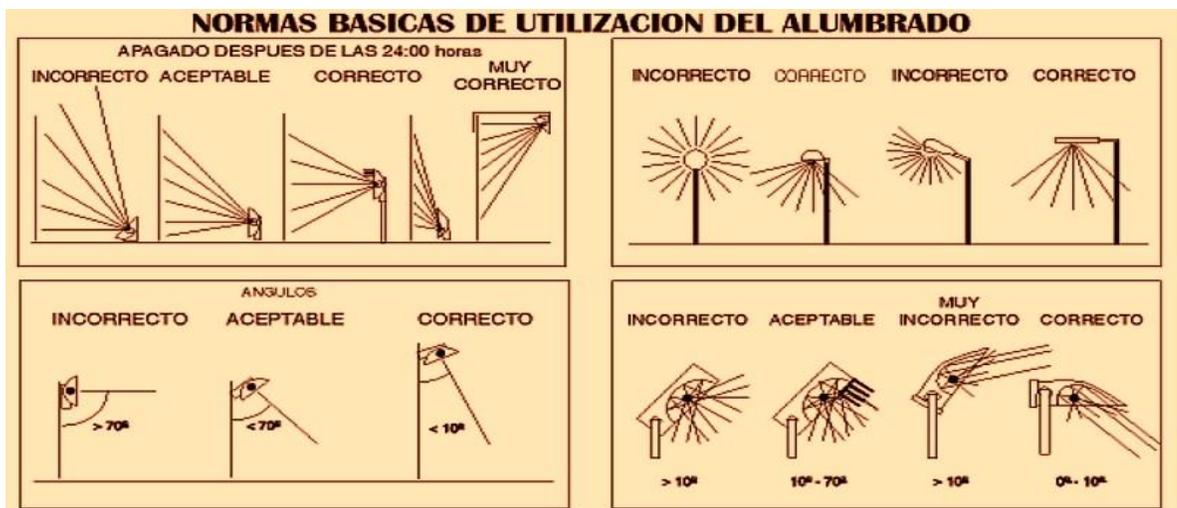


Figura 11. Normas básicas de utilización del alumbrado

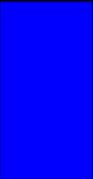
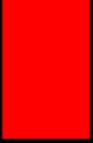


(Rosales A. P.)

2.1.8. Calidad de cielo nocturno según Bortle

El conocido experto de cometas Jhon Bortle propuso una forma de clasificar la calidad del cielo estrellado, basado en una escala de 9 puntos:

Tabla 5. Calidad del cielo nocturno según Bortle

Clase	Título	Color	Magnitud Limite a simple vista
1	Ubicación con cielo oscuro excelente		Se puede observar la luz <u>zodiacal</u> . Las regiones de la <u>Vía Láctea</u> de las constelaciones de <u>Escorpión</u> y <u>Sagitario</u> proyectan sombras en el suelo.
2	Ubicación con cielo oscuro típica		La <u>Vía Láctea</u> aparece muy compleja; la luz zodiacal se ve amarillenta y proyecta sombras al alba y al crepúsculo.
3	Cielo rural		Azul: Se comienza a observar en el horizonte la <u>contaminación lumínica</u> y las nubes aparecen iluminadas; la <u>Vía Láctea</u> sigue observándose compleja y aparecen zonas oscuras en la parte superior del cielo. Aún puede apreciarse el color de la luz zodiacal que aparece impresionante en primavera y otoño.
4	Transición entre cielo rural y periurbano		Se observan varias cúpulas de contaminación lumínica en varias direcciones sobre el horizonte; la luz zodiacal es aún visible, pero no tan impresionante y la <u>Vía Láctea</u> empieza a perder detalles. Las nubes también aparecen iluminadas.
5	Cielo periurbano		Se observan fuentes de luz en todas las direcciones y las nubes aparecen considerablemente más brillantes que el cielo, por lo que la luz zodiacal es débilmente visible y la <u>Vía Láctea</u> aparece muy débil ó invisible cerca del horizonte.
6	Cielo periurbano brillante		El cielo hasta una altura de 35° del horizonte aparece gris blanquecino y las nubes ven brillantes en cualquier parte del cielo por lo que la luz zodiacal es invisible y la <u>Vía Láctea</u> sólo es visible en el cénit.
7	Transición entre cielo periurbano y urbano		Todo el cielo tiene un tono gris blanquecino, y pueden apreciarse fuentes de luz en todas direcciones y no se puede observar a la <u>Vía Láctea</u> .
8	Cielo urbano		El cielo brilla blanco ó naranja, su luz permite leer y solo un ojo entrenado puede observar algunas constelaciones.
9	Cielo de centro de ciudad.		El cielo brilla intensamente y muchas estrellas, así como constelaciones formadas por estrellas débiles son invisibles.

(Bortle & Buchiniz, 2011)

2.1.9. Magnitud estelar

Las magnitudes estelares y su brillo están asociadas al tamaño y la distancia. Se dividen en aparentes y absolutas.

Magnitud aparente

Se denomina magnitud estelar aparente debido a que no depende de la distancia a que se encuentre. Un objeto puede ser más brillante que otro, pero si está más lejos puede tener un brillo aparentemente menor.

Magnitud absoluta

Se puede utilizar el término de magnitud absoluta al brillo de los objetos suponiendo que se encuentran a una distancia fija de 10 parsecs equivalentes 32.61564 años luz.

Un Pársec o parsec (símbolo pc). Unidad de medida de distancia equivalente a unos 3,26 años luz, ó $3,086 \times 10^{16}$ metros. Se define un pársec (o parsec) como la distancia desde la que habría que observar el Sistema Solar para que la órbita terrestre subtendiera un ángulo de un segundo de arco. Generalmente, esta unidad de distancia se utiliza para objetos de nuestra propia Galaxia: estrellas, nebulosas, etc. En astronomía, el uso del pársec como medida de la distancia es más útil que el año-luz debido a que es relativamente sencillo calcular separaciones angulares de manera directa. Es frecuente también el uso de los múltiplos kilopársec (kpc, mil pársecs) y en cosmología megapársec (Mpc, un millón de pársecs).

Si colocásemos todas las estrellas a la misma distancia de nosotros y midiésemos sus brillos, se obtendría la magnitud absoluta. La definición astronómica de magnitud absoluta de una estrella es la magnitud aparente que mostraría esa estrella si se la colocase a una distancia de 10 pársecs, o 32,6 años luz. El Sol brillaría con una magnitud absoluta + 4.8, casi 10 magnitudes (10.000 veces) más débil que la súper gigante Betelgueuse, que tiene magnitud absoluta -5.0.

Para calcular la magnitud absoluta basta sólo con aplicar una sencilla formula:

$$M = m + 5 - \log d$$

Donde M y m son las magnitudes absoluta y relativa y d es la distancia de la estrella a la Tierra.

La escala de brillos

En su trabajo Hiparco de Nicea reunió un catálogo de casi 1000 estrellas apreciables a simple vista, agrupándolas en las **seis categorías que denominan magnitudes**.

Para realizar su escala de brillos en magnitudes, Hiparco observó el cielo desde La Tierra, esto es lo que hoy en día llamaríamos **magnitudes aparentes o relativas**. Ya que es fácil entender que la misma estrella brillará mucho más cuanto más cerca esté de La Tierra, y los astrónomos necesitan (y tienen) un sistema para obtener magnitudes absolutas, independientes de la distancia. Cómo pasar de magnitudes relativas a absolutas lo veremos posteriormente.

La escala de brillos de Hiparco se basa en que, a simple vista, cuanto disminuimos la intensidad de una fuente luminosa a la mitad, la percepción no es que el brillo de la fuente se haya reducido a la mitad, sino que, aunque más débil seguimos percibiendo la fuente. Y aunque sigamos disminuyendo más y más la intensidad, seguimos percibiendo la fuente aunque cada vez más débil, pero no la vamos perdiendo de manera lineal sino que, de alguna manera, el ojo “se esfuerza” más en percibirla cuanto más débil sea pero no es capaz de determinar cuánto más débil es.

Entonces, según la escala de Hiparco, **la respuesta del ojo humano a un estímulo luminoso no es lineal sino logarítmica**. Como en su catálogo de estrellas, $m=1$ correspondía a estrellas perfectamente visibles a simple vista y $m=6$ a estrellas casi inapreciables por el ojo humano, por lo tanto la escala de brillos de Hiparco tenía una forma matemática similar a:

$$m = -a \log(F/F_0)$$

F – Es el brillo aparente de la estrella a determinar su magnitud “ m ”

F_0 – Es el brillo aparente de la estrella de magnitud 1

a – Es el factor que determina cómo decrece el brillo en la respuesta al impulso luminoso en el ojo humano.

Así pues, en esta escala, contra más pequeño (o más negativo sea el valor del brillo aparente de una estrella, más brillará y contra más grande sea el valor de m , menos brillará).

Fotometría

A mediados del siglo XIX la escala de magnitudes se cuantificó asignando exactamente un factor de 100 en brillo aparente a una diferencia de cinco magnitudes, en el sentido de que **una estrella de sexta magnitud es percibida por el ojo humano cien veces más débil que una de primera**. Esto nos deja la expresión ($a=2.5$):

$$m = -2.5 \log(F/F_0)$$

Con la llegada del fotómetro, ya se pueden obtener magnitudes menos “aparentes” y más reales, pero nos sigue interesando cómo percibe la luz el ojo humano, puesto que es como la observamos.

Esta escala de magnitudes es el resultado de la incapacidad del ojo para determinar cuánto más o menos brillo percibe, por eso tenemos que ayudarnos de otros instrumentos como el fotómetro.

Los detectores en astronomía miden fotones y NO energía. La cantidad medida es el número de fotones registrados durante un cierto tiempo de exposición, a partir de lo cual se puede deducir la tasa de fotones a una longitud de onda.

En esta última afirmación introducimos dos conceptos que hacen indispensable el uso de instrumentos detectores de luz o sistemas de fotografía:

- **Primero.** Estos sistemas tienen **carácter integrador**, es decir, podemos medir el número de fotones registrados durante un cierto tiempo. En astronomía, debido a lo débiles que son las señales luminosas, esto es una desventaja en el ojo humano, ya que no podemos ir “juntando” toda la luz que percibimos.

Sin embargo, nuestro ojo es muy bueno porque es muy rápido, es decir, tiene una respuesta al impulso luminoso que hace que el brillo siga percibiéndose, una vez extinguido, por un espacio de tiempo muy corto. Este espacio de tiempo, por corto que sea, es aprovechado en cine y televisión para “engañar” al ojo y mostrarle lo que él cree

que es una secuencia continua de vídeo pero que, en realidad, es una secuencia discreta de imágenes. Lo que también sería un buen artículo.

- **Segundo.** Estos sistemas discriminan en frecuencia, es decir que obtener la cantidad de luz a una frecuencia determinada o en una banda estrecha es imposible también para el ojo humano. Para ello son necesarios filtros, pero incluso así, nuestro ojo es un pésimo localizador espectral. Quiere esto decir que nos cuesta mucho discernir en frecuencia, incluso los colores. No podemos determinar a veces si un color se aproxima más a uno u otro, y esta percepción es diferente en cada individuo.

Como contrapartida, el ojo es un excelente localizador espacial, es decir, si vemos una fuente luminosa, la podemos localizar en el espacio con gran precisión. Sabemos con certeza dónde se encuentra.

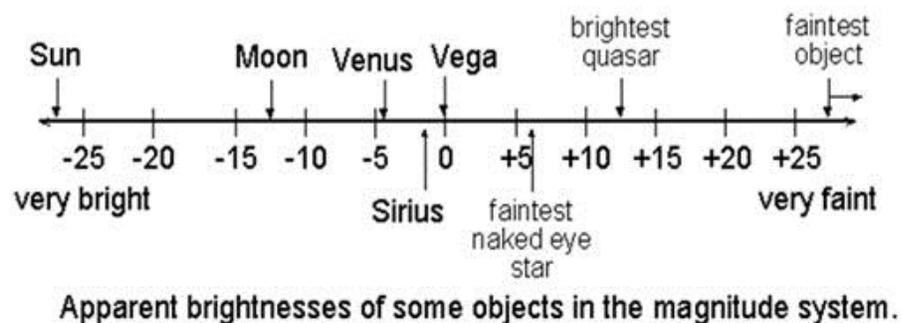
Esto no quiere decir que el ojo humano se comporte mal, todo lo contrario, nuestro sistema de visión es excelente y se ha adaptado a las necesidades humanas. Entre estas necesidades no se encuentra la observación del espacio, por eso en astronomía tenemos que servirnos de instrumentos que superen estas dificultades del ojo humano, y de ello se encarga la **fotometría**. (Technologica, 2013).

Medido el brillo real aparente obtenido en La Tierra a través del fotómetro, y aplicando la fórmula de:

$$m = -2.5 \log(F/F_0)$$

Tenemos una clasificación como la siguiente:

Figura 12. Brillo aparente de algunos sistemas de magnitud



Y la magnitud aparente de diversos objetos celestes:

Tabla 6. Magnitud aparente

MAGNITUD APARENTE	
Estrella	Magnitud
Sol	-26.72
Luna llena	-12.5
Venus max. brillo	-4.4
Jupiter max. brillo	-2.7
Vega	-0.04
Próxima Centauri	11,00
Alfa Centauri	4,60
Sirio	-1,45
Polaris	1.99
Aldebarán	0,85
Régulo	1,35
Canopus	-0,65
Plutón	15.1
Betelgeuse	0.41

(Technologica, 2013)

2.2. IDENTIFICACIÓN ALUMBRADO PÚBLICO

El crecimiento de las ciudades siempre ha estado relacionado con el aumento exponencial de la población, ocupando terrenos para construcción de nuevas viviendas, carreteras y sus estructuras eléctricas, esta últimas usadas para

satisfacer las necesidades diarias del que hacer del hombre y sobre todo aquellas actividades que cada día se desarrollan de noche como alumbrar parques, carreteras, centros comerciales, estadios etc., generando un aumento descontrolado y sin la planeación, para aprovechar el recurso energético, favoreciendo el aumento de la contaminación lumínica.

2.2.1. Neiva

El municipio de Neiva cuenta con un total de 30.250 luminarias en el casco urbano y rural de la ciudad. Para iluminar las calles y espacios abiertos se utilizan lámparas de vapor de sodio de alta tensión con potencias de 70 – 150 – 250 – 400 W, para escenarios deportivos, polideportivos y canchas son usadas las lámparas de halogenuros metálicos con potencias de 150 - 250 – 400 – 1000 W, las cuales requieren un voltaje de 220 V para su funcionamiento, estimándose el consumo de 1337.570 KWH/Mes del total de las luminarias en la ciudad. (Ver Anexo A – Respuesta derecho petición Alcaldía Neiva).

Imágenes alumbrado público de la ciudad de Neiva

Figura 13. Alumbrado público ciudad Neiva, día y noche



(Autores, 2015)

Alumbrado Universidad Surcolombiana

Figura 14. Alumbrado público de la Universidad Surcolombiana día y noche



(Autores, 2015)

2.2.2. Municipio de Aipe

El municipio de Aipe cuenta con un número de aproximadamente 1.000 luminarias instaladas en el casco urbano, discriminadas así:

- Ocho (8) luminarias LED de 30W solares
- Ochenta y Seis (86) luminarias LED de 70W eléctrica
- Novecientas Seis (906) luminarias de 70W de Sodio

El voltaje utilizado para el funcionamiento de este tipo de luminarias es de 220 V y el tipo de bombillos es de sodio de 70W y Led de 70W.

- El consumo de cada luminaria es de 70 KWH

- El consumo total de las 1000 luminarias es de 70.000 K/WH

La tarifa establecida para el cobro del servicio público es de 10% del consumo real bruto mensual. (Ver Anexo B – Respuesta derecho petición Alcaldía de Aipe).

Figura 15. Alumbrado público Municipio de Aipe, día y noche



(Autores, 2015)

2.2.3. Municipio de Villavieja

Villavieja cuenta con 330 luminarias en el casco urbano, las bombillas que se utilizan es de 70 W – 150W – 100 W y el voltaje suministrado es de 220W diciendo que la energía que se consume, por los bombillos del alumbrado público es de: 2300 wt o 2.3 k/wh. (Ver Anexo C – Respuesta derecho petición Alcaldía de Villavieja).

El cobro de consumo eléctrico por alumbrado público para el caso del estrato dos (2) es de \$ 3,009 pesos. En el cual se puede verificar mediante la factura de cobro por parte de Electrohuila. (Ver Anexo D – Factura de consumo energía municipio Villavieja).

Imágenes alumbrado público del Municipio de Villavieja

Figura 16. Alumbrado público Villavieja



(Autores, 2015)

2.2.4. Vereda La victoria (Villavieja-Huila)

La vereda La Victoria cuenta con 303 luminarias en el casco urbano, las bombillas que se utilizan son 202 bombillos de sodio de alta presión de 70 W, 96 bombillos de mercurio de 125 W y 5 bombillos de mercurio de 250 W 220 V. (Ver Anexo E – Respuesta derecho petición Alcaldía de Villavieja).

Figura 17. Panorámica de alumbrado público Vereda La Victoria



(Autores, 2015)

2.3. REGISTROS DE OBJETOS ESTELARES, OBSERVATORIO ASTRONÓMICO LA TATACOA EN LA VEREDA EL CUZCO, (VILLAVIEJA –HUILA)

En la Vereda El Cuzco sea ubica el Observatorio Astronómico La Tatacoa, esta zona catalogada como un bosque seco tropical es un lugar magnifico lugar para observar el cielo, sin embargo, la comunidad y los turistas (principalmente de la región) no hacen uso adecuado de este espacio, que asocian este magnífico lugar al consumo de sustancia psicoactivas, rumba, sexo y fogatas, desaprovechando la posibilidad de volar hasta lo más recóndito

del universo, siendo más apreciado por visitantes de otros lugares quienes valoran este recurso natural maravilloso.

El Bosque Seco Tropical La Tatacoa ofrece la posibilidad de observar cielo nocturno durante los 12 meses del año, aunque algunas veces puede estar despejado o no. Cuando está despejado el sitio ofrece transparencia del cielo nocturno y por ubicarse en la zona tropical del planeta, se puede apreciar el cielo del norte y el cielo del sur con la mayoría de sus constelaciones; se puede ver la osa menor y la cruz del sur al mismo tiempo. La principal amenaza es la creciente contaminación lumínica emanada por las ciudades de Neiva, Aipe, Villavieja y el corregimiento La Victoria (Villavieja) que dificultan la observación de los objetos esterales sobre el horizonte del sur.

Por esto aumenta la importancia de ejecutar un plan de mitigación a la contaminación lumínica, el cual se formuló y desarrolló una prueba piloto, llevada a cabo con éxito a través de la cual se pudo demostrar que es posible dar solución a este grave problema.

A continuación presentamos algunas fotografías donde se aprecian estructuras estelares tomadas desde el Observatorio Astronómico La Tatacoa, algunas fueron tomadas con cámara y telescopio y otras solo con cámara.

Objetos estelares de nuestra galaxia

Figura 18. Vía Láctea



(Rua Restrepo J. F., 2015)

Figura 1919. Cruz del Sur



(Rua Restrepo J. F., 2015)

Figura 200. Alineación planetas
Júpiter y Marte



(Rua Restrepo J. F., Objetos estelares de nuestra galaxia, 2015)

Figura 211. Las Pléyades



(Restrepo J. F., Objetos estelares de nuestra galaxia, 2015)

(Rua Restrepo J. F., 2015)

Objetos estelares de cielo Profundo

Las siguientes imágenes han sido tomadas desde las instalaciones del Observatorio Astronómico La Tatacoa.

Figura 22. Nebulosa de Eta Carina



(Restrepo J. F., Objetos estelares de nuestra galaxia, 2015)

Figura 223. Nebulosa de Orión



(Rua Restrepo J. F., 2015)

Figura 234. Centauro A. colisión de 2 galaxias



(Rua Restrepo J. F., Objetos estelares de nuestra galaxia, 2015)

Figura 245. Cometa Lovejoy



(Restrepo J. F., Objetos estelares de nuestra galaxia, 2015)

Figura 256. Nube de Magallanes 1998	Figura 27. Nube de Magallanes 2008	Figura 268. Nube de Magallanes 2010
		
(Restrepo J. F., Nube de Magallanes, 1998)	(Restrepo J. F., Nube de Magallanes, 2008)	(Restrepo J. F., Nube de Magallanes, 2008)

2.4. ANTECEDENTES AMBIENTALES

La contaminación ambiental siempre ha existido, ha sido parte inherente a las actividades del ser humano, sin embargo recientemente se le presta más atención, por el aumento y gravedad de los hechos de contaminación en todo el mundo y cada día hay más pruebas de sus efectos adversos sobre el ambiente y la salud.

Los efectos más graves de la contaminación ocurren cuando la entrada de sustancias (naturales o sintéticas) al ambiente, rebasan la capacidad de los ecosistemas para asimilar y/o degradarlas; aunque los casos de contaminación se iniciaron a finales del siglo XVIII, durante la revolución industrial, se agravaron considerablemente después de la segunda guerra mundial, cuando el mundo aumentó el consumo de energía, la extracción, producción y/o uso de diversas sustancias, tanto naturales como sintéticas, para las cuales no existen los mecanismos naturales de asimilación o son insuficientes.

Existen muchas definiciones de contaminación ambiental pero, para fines prácticos, se puede considerar que es la introducción o presencia de sustancias, organismos o formas de energía en ambientes o sustratos a los que no pertenecen, en cantidades superiores a

las propias de dicho sustrato, por un tiempo suficiente y bajo condiciones tales, que esas sustancias interfieren con la salud y la comodidad de las personas y los animales, dañan los recursos naturales o alteran el equilibrio ecológico de la zona.

Conforme a la primera ley de la termodinámica, la materia y la energía no se crean ni se destruyen, por lo tanto para que se mantenga el equilibrio en un sistema- por ejemplo, el planeta, un organismo, una ciudad un río- cualquier forma o cantidad de materia o energía que entre en él, deberá salir tarde o temprano. Si esto no ocurre, la materia o energía que se muestren en exceso se acumularán en el sistema y darán origen a la contaminación.

En consecuencia, por ejemplo cuando se explota los depósitos naturales de un metal, éste y sus impurezas entran al ambiente; como el mundo es un sistema cerrado, es evidente que se genera contaminación, lo mismo ocurre cuando se producen, utilizan o desechan sustancias sintéticas. (Albert, 1995).

En el Bosque Seco Tropical de La Tatacoa se puede apreciar un tipo de contaminación que es bastante notoria. Recientemente este ecosistema que había sido declarado Parque Natural Regional, fue cambiado de denominación por parte de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) declarándolo como un Distrito de Manejo Integrado.

Aunque la contaminación lumínica no es popular como otros tipos de contaminación, en diversos países se han implementado estrategias para reducir su impacto en la naturaleza, como es el caso de Málaga España en donde se adoptó la Declaración sobre la defensa del cielo nocturno y el derecho a la luz de las estrellas (Declaración de la palma), en dónde:

APELAN a la comunidad internacional, y en particular *INSTAN* a los gobiernos, a las demás autoridades e instituciones públicas, a los decisores, planificadores y profesionales, a las asociaciones e instituciones privadas concernidas, al mundo de la ciencia y de la cultura, y a todos los ciudadanos a título individual, a adoptar los siguientes principios y objetivos de esta declaración. (UNESCO, 2007).

Los principios allí señalados son la vía a un cielo digno y una atmosfera limpia, sin embargo es la comunidad en general la que debe organizarse en función de recuperar el derecho a ver el brillo de las estrellas, reconociendo que la observación astronómica ha sido el pilar antecesor a todas las disciplinas del conocimiento moderno.

2.4.1 Declaración sobre la defensa del cielo nocturno y el derecho a la luz de las estrellas (Declaración de La Palma)

Los participantes en la Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas, reunidos en La Palma, Islas Canarias, España, el 19 y 20 de Abril de 2007, conjuntamente con representantes de la UNESCO, OMT, IAU, PNUMA-CMS, CE, SCDB, COE, Programa MaB y Convención Ramsar, conscientes que la visión de la luz de las estrellas ha sido y es una inspiración para toda la Humanidad, que su observación ha representado un elemento esencial en el desarrollo de todas las culturas y civilizaciones, y considerando que la contemplación del firmamento ha sustentado a lo largo de la historia muchos de los avances científicos y técnicos que definen el progreso.

Guiados por los principios enunciados en la introducción de la propuesta de la Declaración del 2009 como Año Internacional de la Astronomía (33ª Sesión de la Asamblea General de la UNESCO) que define al cielo como una herencia común y universal, y una parte integrante del ambiente percibido por la Humanidad.

Recordando que la Humanidad ha observado siempre el firmamento para interpretarlo y para entender las leyes físicas que gobiernan el universo, y que este interés en la astronomía ha tenido implicaciones profundas en la ciencia, la filosofía, las costumbres, y en nuestra concepción general del mundo de las estrellas y de cuantos objetos llenan el universo, se está deteriorando en muchas zonas, que su contemplación se hace cada vez más difícil, y que este proceso nos enfrenta a la pérdida generalizada de un recurso cultural, científico y natural con consecuencias imprevisibles.

Comprobando que el deterioro de la nitidez de la noche comienza a representar un serio riesgo para la continuidad de las observaciones astronómicas, siendo una rama de la ciencia

que produce en la actualidad un caudal de beneficios directos e indirectos cada vez más apreciados.

Considerando que en la Conferencia de Río de 1992 se proclamó la necesaria defensa de “la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra”, y que esta defensa incluye la dimensión de los cielos nocturnos y la calidad de la atmósfera.

Recordando que la Declaración Universal de los Derechos Humanos de las Generaciones Futuras afirma que las personas pertenecientes a las generaciones venideras tienen derecho a una tierra indemne y no contaminada, incluyendo el derecho a un cielo limpio, y tienen derecho a disfrutar de esta Tierra que es el soporte de la historia de la humanidad, de la cultura y de los lazos sociales, lo que asegura a cada generación y a cada individuo su pertenencia a la gran familia humana.

Teniendo en cuenta la vigencia de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas, y las diversas declaraciones internacionales sobre el desarrollo sostenible, así como los convenios y protocolos sobre medio ambiente, salvaguarda de la diversidad cultural, la diversidad biológica y el paisaje, los relativos a la conservación del patrimonio cultural y a la lucha contra el cambio climático, y que todos ellos, directa o indirectamente, inciden sobre la necesidad de salvaguardar la limpieza de los cielos nocturnos.

Considerando la urgente prioridad de proteger los cielos nocturnos de la intrusión de la luz artificial atendiendo a los beneficios que reporta para la ciencia, la cultura, la educación, el medio ambiente, la salud y la gestión responsable de los recursos energéticos.

Convencidos de la necesidad de establecer alianzas eficaces y urgentes entre los principales actores que pueden frenar con sus decisiones el proceso de degradación de la calidad del cielo nocturno, con el fin de forjar la esperanza de recuperar y garantizar la pervivencia del legado de la luz de las estrellas.

APELAN a la comunidad internacional, y en particular INSTAN a los gobiernos, a las demás autoridades e instituciones públicas, a los decisores, planificadores y profesionales, a las asociaciones e instituciones privadas concernidas, al mundo de la ciencia y de la cultura, y a todos los ciudadanos a título individual, a adoptar los siguientes principios y objetivos de esta declaración:

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, atendiendo a su incidencia en el desarrollo de todos los pueblos y a su repercusión en la conservación de la diversidad biológica.

2. La progresiva degradación del cielo nocturno ha de ser considerada como un riesgo inminente que hay que afrontar, de la misma manera que se abordan los principales problemas relativos al medio ambiente y a los recursos patrimoniales.

3. La conservación, la protección y la puesta en valor del patrimonio natural y cultural asociado a la visión del firmamento, representa un ámbito privilegiado para la cooperación y defensa de la calidad de vida. Por parte de todos los responsables, esta actitud implica un auténtico reto de innovación cultural, tecnológica y científica, que exige realizar un esfuerzo continuado que haga posible redescubrir el valor del cielo nocturno como parte viva de nuestro legado patrimonial y de nuestra cultura cotidiana.

4. El conocimiento, apoyado en la educación, constituye la clave que permite integrar la ciencia en nuestra cultura actual, contribuyendo al avance de la Humanidad. La difusión de la astronomía, así como la promoción de los valores científicos y culturales asociados a la contemplación del firmamento, deberán considerarse como contenidos básicos a incluir en la actividad educativa en todos los ámbitos, algo imposible de realizar si no se dispone de un cielo poco contaminado y de una apropiada formación de los educadores en estas materias.

5. Los efectos negativos sobre la calidad atmosférica de los cielos nocturnos en los espacios naturales, causados por el incremento de las emisiones y la intrusión de la luz artificial, afectan gravemente a muchas especies, hábitats y ecosistemas. El control de la contaminación lumínica debe por lo tanto ser un requisito básico en las políticas de conservación de la naturaleza, incorporando esta dimensión en la gestión de las áreas protegidas, garantizando de forma más efectiva la protección del medio natural y la conservación de la diversidad biológica.

6. Habida cuenta que la noche estrellada forma parte integrante del paisaje que la población de cada territorio percibe, incluyendo las áreas urbanas, se considera necesario que las políticas de paisaje desarrolladas en los diferentes ordenamientos jurídicos incorporen las normas correspondientes orientadas a la preservación de la calidad del cielo nocturno, permitiendo así garantizar el derecho de todos a la contemplación del firmamento.

7. Ha de promoverse el uso racional de la iluminación artificial, de tal forma que el resplandor que provoca en el cielo se reduzca a un mínimo aceptable, evitando igualmente

los impactos nocivos sobre los seres humanos y la vida en la naturaleza. Las administraciones públicas, la industria de la iluminación y los principales actores que inciden en la toma de decisiones, han de asegurar un uso responsable de la luz artificial por parte de todos los usuarios, integrando esta dimensión en la planificación y en las políticas de sostenibilidad energética, las cuales habrán de apoyarse en mediciones de la contaminación lumínica, tanto desde la tierra como desde el espacio. Tal actitud implica un uso más eficiente de la energía en consonancia con los acuerdos sobre el cambio climático y la protección del medio ambiente.

8. Los ámbitos privilegiados para la observación astronómica constituyen un bien escaso en el planeta, y su conservación representa un esfuerzo mínimo en comparación con los beneficios que aportan al conocimiento y al desarrollo científico y tecnológico. La protección de la calidad de los cielos en estos espacios singulares deberá constituir una prioridad en las políticas medioambientales y científicas de carácter regional, nacional e internacional. Habrán de extremarse las medidas y disposiciones que permitan proteger tales espacios de los efectos nocivos de la contaminación lumínica, radioeléctrica y atmosférica.

9. 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 puede y debe integrar el paisaje del cielo nocturno como un recurso a resguardar y valorar en cada destino. La generación de nuevos productos turísticos basados en la observación del firmamento y los fenómenos de la noche, abre posibilidades insospechadas de cooperación entre los actores turísticos, las comunidades locales y las instituciones científicas.

10. Los espacios pertenecientes a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera, los Sitios Ramsar, los declarados Patrimonio de la Humanidad, los Parques Nacionales o las Reservas Naturales que combinan valores excepcionales naturales o paisajísticos dependientes de la calidad del cielo nocturno, están llamados a integrar la protección de los cielos limpios como un factor clave que refuerza su función de conservación de la naturaleza.

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.***

Resoluciones finales

La Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas considera imprescindible hacer los siguientes llamamientos públicos:

1. En consonancia con los principios enunciados en esta Declaración, la Conferencia recomienda a los gobiernos y autoridades locales formular, con carácter de urgencia, planes de acción para una protección efectiva de sus cielos nocturnos y de salvaguarda del patrimonio cultural y natural asociado, en particular en las zonas de interés para la observación astronómica, las áreas naturales sensibles a la pérdida de la luz natural del cielo nocturno y lugares de especial relevancia relacionados con el patrimonio astronómico.
2. La Conferencia acuerda trasladar al Director General de la UNESCO la Declaración sobre la Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas para su reconocimiento y, si procede, sea recomendada a los Organismos y Agencias del sistema de Naciones Unidas, a las convenciones internacionales relacionadas con los principios y objetivos abordados en la Declaración, y a otros organismos directamente implicados como la IAU (Unión Astronómica Internacional).
3. A instancias del Gobierno de Canarias, y tras la aprobación en su Consejo de Gobierno del mes de abril de 2007, la Conferencia aprueba elevar ante la UNESCO y el Gobierno de España para su tramitación, la propuesta de declaración del 20 de Abril como Día Mundial en favor del Derecho a la Observación de las Estrellas, que en su formulación de campaña adoptará la denominación de “Noche Mundial”.
4. La Conferencia propone al Secretariado del Programa MaB de la UNESCO que las conclusiones y acuerdos alcanzados sean presentados en el III Congreso Mundial de Reservas de la Biosfera, a celebrarse en Madrid en 2008, con el fin de que la protección de cielo nocturno pueda ser asumida, si procede, en el nuevo Plan de Acción de las Reservas de la Biosfera, reconociendo además el importante papel que las Reservas de la Biosfera pueden jugar en este sentido como auténticos laboratorios del desarrollo sostenible.
5. La Conferencia solicita a las cinco convenciones representadas en el Grupo de Enlace sobre la Diversidad Biológica que examinen los resultados de las deliberaciones y, si se estima oportuno, la toma en consideración por sus órganos de gobierno del papel que dichas convenciones pueden jugar en favor de la protección del cielo nocturno, entendiendo que esta acción tendrá efectos positivos en la conservación y en el uso apropiado de la biodiversidad. La conferencia también recomienda a la UICN (Unión Internacional de la

Conservación de la Naturaleza) examinar las propuestas de la Conferencia Starlight en el IV Congreso Mundial de la Naturaleza de la UICN, a celebrarse en Barcelona a finales de 2008.

6. La conferencia solicita al Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO informar al Comité del Patrimonio Mundial en su 31ª Sesión, que tendrá lugar en Christchurch, Nueva Zelanda, en 2007, sobre el desarrollo del acuerdo marco entre la iniciativa de la UNESCO “Astronomía y Patrimonio Mundial” y la iniciativa “Starlight”, con el objeto de definir el concepto de “Reserva Starlight”, en orden a identificar las propiedades de nominación que deben definir, en todo el mundo, los paisajes excepcionales de la noche de importancia para la observación del firmamento.

Resolución adicional sobre el comité de seguimiento y el comité científico.

Transcurrida la Conferencia Internacional StarLight, una vez aprobada la “Declaración sobre la Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas” y considerando la trascendencia de los acuerdos tomados, se hace necesario prever su futuro. La continuidad de la línea de trabajo y de colaboración ya emprendida es de vital importancia, y para consolidarla resulta conveniente y necesario su seguimiento para impulsar y aplicar los principios de la Declaración y las recomendaciones sobre el Plan de Acción. Con este objeto, se adoptan los siguientes acuerdos:

1. La creación del Comité de Seguimiento de la Declaración y de su Plan de Acción (Iniciativa Starlight) integrado por las instituciones y organismos internacionales componentes del Comité Organizador de la Conferencia, a las que se sumarán las representaciones de la OMT (Organización Mundial del Turismo), Convención Europea del Paisaje, la IAU (Unión Astronómica Internacional), Convenio de Ramsar, CMS-PNUMA (Secretariado de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de vida Silvestre), SCDB (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica), Comisión Española de la UNESCO y, si procede, aquellas iniciativas y organizaciones relacionadas con las diversas materias, competencias y disciplinas que afectan a la protección del cielo nocturno que así lo requieran, tras acuerdo del Comité de Seguimiento.

2. El Comité de Seguimiento de la Iniciativa Starlight velará por la difusión, promoción y circulación de la Declaración y de su Plan de Acción, y su mejor aplicación siguiendo las recomendaciones y propuestas del Comité Científico, así como la realización de todo tipo de actividades que garanticen su continuidad.

3. El Comité de Seguimiento se hará cargo de la elevación y seguimiento de los acuerdos de esta Conferencia y asumirá la responsabilidad de hacer circular y presentar la Declaración ante los protagonistas principales, incluyendo los gobiernos, autoridades locales, las instituciones científicas, las iniciativas por la defensa del cielo oscuro y las organizaciones involucradas en la protección del medio ambiente, la diversidad cultural y la promoción del desarrollo sostenible.

4. El Comité Científico propondrá la realización de informes, la elaboración de estudios, campañas, propuestas de cooperación, iniciativas y acciones encaminadas a la protección y valorización de los cielos nocturnos que contribuyan a la consecución de los objetivos trazados en la Declaración.

5. Entre las iniciativas específicas que han surgido de la Conferencia y que competen a los trabajos a desarrollar por el Comité Científico y el Comité de Seguimiento destacan:

- Establecimiento del partenariado y desarrollo de una iniciativa conjunta con la Campaña Energía Sostenible para Europa (Comisión Europea), con la colaboración del EREC (Consejo Europeo de las Energías Renovables), orientada al desarrollo de acciones que engancen la defensa del cielo nocturno con la promoción del ahorro energético, el uso eficiente de la energía y la promoción de las energías renovables.

- Desarrollo de un acuerdo de cooperación entre el Centro de Patrimonio Mundial de la UNESCO a través de la Iniciativa Temática "Astronomía y Patrimonio Mundial" y la "Iniciativa Starlight", que incluiría también la puesta en marcha de un proceso de consulta internacional orientado a la elaboración del concepto "Reservas StarLight".

- Trasladar la Declaración al Parlamento Europeo y a la Comisión Europea con el fin que sus principios y objetivos puedan ser difundidos y, si procede, asumidos al nivel que se estime pertinente, considerando que la defensa de los cielos nocturnos limpios es también una dimensión importante de la lucha contra el Cambio Climático.

- Trabajar conjuntamente con la OMT (Organización Mundial del Turismo) y el ITR (Instituto de Turismo Responsable) en la promoción y el reconocimiento de los cielos nocturnos como recurso a valorar en la actividad turística, apoyando el desarrollo de destinos y de nuevos productos turísticos responsables sustentados en la observación de las estrellas.

- Estrechar los lazos de cooperación y apoyo mutuo con las iniciativas y organizaciones orientadas a la defensa del cielo oscuro, particularmente con el IDA (International Dark Sky Association).

- Trabajar conjuntamente con la Convención Europea del Paisaje en la implementación de la nueva dimensión de los paisajes nocturnos relacionados con la visión del firmamento en el marco de la Convención.

- Abrir fórmulas de cooperación para la valorización del legado cultural, material e inmaterial, relacionado con la observación del firmamento, con las entidades del mundo de la cultura y, en primera instancia, con la Unión Latina y la SEAC (Sociedad Europea de Astronomía Cultural).

- Trabajar conjuntamente con la CIE (Comisión Internacional de la Iluminación) con el objeto de promover el uso inteligente de la iluminación exterior en todas sus aplicaciones, entendiendo que las acciones a desarrollar se enmarcan en el objetivo de promover el ahorro y uso eficiente de la energía, así como limitar los impactos nocivos de la luz artificial en el medioambiente nocturno. (Starlight, 2007).

A pesar, que en Colombia no exista normatividad que ponga límites para dar buen uso a la luz artificial, la sociedad puede usar esta declaratoria realizada por la Starlight, para hacer reconocer los cielos del Bosque Seco Tropical La Tatacoa como patrimonio de la humanidad y de esta forma intervenir en el desarrollo una política de manejo ambiental en nuestro país, mitigando el impacto de la contaminación lumínica, hecho que nos dará una perspectiva de educación, ciencia y sociedad.

2.5. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La contaminación lumínica genera un impacto negativo en el desarrollo de la astronomía, la cual es un bien que le ha pertenecido a la humanidad durante toda su historia. Es allí donde se forja la racionalidad humana que permite al ser humano avanzar en el pensamiento y permite la evolución de las sociedades. Sin embargo, son pocos los que se motivan por conocer el cielo pues acceder a él

desde alguna ciudad o pueblo es muy difícil, ya que las luces impiden que al levantar la mirada observemos la magia existente allá arriba.

Lo contrario ocurre en las zonas rurales, donde constantemente se observan estas hermosas estructuras estelares, sin embargo, la conciencia de la gente que posee este espacio está siendo manipulada y tampoco miran hacia arriba. Hace falta una iniciativa ecológico, educativo y social que permita a los habitantes en las urbes y zonas rurales, darse cuenta de la grandeza de estas estructuras estelares que a simple vista no son nada, pero que de manera filosófica abarcan todo el conocimiento humano y hoy solo unos pocos conocen el valor de este recurso.

El interés por la Tierra, el Sol, la Luna y las estrellas se remonta a las primeras fases de la evolución humana. Sin embargo, si entendemos como investigación científica la proposición de hipótesis que expliquen los fenómenos naturales, la construcción de modelos y su contrastación con la evidencia empírica, debemos situar el alba de las investigaciones astronómicas en el Neolítico (9000-3000 a.C.), época en la que se inicia el florecimiento de grandes culturas. Este desarrollo fue favorecido por las condiciones climáticas, ya que la desertización de amplias zonas, como consecuencia de un cambio climático global, determinó el agrupamiento de la población nómada en torno a zonas fértiles. En ellas, las aldeas agrícolas y ganaderas, inicialmente autosuficientes, evolucionarán hacia sociedades más complejas, dando paso en torno al 6000 a.C. a organizaciones sociales jerarquizadas y estratificadas. Como determinantes de la formación de estas civilizaciones, suelen considerarse:

Los ríos Tigris y Éufrates, donde se desarrolla la cultura de Hassuna (5900-5600 a.C.), formada por los primeros asentamientos en la cuenca alta del Eufrates. Pronto se extenderán a las fértiles llanuras aluviales del sur de Mesopotamia. En esta región, sus habitantes, denominados sumerios, se unirán posteriormente a los acadios y a otros pueblos, dando lugar a la cultura babilónica en el siglo XVIII a.C., al convertirse la ciudad de Balilani en la capital política del territorio ocupado por Sumer y Akkad.

El río Nilo, cuyas periódicas crecidas determinaron el establecimiento y las características de la civilización egipcia, como consecuencia de la Reunificación de tribus paleolíticas ante la gradual transformación de amplias regiones del norte de África en arenosos desiertos, que alcanzaría su máximo en el año 6000 antes de nuestra era.

El río Indo, cuna de la cultura protohindú, donde se establecen y evolucionan hacia sociedades más complejas los pueblos del noroeste de la India, que culminarán en la civilización de Harappa a mediados del tercer milenio. La posterior invasión de los arios védicos, en torno al 1500 a.C., transformaría sustancialmente su concepción del mundo.

El río Huang-ho, en cuyas terrazas se han encontrado restos arqueológicos de primitivos asentamientos que se remontan al 6000 a.C. Caracterizados en una primera fase por un desarrollo interno y autóctono, son considerados el origen de la legendaria civilización china.

América Central, donde se conformaron las culturas azteca y maya, y el Altiplano Andino con la cultura de Nazca y los incas. El estudio de los yacimientos escavados parece evidenciar que en el continente americano surgen grandes culturas autóctonas en épocas muy posteriores a las de Eurasia: en el 2100 a.C. en la región andina y en el 1500 a.C. en Mesoamérica. Podría ser la consecuencia de una lenta evolución inicial, marcada por un patrón de asentamiento estacional que se remonta al 8700 a.C.

Tras un proceso de adaptación al régimen sedentario, los pobladores de estas seis regiones desarrollan de forma individualizada las primeras ideas científicas acerca del mundo. En general son de tipo especulativo y, en algunos casos, simples fantasías de carácter simbólico. Así, por ejemplo, en la cultura protohindú, el mundo, reducido a un hemisferio, se apoya sobre cuatro elefantes y estos, a su vez, sobre una tortuga que flota en el océano universal. Describen como "... en el centro del Universo existe una montaña, el Meru, que tiene por eje el de los polos".

A su alrededor se disponen siete zonas concéntricas, de las cuales la interior está dividida en cuatro continentes, que ocupan los cuatro puntos cardinales. Una de estas regiones es el continente Bharata, la India, para el cual la cumbre del Meru es el norte. Alrededor de este mundo terrestre gravitan los astros. En principio parece una simple fantasía, pero la perspectiva cambia cuando lo analizamos. En primer lugar, la India se extiende al sur del Himalaya, lo que condiciona su idea del mundo. Pero destaca, además, en épocas tan remotas, el concepto de polos, eje del mundo, puntos cardinales y rotación de la esfera celeste alrededor de un punto situado al norte. También es interesante tener en cuenta que, aunque en la cultura protohindú existe un solo hemisferio, años más tarde aparecen referencias a un hemisferio sur donde habitan los Asura, antagonistas ancestrales de los dioses que residen en la cumbre del Meru. Puede considerarse una primera idea de un mundo esférico.

Es curioso encontrar teorías cosmogónicas casi idénticas en puntos muy alejados del planeta. Así, en las culturas mesoamericanas la Tierra es un disco que se apoya en cuatro cocodrilos que nadan en el océano, mientras que el cielo, donde viven el Sol, la Luna y las estrellas, representados por divinidades, tiene su base en cuatro columnas de diferentes colores, situadas en las direcciones de los puntos cardinales.

Junto a estas ideas de carácter simbólico, desarrollan, y es un punto de gran importancia para la posterior evolución del conocimiento humano, una descripción exacta de los fenómenos celestes basada en la observación, que dio lugar al nacimiento y desarrollo de la astronomía.

En todas las grandes culturas orientales contemporáneas se conoce el movimiento del Sol y de la Luna, que dará lugar a la formación de los calendarios lunisolares, cinco planetas, diferenciándolos por su movimiento no circular del resto de los astros, y los períodos de repetición de las configuraciones astronómicas que estos siete astros errantes determinan. Sin embargo, en su intento por comprender el mundo que les rodea, atribuyen a estas realidades observadas intrincadas leyes naturales, regidas por los dioses, como resultado de la interpretación y extrapolación a la región celeste de su limitado conocimiento físico del Universo. Así, en el sistema del mundo de los vedas, cuya vida está gobernada por el régimen de los monzones, se explica el desplazamiento de cinco astros errantes, denominados Sabio, Blanco, Tizón, Señor de la Oración y Lento , mediante la acción cósmica de cuerdas de viento.

Un hecho significativo es que todas las culturas antes nombradas, si exceptuamos las mesoamericanas y las andinas, comienzan a transmitir los conocimientos geométricos a partir del año 5000 a .C. Teniendo en cuenta que estos estados primarios surgen a partir de un desarrollo interno e independiente y que no puede considerarse una única pauta evolutiva, podemos pensar que el progreso inicial de estas sociedades fue casi simultáneo. (LLaca, 2015)

2.1.3. Imágenes de estructuras construidas en base a la astronomía en la antigüedad

Figura 279. Zigurat de la ciudad de Ur, construido a finales del III milenio



(LLaca, 2015)

Figura 3028. Tablilla de la época neo babilónica (600 a .C.) representando su sistema del mundo: un disco plano que flota en el océano, sobre el que se cierra la bóveda celeste en forma de semiesfera.

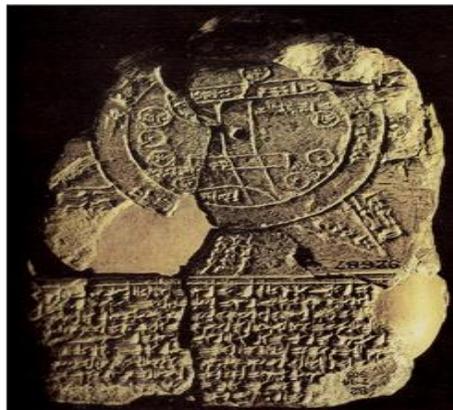


Figura 2. 1.

(LLaca, 2015)

Figura 31 .Melishipak II presentando su hija a la diosa Inanna, el planeta Venus. Kudurru del siglo XII a.C.



(LLaca, 2015)

Figura 29. Barca solar del dios Ra. Tumba de Ramsés I



(LLaca, 2015)

Figura 302. Teoría del Cielo Recubridor. China, siglo XIV a.C.



(LLaca, 2015)

2.6. MARCO CONCEPTUAL

Para poder comprender de manera directa el fenómeno de la contaminación lumínica es necesario conocer las propiedades fisicoquímicas de la radiación. Para comenzar necesariamente debe hablarse de como es el comportamiento de la luz en nuestro planeta, como punto de referencia tenemos el astro que vemos todos los días (el sol) quien por estar a una distancia próxima nos brinda la fuente energética necesaria para la vida.

Para una descripción cuantitativa de los mecanismos atómicos y moleculares que participan del fenómeno de la radiación, es preciso acudir a la mecánica cuántica: en este curso nos limitaremos a una descripción cualitativa. Cuando se transfiere energía a un cuerpo, algunos de los átomos o moléculas que lo constituyen Pasa a estados excitados. Este estado no es estable y las partículas tienden a retornar al estado de energía original. En el restablecimiento, emiten una cierta cantidad de energía bajo forma de ondas electromagnéticas. La energía emitida es lo que llamamos radiación. La potencia emisiva $E(W=m2)$ nos indica la cantidad de energía radiante por unidad de tiempo y de área.

(aires). Para una descripción cuantitativa de los mecanismos atómicos y moleculares que participan del fenómeno de la radiación, es preciso acudir a la mecánica cuántica:

La radiación electromagnética se caracteriza por su longitud de onda λ y su frecuencia λf de forma que la velocidad de propagación de onda $c = \lambda f$. Así mismo, la radiación manifiesta su naturaleza corpuscular ya que interactúa con la materia por medio de cuantos discretos, fotones que tienen una energía $E = h\nu$, Donde $h = 6,626 \times 10^{-34}$ es la constante de Planck. La cantidad de movimiento de cada fotón es $h\nu/c$.

La radiación térmica está dada por el intervalo de longitudes de onda tales que al ser absorbido por un cuerpo, se transforma en energía calórica. El rango es:

$$\lambda \text{ térmico} \in [0;1 : : : 100\mu\text{m}]$$

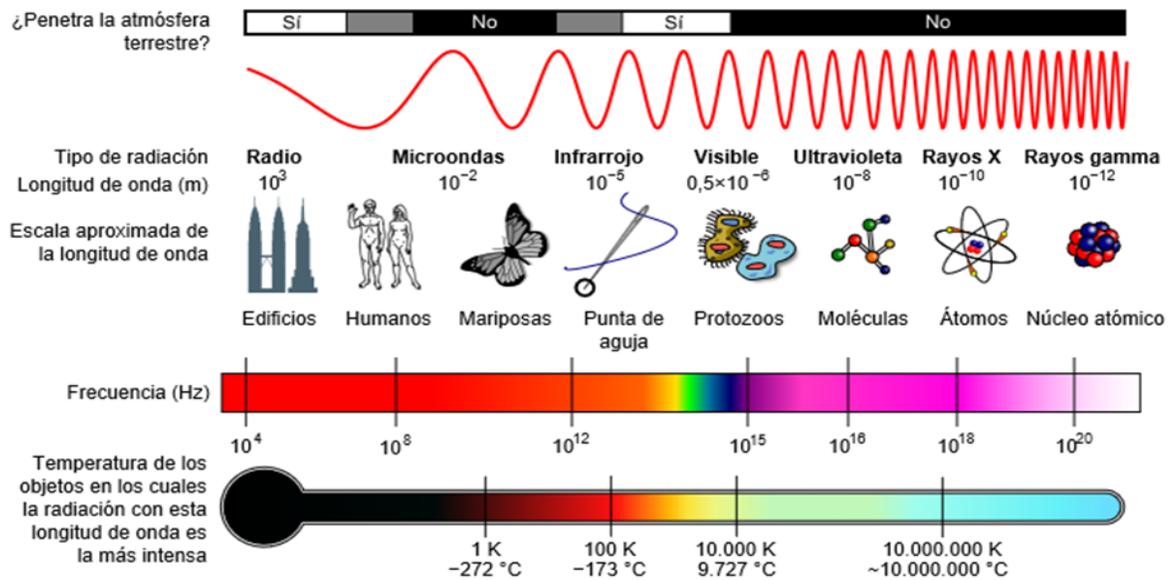
Mientras que el espectro visible es $\lambda \text{ visible} \in [0;4 \dots 0;7\mu\text{m}]$ En un cuerpo real, no toda la energía incidente es absorbida sino que una parte es reflejada y otra transmitida por el mismo. Si consideramos el comportamiento global de un cuerpo, podemos definir los coeficientes:

$$\text{de absorcion } \alpha = \frac{\text{energía absorbida}}{\text{energía incidente}}$$

$$\text{de reflexion } \rho = \frac{\text{energía reflejada}}{\text{energía incidente}}$$

$$\text{de transmision } T = \frac{\text{energía transmitida}}{\text{energía incidente}}$$

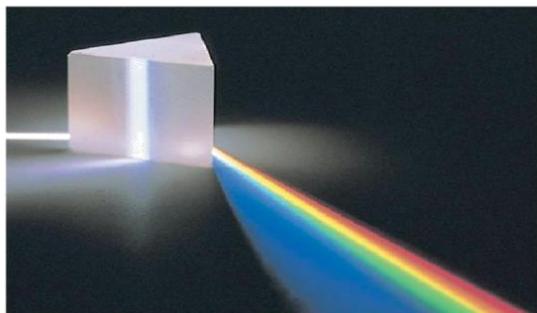
Figura 313. Radiación que penetra la atmósfera terrestre



(Google, radiación que penetra la atmósfera terrestre)

Luego, debe cumplirse que $\alpha + p + T = 1$. Este modelo simplista no tiene en cuenta que los cuerpos reales presentan coeficientes que son función de la longitud de onda de la energía incidente. (aires)

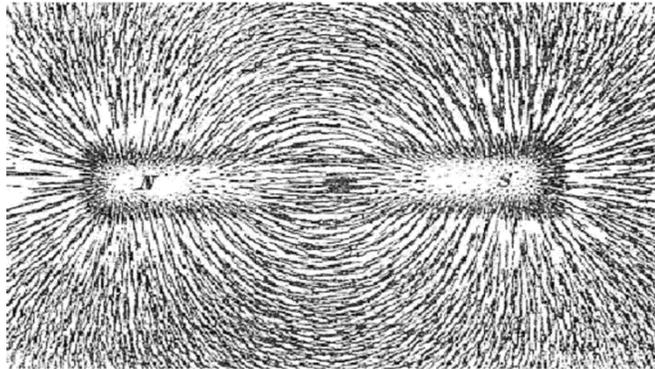
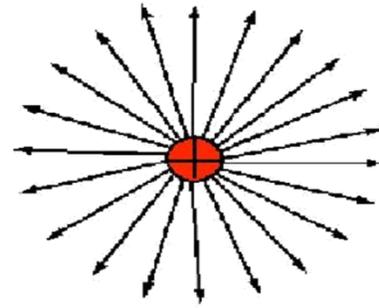
¿Que es la luz?



Tomado de (Piro T., 2009)

CAMPOS ELECTRICOS

Campo eléctrico de una carga positiva en reposo.

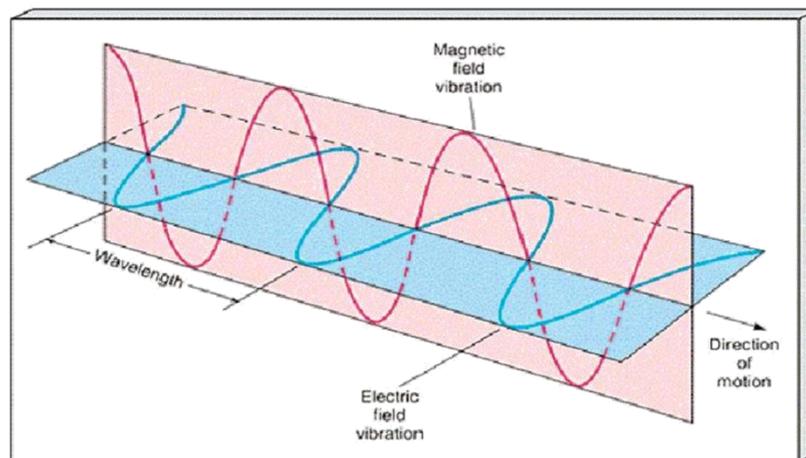


CAMPOS MAGNETICOS

Campo magnético de un Imán en reposo

Tomado de (Piro T., 2009)

Ondas electromagnéticas



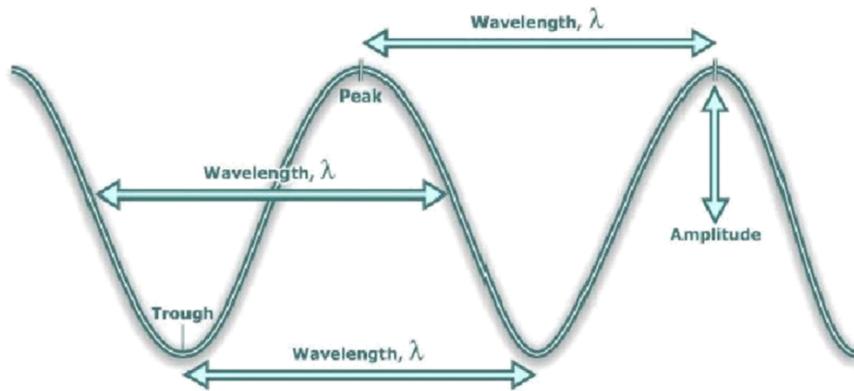
Tomado de (Piro T., 2009)

Las ondas electromagnéticas están compuestas de un campo eléctrico y un campo magnético oscilantes que son perpendiculares entre si y a la dirección de propagación de la onda.

No necesita un medio para propagarse.

Su velocidad de propagación se conoce como la velocidad de la luz: $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Conceptos básicos de las ondas



Tomado de (Piro T., 2009)

Velocidad de propagación = (Longitud de Onda)*(Frecuencia)

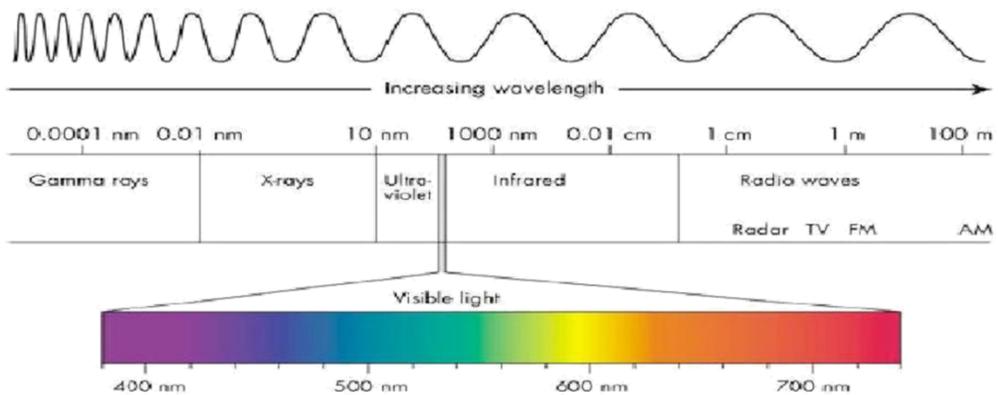
Frecuencia: número de ciclos por unidad de tiempo

Energía transportada por la onda es proporcional al cuadrado de la Amplitud

La longitud de onda de la luz visible

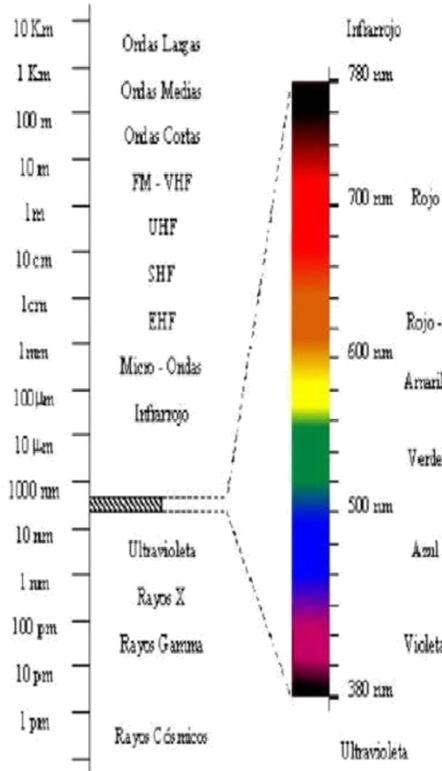
La unidad típica de medida para la longitud de onda (λ) es el Ångstrom (Å) = 10^{-10} m = 0.1 nanómetro = 0.1 nm.

Rojo = 6500 Å (Aprox.) Amarillo = 5800 Å (Aprox.)
 Verde = 5300 Å (Aprox.) Azul = 4800 Å (Aprox.)



Tomado de (Piro T., 2009)

Espectro Electromagnético

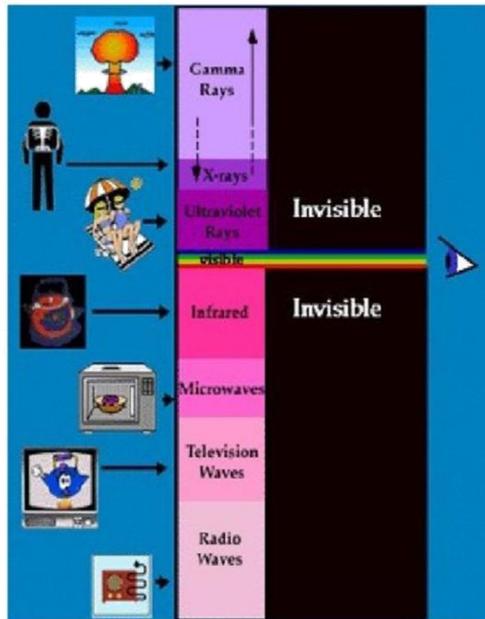


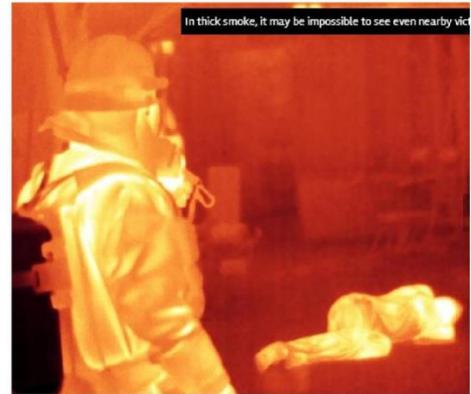
- Rayos γ (gamma) : $< 0.1 \text{ \AA}$
- Rayos X: $\sim 0.1 - 100 \text{ \AA}$
- Ultravioleta (UV): $\sim 100 - 4000 \text{ \AA}$
- Visible (óptico): $\sim 4000 - 7000 \text{ \AA}$
- Infrarrojo (IR): $\sim 7000 \text{ \AA} - 1 \text{ mm}$
- Radio: $\sim 1 \text{ mm} - 10 \text{ km}$ y mas!!

“Cada onda electromagnética tiene diferente frecuencia y longitud de onda, pero todas presentan la misma velocidad de propagación = c (Invariante)”
Einstein

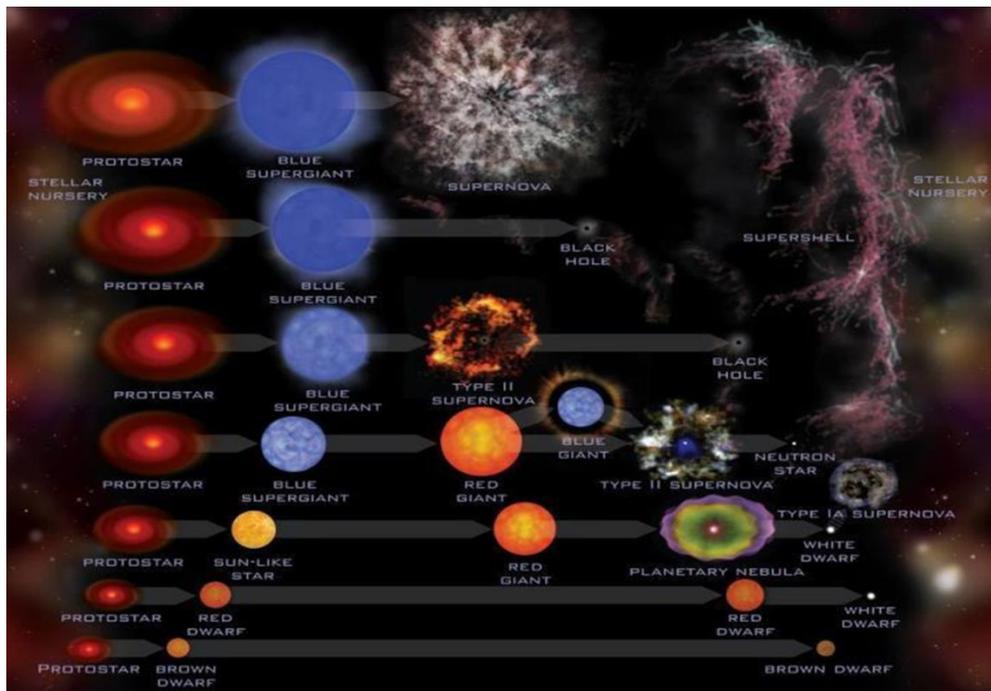


La **radiación electromagnética** es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro. (def. wiki)





Astronomía: Estudio teórico y observacional de los astros.



Visible



Infrarrojo

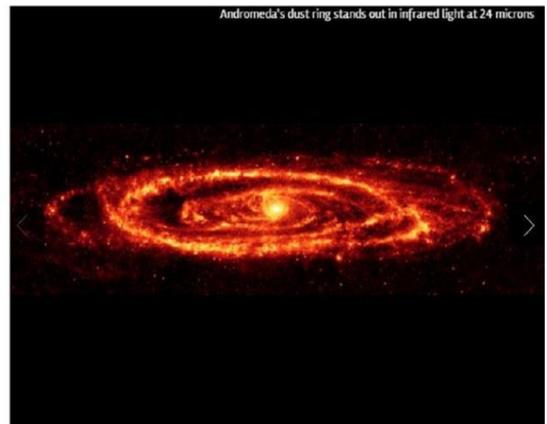


Nebulosa Planetaria de la Hélice 680 años luz de distancia. Muerte estelar

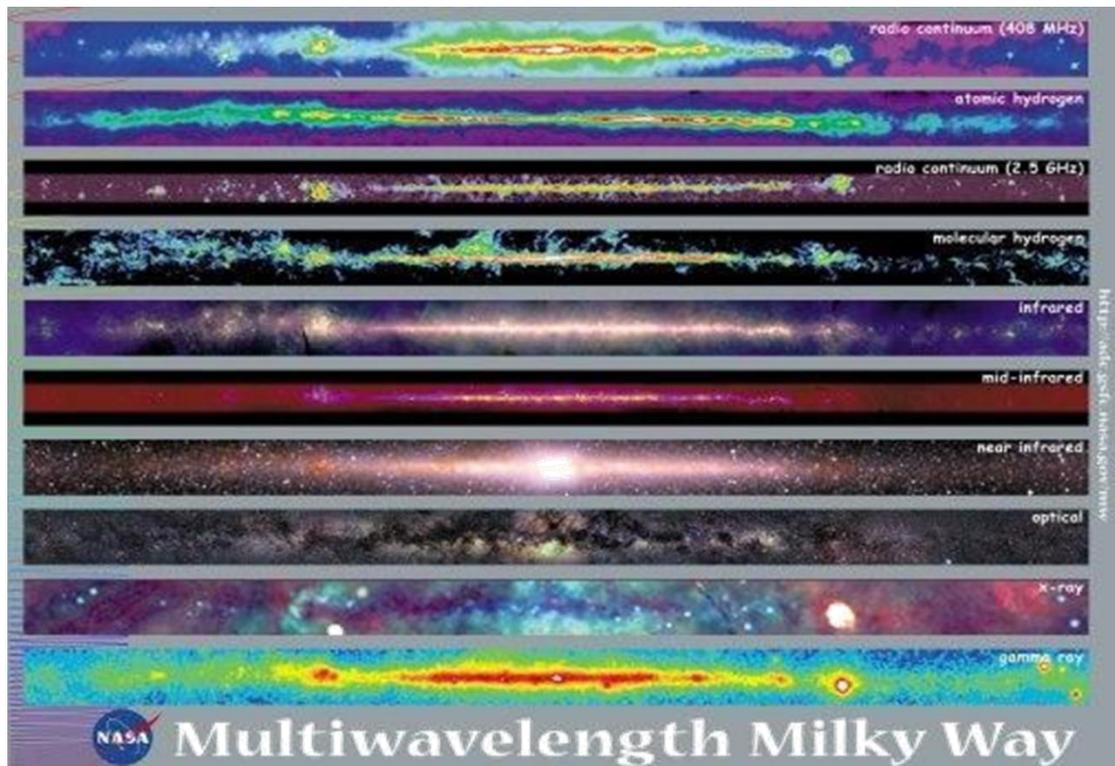
Visible



Infrarrojo



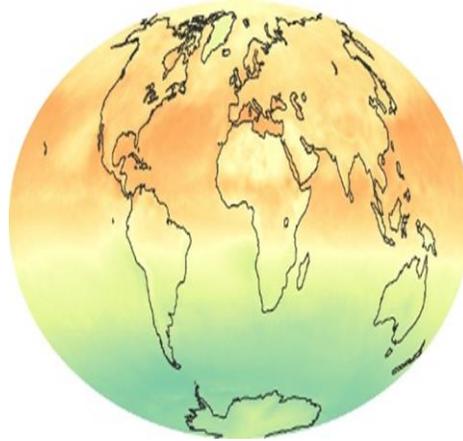
Galaxia Andrómeda 2.5 millones años luz de distancia



(Correal, 2015)

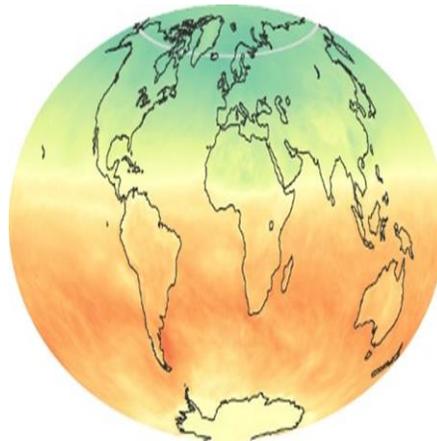
Esta sección de imágenes tomadas de: nuestro planeta tiene como punto de referencia el sol, que es el astro más próximo, sin embargo la intensidad de radiación que recibe él, está asociado a su posición con relación al tiempo, allí se determina el ángulo de incidencia y todos los factores electromagnéticos que mantienen las condiciones adecuadas para la vida. En los siguientes esquemas se puede observar el planeta en dos momentos diferentes del año.

Figura 324. Intensidad de radiación que penetra en la Tierra. (Julio 2006)



(NASA, NASA, 2006)

Figura 35. Intensidad de radiación que penetra la Tierra. (Diciembre 2006)



(NASA, NASA, 2006)

De la Tierra radiación neta, a veces llamado flujo neto, es el equilibrio entre la energía entrante y saliente en la parte superior de la atmósfera. Es la energía total que está disponible para influir en el clima. La energía viene en el sistema cuando la luz solar penetra en la parte superior de la atmósfera. La energía sale de dos maneras: la reflexión de nubes, aerosoles, o la superficie de la Tierra; y la radiación de calor-térmica emitida por la superficie y la atmósfera, incluyendo las nubes. La radiación neta promedio mundial debe ser cercano a cero en el lapso de un año o de lo contrario la temperatura media aumentará o disminuirá.

Estos mapas (Figuras 32 y 33) muestran la radiación neta mensual en vatios por metro cuadrado. Lugares donde las cantidades de energía entrante y saliente se encontraban en equilibrio son de color amarillo. Lugares donde más energía venía de salir (radiación neta positiva) son rojos. Lugares donde más energía se va fuera que entra (radiación neta negativa) son de color azul-verde. Las mediciones fueron realizadas por las nubes y el Sistema de Energía Radiante de la Tierra (CERES) sensores en satélites Terra y Aqua de la NASA.

En el transcurso de un año, el patrón más obvio son los cambios estacionales en la radiación neta (más vatios de energía que entra de salir). Cuando se acerca el equinoccio de septiembre, una zona de radiación neta positiva está casi centrada sobre el ecuador, y el déficit de energía que se encuentra en los polos. A medida que la temporada se convierte en invierno, la radiación neta se vuelve negativa en gran parte del hemisferio norte y positivo en el hemisferio sur. El patrón se invierte en el equinoccio de marzo.

Como promedio durante el año, hay un excedente neto de energía en el ecuador y un déficit neto de energía en los polos. Este desequilibrio energético ecuador-contra-polo es el motor fundamental de la circulación atmosférica y oceánica. (NASA, NASA, 2006).

La contaminación lumínica es un tipo de radiación emitida por los sistemas eléctricos que utilizan los seres humanos para desarrollar sus actividades nocturnas que de manera indirecta contamina el planeta. Como veíamos anteriormente el planeta ofrece sus condiciones para dar vivienda a las especies que lo habitan, nosotros los seres humanos rompemos con el equilibrio imponiendo nuevas variables. Es decir el planeta recibe radiación desde el exterior y al mismo tiempo desde el interior mientras una cara del planeta es iluminada por el sol, otra esta siento iluminada de manera artificial quebrando con todos los ciclos biológicos.

La luz artificial que se utiliza emite en todas las longitudes de onda se reflejan en las partículas que componen la atmósfera, aquellas ondas que no son absorbidas son las que provocan este tipo de contaminación, dificultando la observación astronómica y causando graves complicaciones en todos los seres vivos. (NASA, NASA, 2014)

Por otro lado, el Sky Quality meter (SQM) es un equipo que puede entregar valores del estado del cielo nocturno en relación con la intensidad

de radiación, nos permite identificar que tanta contaminación lumínica hay en el lugar.

La luz artificial de manera incontrolada se dispersa hacia el cielo, en lugar de dirigirse adecuadamente a los espacios públicos que pretenden iluminar. Para determinar esto, se presenta un instrumento que, por una parte, resulta de gran ayuda para llevar a cabo un estudio objetivo sobre la calidad del cielo nocturno y por otra, para proporcionarnos un valor de la calidad del cielo, con el propósito de preparar nuestras propias sesiones de observación o astro fotografía. Las posibilidades y usos que se le puedan dar quedarán pronto aclarados. (Meter).

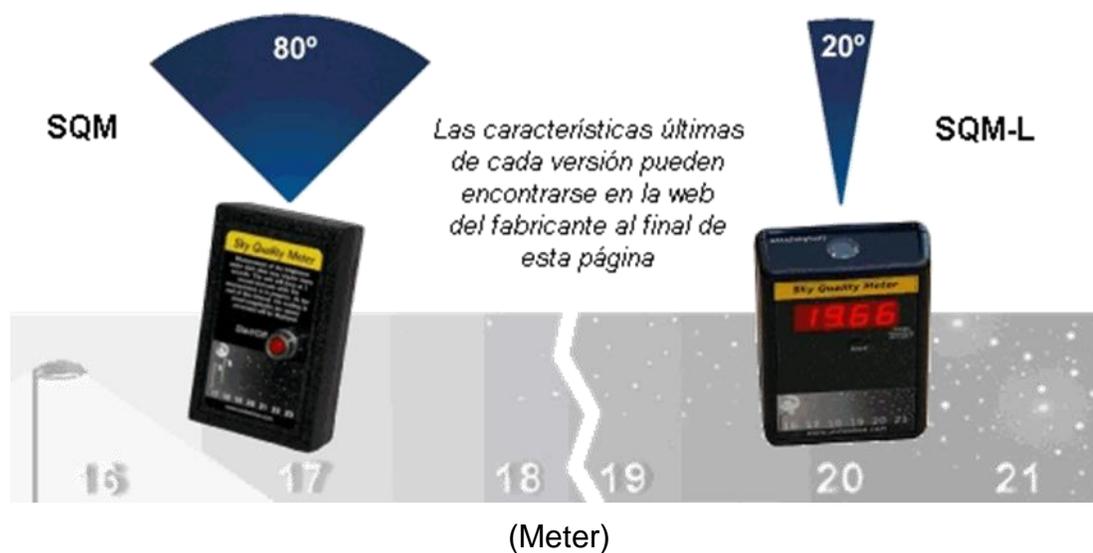
2.6.1. El Sky Quality Meter (SQM)

El Sky Quality Meter (SQM) es un fotómetro del cielo nocturno que mide el brillo del fondo del cielo en unidades a una escala logarítmica de magnitudes por segundo de arco al cuadrado (MPSAS); y que también permite el registro de la temperatura en el momento de la observación.

En la siguiente imagen se muestran dos de los muchos modelos de Sky Quality Meter existentes (algunos con puerto USB): el SQM y el SQM-L, que se distinguen principalmente por la región angular de cielo que abarcan, aparte del diseño. En todo caso el SQM-L es más direccional, lo que permite tomar medidas de distintos sectores de cielo desde un mismo lugar de observación.

Nota: a partir de aquí nos referiremos indistintamente a ambos modelos con el nombre de SQM

Figura 33. Modelos de SQM



La escala MPSAS medida por el SQM, va desde el valor 16 hasta el valor 22. Esa escala es objetiva por sí misma, pero los valores obtenidos pueden convertirse a otra escala más familiar para los aficionados a la astronomía. Los mejores sitios mundiales tienen un valor máximo de 22.3 magnitudes por segundo de arco cuadrado. La magnitud límite estelar (MALE), que podría definirse como la magnitud de la estrella más débil que puede observarse a simple vista dadas unas determinadas condiciones ambientales y que se correspondería con el método de "observación visual" clásico: el conteo a ojo desnudo del número de estrellas visibles dentro de un conjunto de asterismos establecidos.

La diferencia entre MPSAS y MALE es que el primero mide electrónicamente el brillo del cielo gracias a un fotómetro de alta sensibilidad y el segundo es una medida subjetiva, pues depende de varios factores -entre ellos la agudeza visual del observador- y que daría cuenta de su transparencia. Para la observación visual MALE puede ser un indicativo perfectamente válido, pero para la observación con telescopios y para la astrofotografía MPSAS es muchísimo más preciso y útil.

La imagen siguiente (tomada de www.nightwise.org/magnitudes.htm) muestra intuitivamente el significado de la escala MPSAS obtenida con el instrumento SQM. Cada uno de los valores que aparecen, son los que corresponderían a un cielo cuyo brillo de fondo fuera precisamente el de una estrella con una magnitud aparente de ese valor. (Meter).

Figura 34. Escalas de SQM según su magnitud



(Meter)

Así pues el valor más bajo de la escala (16) se correspondería con cielos altamente contaminados lumínicamente y el valor más alto (22) con cielos ciertamente oscuros. Eso es lo que mide el SQM: el brillo homogéneo del cielo tomando muestras de un segundo de arco de lado en una región de 20 grados de arco (u 80 según el modelo) (Meter).

La conversión de escalas

Como ya se ha dicho, obtener un valor de por ejemplo 19.76 MPSAS puede resultar directamente comprensible para quienes estén familiarizados con esa escala; que sabrán enseguida a qué calidad de cielo se refiere. Pero aun así puede ser difícil su interpretación, dado el caso de que la diferencia de unas décimas entre uno u otro valor puede suponer una gran diferencia del brillo de fondo.

Así puede resultar más cómodo convertir los valores MPSAS a sus correspondientes MALE que son aquellos con los están más familiarizados los aficionados ¿por qué?, pues porque

todos sabemos que el límite de nuestra capacidad visual alcanza hasta estrellas de magnitud +6, que es un valor MALE, y si podemos convertir los valores MPSAS a MALE sabremos intuitiva e inmediatamente bajo qué calidad de cielo vamos a realizar nuestras observaciones. La fórmula de conversión es la siguiente:

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

Pero en la página <http://unihedron.com/projects/darksky/NELM2BCalc.html> hay otras fórmulas de conversión para otros tipos de estudio.

Esa fórmula puede trasladarse sin ninguna dificultad a una hoja de cálculo, calculadora programable y posiblemente (no estoy seguro) a uno de esos artilugios que muchos no dejan de mirar insistentemente toqueteándolos por todas parte. (Meter)

2.7. MARCO REFERENCIAL

El proyecto mitigación de la contaminación lumínica en el Bosque Seco Tropical se puede ubicar en planos astronómicos, hasta llegar al lugar específico. De esta forma podemos dar las mejores referencias espaciales.

La escala del Universo

Gran Debate en 1996.

En abril de 1920, Harlow Shapley y Heber D. Curtis debatieron la escala del Universo, en el auditorio principal del Museo de Historia Natural del Smithsonian en Washington, DC. En abril de 1996, Sidney van den Bergh y Gustav A. Tammann de nuevo debatieron la escala del Universo en el mismo auditorio. El debate se centró en 1996 las recientes controversias que rodean a las determinaciones de la constante de Hubble - la tasa de expansión del Universo. Este número único, llamado así por el astrónomo Edwin Hubble, parametriza el tamaño y la edad de nuestro universo. Interpretación de los últimos resultados de observación desde el espacio dado y telescopios basados en tierra, dos grandes campamentos surgieron copias de diferentes valores de la constante de Hubble. En la escala del debate Universo 1996, campeones de cada campamento expusieron sus argumentos.

Actas Debate: Seis artículos publicados desde el debate de 1996, que apareció en los 1996 diciembre de Publicaciones de la Sociedad Astronómica del Pacífico. Se incluyen las dos

charlas introductorias, una apertura por los organizadores, y un cierre por el moderador. La escala del Debate Universo en 1996 por Bonnell, Nemiroff y Goldstein, La escala del Universo: Un prelude en cuatro actos y cuatro Moral por Owen Gingerich H₀: The Incredible Shrinking constante, desde 1925 hasta 1975 por Virginia Trimble La Constante de Hubble: un discurso de Gustavo A. Tammann El extragaláctica Distancia Escala por Sidney van den Bergh Is H₀ bien definida? por Juan N. Bahcall.

Sobre el 1996 Debate: Información de fondo sobre el 1996 se da a continuación el Programa distribuyó en la Escala del Debate Universo 1996. El programa incluye una introducción, el calendario de eventos, y un breve perfil de todos los participantes del programa. Imágenes del debate. Opinión sobre el debate. Comentarios de personas que asistieron.

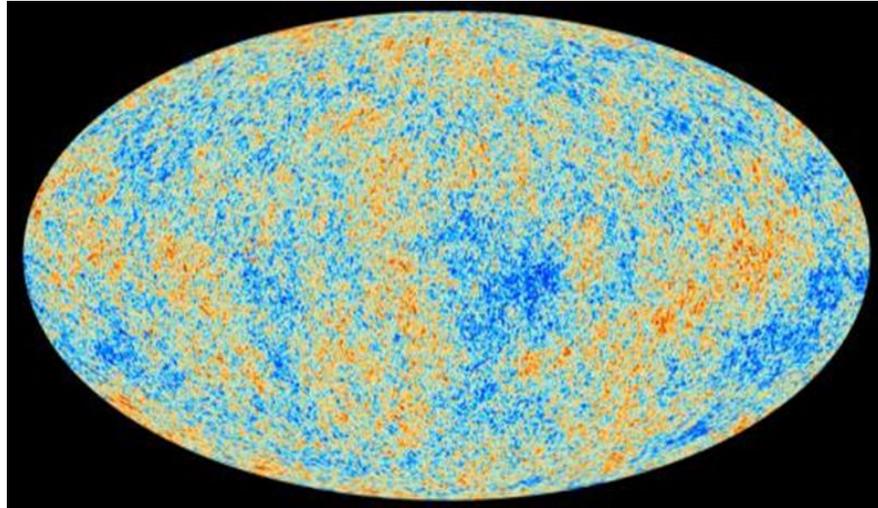
Antecedentes históricos: además de las introducciones históricas de Trimble y de Gingerich, Edwin Hubble jugó un papel en la determinación de la constante que lleva su nombre: una relación entre la distancia y la velocidad radial entre extra-galáctico y nebulosas, publicado en 1929 por Hubble, la velocidad radial grande de NGC 7619 por ML Humason Edwin Hubble 1889-1953 un obituario por Allan Sandage Edwin Powell Hubble, Memorias biográficas de NU Mayall (NASA, NASA).

Antecedentes Científicos

A continuación encontrará enlaces y listas destinados a estudiantes, educadores, y el general inquisitiva. Edwin Hubble descubre el Universo una imagen Astronomía de la Jornada sobre Edwin Hubble M100 y el universo en expansión un APOD sobre la búsqueda moderna para determinar la constante de Hubble. Siga los enlaces para obtener más información. Hubble en el 100 pulgadas Hooker Telescopio de Mount Wilson Observatorios On-Line Archivos. (NASA, NASA)

En el texto anterior se hace una recopilación bibliográfica que nos muestra cómo se desarrollaron los acontecimientos científicos que marcaron las nuevas dimensiones del universo la mayoría de los textos allí citado se encuentran en inglés y muestran de manera detallada el alcance de lo que hoy en día se conoce del universo.

Figura 35. Misión Planck



Mission:	Planck
Spacecraft:	Planck
Product Size:	3600 x 1800 pixels (w x h)
Produced By:	European Space Agency (ESA)
Full-Res TIFF:	PIA16873.tif (19.45 MB)
Full-Res JPEG:	PIA16873.jpg (2.28 MB)

Este mapa muestra la luz más antigua de nuestro universo, como se detecta con mayor precisión aún por la misión Planck. La antigua luz, llamado el fondo cósmico de microondas, se imprime en el cielo cuando el Universo tenía 370.000 años de antigüedad. Muestra las fluctuaciones de temperatura pequeños que corresponden a regiones de ligeramente diferentes densidades, lo que representa la semilla de toda futura estructura: las estrellas y las galaxias de hoy.

Planck es una misión de la Agencia Espacial Europea, con una importante participación de la NASA. El Proyecto Planck de la NASA se basa en el Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA en Pasadena, California. JPL aportó tecnología de misión a habilitar para los dos instrumentos científicos de Planck Europea, los científicos canadienses y US Planck trabajan juntos para analizar los datos de Planck. (NASA, NASA, 2013).

Sabemos que el universo está compuesto por millones de objetos: nebulosas, cúmulos globulares, nebulosas planetarias y galaxias nuestro planeta se encuentra en una de ellas (la Vía Láctea). Si se organiza en orden descendiente las estructuras a las que se contextualiza el lugar de investigación se da de la siguiente manera:

1. Universo
2. Supercumulo Lamiake
3. Galaxia Vía Láctea
4. Sistema Solar
5. Planeta Tierra
6. Continente América
7. Sur América
8. País Colombia
9. Departamento Huila
10. Municipio Villavieja
11. Vereda El Cuzco

Figura 36. Vía Láctea



(NASA, NASA)

Sin contar eventos transitorios como las explosiones de rayos gamma, el objeto más brillante en el cielo de rayos gamma es el plano de la Vía Láctea. Este resplandor resultado de un vasto mar de partículas de rayos cósmicos portazos en gas, polvo interestelar y la generación de rayos gamma. De hecho, el 75% de los rayos gamma en nuestra galaxia proviene de estas interacciones de rayos cósmicos. Este luminoso resplandor de rayos gamma da al equipo la ciencia GLAST una oportunidad de oro para estudiar la estructura, composición y dinámica de la materia interestelar que impregna nuestra galaxia.

Pero tan grande miembro del equipo científico de la zona Telescopio David Thompson, de la NASA Goddard, explica, "No es fácil de entender algo cuando estás en el medio de ella". Además de la complejidad es el hecho de que nuestra galaxia está llena de muchos tipos diferentes de partículas y fuentes de energía, incluyendo protones, electrones, radiación electromagnética, campos magnéticos, etc. - la mayoría de las cuales no han sido medidos con precisión. Para el estudio de nuestra galaxia, los teóricos han de crear modelos de cómo estas diferentes partículas interactúan con los campos magnéticos en diferentes lugares y con diferentes puntos fuertes.

Los astrónomos pueden comparar estos modelos para observaciones reales realizados en la radio, infrarrojo, óptica, ultravioleta y las longitudes de onda de rayos X para ver qué tan bien se ajustan a los datos. El LAT contribuirá datos vitales que permitirá a los teóricos para

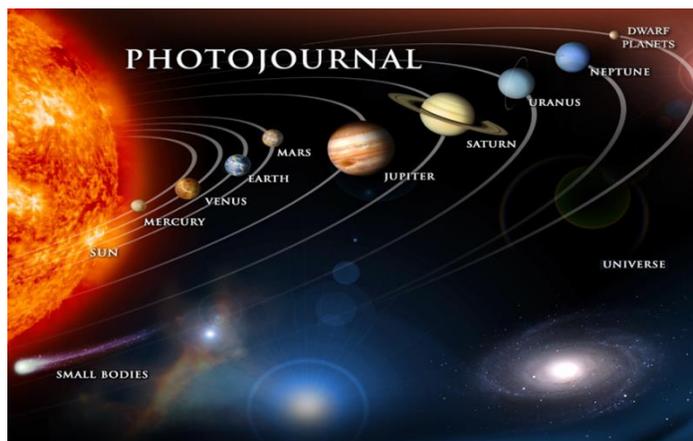
limitar y mejorar sus modelos. Derecho Image: Concepto de la Vía Láctea del artista. GLAST proporcionará información detallada sobre donde las estrellas se están formando. Crédito: NASA JPL + Imagen en alta resolución.

Por ejemplo, el instrumento EGRET el Observatorio Compton de Rayos Gamma de la NASA vio indicios de que puede haber acumulaciones de gas en nuestra galaxia que no se ven por los radiotelescopios. Observaciones GLAST del plano galáctico deben ser capaces de ayudar a los astrónomos precisar si estos cúmulos son reales. También podrían revelar cambios en el medio interestelar debido a las recientes supernovas.

Tener un modelo preciso de la producción de rayos gamma dentro de nuestra galaxia no sólo es importante en sí mismo, es vital para la medición de fuentes de rayos gamma localizadas. Las fuentes se ven contra el fondo brillante del resplandor de la Vía Láctea. Si la galaxia no se modela correctamente, entonces la información sobre otros objetos podría distorsionarse. Como señala GLAST Programa Científico F. Rick Harnden Jr, "Los mismos rayos gamma que miden la estructura galáctica son también un fondo con otras observaciones." NASA, NASA).

Así como el universo está conformado por millones de objetos, nuestra galaxia alberga un gran número de astros que a su vez forman sistemas planetarios, conocidos como sistemas solares y es en uno de ellos en donde vivimos.

Figura 37. Sistema Solar



(NASA, NASA)

Ubicados precisamente en el tercer planeta de una estrella tipo GV conocida como sol, se encuentra el hermoso planeta tierra, este planeta es sinónimo de vida ya que es el único planeta de la galaxia del que se conocen diversas formas (autótrofos heterótrofos y quimiotrofos), sin embargo, es necesario destacar que existe una raza de heterótrofos que ha llegado a un punto muy alto de razonamiento, tal vez sería una ventaja para el universo, pero, esta especie perversa solo quiere destruir he invadir el cosmos con ideas de caos y dolor sobre las demás especies, quebrando el perfecto equilibrio de la naturaleza; sin embargo, esta razón en constante desarrollo puede liderar ideas que nos vinculen como forma de vida que comprenda la dinámica de la naturaleza y nos ayude ser uno con los ecosistema del planeta tierra y del universo.

Figura 38. Planeta Tierra



(NASA, NASA, 2012)

En la siguiente imagen podemos apreciar una fotografía de contaminación lumínica tomada por la Nasa. La imagen Delta del río Nilo en la noche es uno de los aspectos más fascinantes de ver la Tierra en la noche, las luces muestran la distribución de las personas.

En esta visión de Egipto, se muestra la población a ser casi completamente concentrada a lo largo del valle del Nilo, en sólo un pequeño porcentaje de la superficie del país.

El río Nilo y su mirada delta como una flor brillante, de tallo largo en esta fotografía del sudeste del Mar Mediterráneo, visto desde la Estación Espacial Internacional.

El área metropolitana de El Cairo constituye una base especialmente brillante de la flor. Las ciudades y pueblos más pequeños en el delta del Nilo, tienden a ser difíciles de ver en medio de la densa vegetación agrícola durante el día. Sin embargo, estas zonas colonizadas y las carreteras que conectan entre ellos se vuelven claramente visibles por la noche. Del mismo modo, las regiones urbanizadas e infraestructura a lo largo del río Nilo se hace evidente.

Dispersas nubes de color gris azulado cubren el mar Mediterráneo y el Sinaí, mientras que gran parte del noreste de África es libre de nubes. La banda de color amarillo-marrón fina trazando la curvatura de la Tierra en la parte superior de la imagen es la luminosidad nocturna atmosférica, una banda débil de emisión de luz que resulta de la interacción de los átomos de la atmósfera y de las moléculas con la radiación solar a una altitud de aproximadamente 60 millas (100 kilómetros). Esta fotografía fue tomada por el astronauta de la tripulación de la Expedición 25 el 28 de octubre de 2010, con una cámara digital Nikon D3S utilizando un 16 mm de la lente. Crédito de la imagen: NASA.

Figura 39. Imagen Delta del Rio Nilo



(NASA, NASA, 2012)

Para no desviarnos del tema, se ha hecho un gran recorrido para poder llegar al lugar y esta vez dirigiremos la mirada hacia el trópico del planeta tierra, justamente al norte de Sur América (Colombia) un país trastornado por la mala suerte en la historia, al ser colonizada por los Europeos, pierde su identidad como cultura indígena y nace una generación que de acuerdo a su comportamiento social se puede decir: que es una raza muy fácil de manipular por el pensamiento ya que como cultura perdimos la cosmovisión hombre naturaleza, y a su vez nos transformamos en máquinas destructoras que trabajamos en función de un sistema sin saber por qué.

2.7.1. Colombia

Nombre Oficial: República de Colombia

Capital: Bogotá, Distrito Capital (D.C.)

Otras ciudades Importantes: Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Bucaramanga, Cúcuta, Manizales, Ibagué, Neiva, Popayán y Pasto.

Día Nacional: 20 de julio

Año de la declaración de la Independencia: 1810

Aspectos geográficos

Superficie: 1'141.748 kilómetros cuadrados, incluyendo San Andrés y Providencia.

Clima: Tropical. Matizado por la altitud.

Cordilleras: Occidental, Central y Oriental (Trifurcación de la cordillera de Los Andes)

El pico más alto: Pico Cristóbal Colón, 5.800 metros (19.020 pies)

Ríos importantes: Magdalena, Cauca, Meta, Guaviare, Caquetá, Putumayo, Atrato, Vaupés, Vichada.

Población

Habitantes: 45 millones aproximadamente

39.5 personas por kilómetro cuadrado; 75% Urbano, 25% Rural (Censo 2005 DANE)

Contador de población del DANE ("clic" en el reloj de la izquierda)

Religión: catolicismo, 95.4%

Idioma: español (lengua oficial)

Gobierno

Tipo de Gobierno: República

Jefe de Estado y de Gobierno: Presidente; elegido por un período de 4 años

Presidente actual: JUAN MANUEL SANTOS CALDERÓN elegido el 7 de agosto de 2010

Cuerpo Legislativo: Congreso. Está formado por el Senado y la Cámara de Representantes

Los miembros son elegidos popularmente por un período de 4 años

Edad para votar: 18 años

División política: 32 departamentos y un Distrito Capital desde julio de 1991

Economía

Principales productos agrícolas: Café, maíz, arroz, papas, frutas, flores, caña de azúcar.

Principales recursos naturales: Esmeraldas, carbón, oro, plata, hierro, petróleo, gas natural, madera y agua.

Principales industrias: Petrolera, minera y agrícola. Construcción, maquinaria, transporte, textiles, productos alimenticios, productos químicos, productos metálicos y sector financiero.

Principales exportaciones: Café, algodón, cacao, petróleo, plásticos, hierro, acero, carbón, frutas, flores, cuero, textiles, productos industriales y productos manufacturados.

Principales Importaciones: Maquinaria, productos químicos, equipos de transporte, aparatos, electrónicos, tecnología.

Moneda: El peso

(colombia, 2015)

Colombia está sumergida en un conflicto armado interno que marca nuestras vidas a diario, sin embargo, la mayoría de sus habitantes ignoran la realidad y se aferran a estilos de vida falsos. Es un país lleno de tesoros que los colombianos desconocemos, razón por la cual personas de otros lugares vienen a aprovechar nuestros escenarios. La única herramienta que tenemos para evitarlo, es la educación, sin embargo, los gobiernos poco se preocupan por esto y poseemos un sistema de educación paupérrimo.

Propuestas como la que se presenta en este proyecto, da un respiro y nos pone en función al aprovechamiento de escenarios que pueden ser

explotados como un medio educativo y al tiempo conservar su naturaleza, contrario a lo que ocurre hoy en el departamento del Huila al borde de un caos natural.

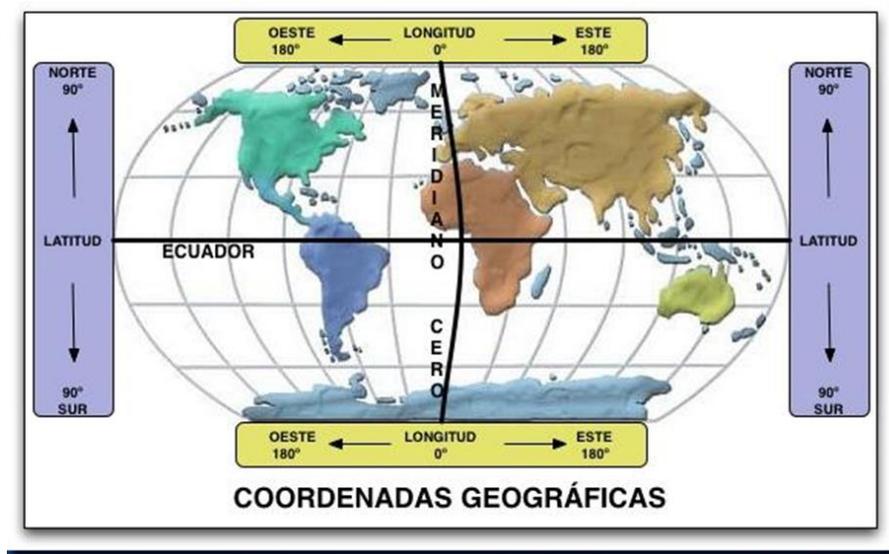
Figura 40. Colombia



(Google)

En la siguiente imagen se presentan las coordenadas de Colombia en relación con el planeta, es decir una coordenada esférica.

Figura 41. Coordenadas Geográficas



(Google, coordenadas geográficas)

Si observamos el gráfico aprenderemos de coordenadas que se manejan teniendo en cuenta dos variables, en donde una de ellas se denomina como longitud referente a la línea ecuatorial y la otra es conocida como latitud que se refiere a los meridianos, si nos remitimos a Colombia podemos observar en la gráfica que Colombia se encuentra específicamente a 4 00 N, 72 00 O.

2.7.2. El Huila

Nombre: Huila

Extencion (km2): 19.890 km2

Capital: Neiva

Población: 996.617 hab (proyeccion DANE 2005)

Municipios: . Acevedo, Agrado, Aipe, Algeciras, Altamira, Baraya, Campoalegre, Colombia, Elias, Garzón, Gigante, Guadalupe, Hobo, Iquira, Isnos, La Argentina, La Plata, Nataga, Neiva, Oporapa, Paicol, Palermo, Palestina, Pital, Pitalito, Rivera, Saladoblanco, San Agustín, Santa Maria, Suaza, Tarqui, Tello, Teruel, Tesalia, Timana, Villavieja, Yaguara

Historia

Las principales tribus indígenas que habitaban la región fueron los Yalcones, los Paeces y Pijaos. El primer conquistador que reconoció el territorio fue el español Sebastián de Belalcázar en 1538, quien venía procedente del Perú; Belalcázar dio la denominación de Neiva a las extensas llanuras, según parece por la semejanza con las que baña el río Neiva en la isla de Santo Domingo. Para averiguar la posesión de estas tierras dispuso el posterior regreso de los capitanes Juan de Ampudia y Pedro de Añezco; el primero con el fin de abrir y guardar el camino a través de la cordillera, y el segundo con el propósito de fundar un pueblo para establecer la comunicación entre los valles de Popayán y Magdalena; Añezco fundó a Timaná.

En 1539 salió de Santa Fe el capitán Juan de Cabrera comisionado por Belalcázar para fundar una población con el nombre de Neiva, la cual subsistió muy poco tiempo; en 1551 fue fundada nuevamente por el capitán Juan Alonso en el sitio donde actualmente está Villavieja, siendo destruida en 1569, y construida nuevamente en la actual ubicación en 1612 por Diego de Ospina y Medinilla.

En 1541 el valle de Neiva pasó a ser parte de la gobernación de Popayán; en 1610 se llamó gobernación de Neiva y al formarse la Gran Colombia se adscribió al departamento de Cundinamarca; por decreto 19 de 1825 se fijaron los límites de los 4 cantones en que se dividió la provincia; en 1857 se creó el Estado Federal del Tolima del cual hizo parte la Provincia de Neiva; en 1869 se dividió el Estado del Tolima en dos departamentos (Norte y Sur); posteriormente, el del sur se dividió en los de Neiva y del Sur. El departamento fue creado por la Ley 46 de 1905, la que fue derogada por la Ley 65 de 1909 y reglamentada por el decreto 340 de 1910.

Localización

El **Departamento de Huila** está situado en la parte sur de la Región Andina; localizado entre los **01°33'08"** y **03°47'32"** de latitud norte y los **74°28'34"** y **76°36'47"** de longitud oeste.

Límites

Limita: por el Norte con los departamentos del Tolima y Cundinamarca, por el este con Meta y Caquetá, por el sur con Caquetá y Cauca, por el oeste con Cauca y Tolima. (huila, 2015).

El Huila es un departamento ubicado al sur de Colombia es un lugar rico en variedad de ecosistemas, que van desde ecosistemas secos en los lugares más bajos hasta bosque andino en lugares más altos, cuando nos referimos a nuestro lugar de trabajo, tenemos necesariamente que mencionar el bosque seco tropical que nos da las condiciones necesarias para la observación astronómica; tal vez, es uno de los mejores de Sur América y del mundo, ya que nos da la posibilidad de tener acceso a los dos hemisferios, es muy difícil encontrar lugares que permitan ver la Constelación de la Mosca y al mismo tiempo la Estrella Polar, además se han realizado toma de datos que llegan a 22.10 según el SQML, superando inclusive los valores de observatorios de todo el mundo.

Figura 42. Departamento del Huila



(Google)

2.7.3. Municipio de Villavieja

NIT: 891180187-2

Código Dane: 41872

Gentilicio: Villaviejunos

Académico: Villero

Otros nombres que ha recibido el municipio: San Juan de Neiva, Valle de las Tristezas, Puerta de la Huilensidad, Patrimonio Histórico y Cultural, Capital Paleontológica de Colombia (Vieja, 2015).

A Villavieja lo observamos en la parte superior del mapa del Huila con coordenadas geográficas que corresponde a: latitud = $03^{\circ}13'14''N$, longitud = $75^{\circ}13'07''W$, y su zona horaria UT-5:00. Es un municipio rico en cultura y espacios, se encuentra inmerso en el Bosque Seco Tropical La Tatacoa en donde últimamente se ha visto una creciente demanda de turismo debido a las actividades como: paleontología y astronomía. Por esto posee una actividad dirigida en el día y otra en la noche, sin embargo este espacio se ve amenazado por la contaminación del alumbrado público de las ciudades aledañas (Neiva, Villavieja y Aipe). Villavieja es un municipio histórico del Huila, por ser su primera capital. Para más información visitar: (vieja, 2015).

Figura 43. Municipio de Villavieja



(Google)

Vereda El Cuzco

El número de habitantes de la Vereda El Cuzco es de 120 habitantes incluidos niños, ancianos y adultos de los dos sexos. Están organizados en 30 familias y 32 construcciones de estructuras entre viviendas el Observatorio Astronómico y la Escuela. (Ver Anexo F – Respuesta derecho petición Junta de Acción Comunal Vereda El Cuzco).

El área de estudio de la mitigación de la contaminación lumínica en el Bosque Seco Tropical La Tatacoa, busca mitigar la luz mal dirigida de las viviendas aledañas al Observatorio Astronómico La Tatacoa específicamente en la Vereda El Cuzco como prueba piloto, para posteriormente ser aplicada en Villavieja como ciudad piloto de Colombia y así continuar con la ciudades de (Aipe y Neiva).

Figura 44. Vereda El Cuzco



(Maps, 2015)

En esta imagen se observa el lugar epicentro del desarrollo de esta investigación, las coordenadas geográficas que corresponden a este lugar son: latitud = $3^{\circ} 14' 1.82''$ N, longitud = $75^{\circ} 10' 17.4''$ W, donde se hicieron los estudios de calidad del cielo y se desarrolló la primera prueba de mitigación

lumínica hecha en Colombia. A continuación se muestran algunas imágenes específicas de las instalaciones, para finalizar este recorrido.

Figura 45. Domo Observatorio Astronómico La Tatacoa



(Baldión)

CAPÍTULO 3

3.1. METODOLOGÍA

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación propuesto para el desarrollo del proyecto es de carácter cuantitativo. Determinando el nivel de contaminación del cielo en La Tatacoa, Vereda El Cuzco, municipio de Villavieja - Huila. Esto implicó un estudio de la población más cercana al lugar de trabajo para mitigar las fuentes de contaminación.

3.1.2. Enfoque de la investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo. Se realizaron mediciones con el SQM y a una muestra poblacional, se le aplicaron encuestas (ver Anexo G), para determinar los factores a tener en cuenta dentro de la implementaron estrategias de control para la contaminación lumínica en la zona aledaña al Observatorio Astronómico La Tatacoa.

3.1.3. Método de investigación

La investigación se apoya en el Método Científico. Hay tres tipos de medidas: generales, detalladas y específicas.

1. La medida general se refiere a la calidad general del cielo, cuyos datos fueron registrados en la Planilla 1 (ver Anexo H). A través de las mediciones con el equipo SQM se determinaron los niveles de contaminación lumínica teniendo como punto de referencia el Norte (Azimut 0°). La investigación se hace teniendo en cuenta medidas en alturas que van de los 0- 90 grados y Azimut que van de los 0 a los 360° . Los observadores se identifican por sus iniciales. La hora viene expresada como HHMM, la fecha como AAMMDD.

Se pueden hacer medidas parciales del cielo si este está despejado en un 50%.

2. La medida detallada se refiere a la contaminación lumínica de Neiva hasta Villavieja (Azimuts de 180° – 280°). Los datos tomados se registraron en la Planilla 2 (ver Anexo I).

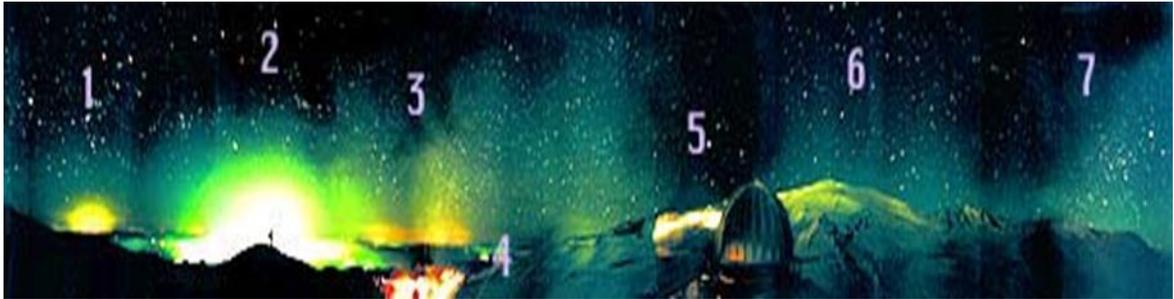
A fin de asegurar la calidad de la investigación estas medidas se realizaron en repetidas ocasiones, tantas como fue posible. Esto para evitar alteración de los datos por posible contaminación de nubes, niebla, polución atmosférica (calima) y errores del fotómetro (por ejemplo batería baja).

Las medidas anteriores son acompañadas por datos meteorológicos como temperatura, humedad, velocidad del viento, etc.

3. La medida específica se refiere a las fuentes más cercanas al Observatorio. Se planteó una escala para representar la contaminación lumínica en el cielo del Observatorio Astronómico La Tatacoa. Su localización será registrada en la Planilla 3 (ver Anexo J).

Todas estas medidas se graficaron para hacer la relación entre las fuentes de emisión y los espacios que permanecen oscuros y así dar paso al siguiente punto del trabajo que enfatiza la mitigación de esas fuentes previamente catalogadas, implementando un plan de control, como se ha hecho en otros lugares del mundo, como se muestra en la Figura 47.

Figura 46. Vista del cielo de la ciudad de Granada y Sierra Nevada desde el Observatorio de Astronomía Milimétrica de Sierra Nevada. Foto de 360° (foto: IAA). Nivel de penetración de la contaminación lumínica.



1.- Costa del Sol de Málaga 2.- Ciudad de Granada y su área metropolitana 3.- Polígonos industriales. 4.- Estación de esquí de Prado Llano (Sierra Nevada) a escasa distancia del Observatorio. No produce contaminación hacia el espacio por poseer sistemas de iluminación especialmente diseñados. 5.- Estela de luz dejada por vehículos sobre la nieve. 6.- Efectos de la luz de pueblos ubicados más allá de la Sierra. 7.- Luces de los pueblos de la Alpujarra y Costa de Granada. (Gómez, 14).

En la anterior figura se puede ver un bosquejo general de:

- a. El ocaso de las estrellas
- b. Consecuencias de la contaminación lumínica
- c. Soluciones sencillas que nos beneficiarían a todos
- d. Sistemas de iluminación buenos y malos
- e. El caso del sur de Europa

3.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.2.1. Aplicación de encuesta

La encuesta tiene relación con una técnica del método cualitativo. Se aplicó a los pobladores cercanos al Observatorio en la Vereda El Cuzco, para extraer información sobre su conocimiento sobre aspectos ambientales y los impactos con relación a la contaminación lumínica. (Ver Anexo G – Encuesta).

3.2.2. Mediciones con SKY Quality Meter (SQM) de la contaminación lumínica en toda la bóveda celeste

Las mediciones de contaminación lumínica manejan una dependencia directa con el clima, pueden realizarse únicamente si las condiciones de nubosidad son menores al 50%. Esto implica que así como la observación astronómica requiere de cielos despejados, también se exigen condiciones similares a la hora de tomar datos con el SQM. Además es importante resaltar que los muestreos no pueden hacerse en presencia de la Luna. (Planilla 1. Ver Anexo H).

3.2.3. Medición de la contaminación lumínica para realizar mapa de alta resolución de Neiva – Villavieja y Aipe

Las principales fuentes de contaminación lumínica que se aprecian desde el Observatorio La Tatacoa están ubicadas en el Sur, especialmente Neiva con un Azimut de 210°, Villavieja y Aipe que se encuentran en una misma dirección con un Azimut de 270°. Con esta toma de datos se reunió información para

construir un mapa de Neiva - Villavieja y Aipe en alta definición, ubicando un esquema exacto del espacio que abarca esta contaminación.

Se utilizó la Planilla 2 (ver Anexo I).

3.2.4. Ubicación de las viviendas cercanas al Observatorio Astronómico La Tatacoa

La ubicación de las fuentes contaminantes se determina con un GPS, registrando los datos de altura y sus coordenadas, para tener un plan de mitigación en esta zona. Se utilizó la Planilla 3 (ver Anexo J).

3.3. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Diseño de marco teórico e instrumentos

Se realizaron consultas bibliográficas en la página web de conservación del cielo Norte de Chile o fuentes infográficas. También se hicieron entrevistas como instrumento para recolectar información popular, permitiendo establecer pautas para la elaboración conceptual de la problemática planteada anteriormente. Posteriormente se recopiló los datos obtenidos por el SQM. Se realizó la implementación de estrategias para mitigar la contaminación lumínica, dentro de las cuales se ubican las encuestas en casas identificadas como fuentes de locales de contaminación, las cuales fueron ubicadas con anterioridad a través de la ubicación del azimut y su respectiva coordenada, junto a un mapa de contaminación de Villavieja.

3.3.2. Instalación de equipos

En esta fase se contó con el apoyo brindado por el profesor asesor de la investigación Ignacio Ferrín, quien lidera un convenio entre la Universidad de Antioquia y la Gobernación del Huila. Como primera medida se ayudó en la instalación de una Estación Meteorológica y en la instalación de una cámara de cielo completo.

3.3.3. Mediciones con el SKY Quality Meter (SQM)

En esta fase de la investigación tomamos como guía meteorológica, que brinda la página del satélite GOES 12 de la NASA, (Ver Anexo K – Satélite GOES 12 de la NASA), para ayudar a determinar el momento en que se pudo hacer los muestreos de las medidas con el SQM: generales 0° a 360° y particulares 170° a 360° azimut. Por otro lado se tuvieron en cuenta los focos de contaminación más cercanos, es decir la muestra poblacional local de la vereda el cuzco alrededor del observatorio Astronómico la Tatacoa con la que se trabajó de manera directa. Por último con cada Tabla registrada se realizaron esquemas de alta definición como el mapa de alta resolución de la polución generada por la ciudad de Neiva.

3.3.4. Toma de fotografía de 0°-360° noche y día

Esta fotografía es una estrategia para evidenciar los focos de contaminación lumínica de las viviendas y cascos urbanos. Es importante tomar una fotografía en la noche y otra día para determinar con precisión cuál es el origen de la

fuente de emisión. Las viviendas escogidas como muestras de trabajo, fueron las fuentes de contaminación lumínica más cercanas al Observatorio Astronómico La Tatacoa de la Vereda El Cuzco.

3.3.5. Visita a los lugares más cercanos

Una vez identificados los azimut de la muestra poblacional, se realizaron visitas e inspección a los lugares más cercanos, para determinar la ubicación exacta de la fuente de emisión a través de un GPS. Para ello se utilizó la Planilla 3 (Ver Anexo J).

Una vez concluido este protocolo se especificó la muestra poblacional con la cual iniciar el plan de mitigación, inicialmente se consideraron 13 lugares. Una vez especificados todos los lugares, siguió una etapa de socialización con la comunidad ubicada en ellos, para determinar soluciones efectivas y específicas a cada una de las emisiones de contaminación.

3.3.5.1. Mitigación de la contaminación lumínica

Bajo el nombre de una *“Campaña para mitigar la contaminación lumínica. Ilumina hacia abajo y observar el Universo”* se elaboraron dos productos (plegable y afiche) para socializar y concienciar sobre la problemática en los lugares de influencia, con el fin de poder obtener el consentimiento para apantallar las fuentes contaminantes ubicadas de las viviendas en la vereda El Cuzco del municipio de Villavieja.

3.3.6. Nueva fotografía de 0°-360°

Concluida la fase de socialización y mitigación se hizo una nueva fotografía del lugar y así se comparó un antes y un después de la mitigación para finalmente determinar si se logró mitigar la contaminación lumínica con la muestra poblacional que se trabajó.

3.3.7. Mapa de contaminación de Villavieja

Como parte final del trabajo se llevará a cabo un levantamiento de las fuentes de contaminación de Villavieja, colocando sobre un mapa su ubicación. Este mapa servirá de base para plantearle a la Alcaldía de Villavieja un plan de mitigación de la contaminación lumínica de la ciudad.

3.3.8. Plan de evaluación y control

Considerando que un proyecto de esta índole construirá las bases de un sistema importante dentro de las sociedades modernas, es de urgencia dejar un plan de continuidad que fortalezca el proceso, durante y después del desarrollo del trabajo.

3.3.9. Sistematización de la información

A partir de la consulta de fuentes bibliográficas, el registro de datos con el SQM con toma de fotografías, se elaboraron panorámicas, gráficas y mapas que fueron registrados de acuerdo a la metodología de este trabajo.

3.3.10. Divulgación

Presentación del proyecto en la Universidad Surcolombiana a instituciones del Estado y a la comunidad de los sitios de influencia.

3.1.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 7. Cronograma

N°	FASES	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	DISEÑO DE MARCO TEÓRICO E INSTRUMENTOS	■				■																															
2	INSTALACIÓN DE EQUIPOS																																				
3	RECIBIMIENTO CON SKY QIALLIT Y METER (S.G.M)									■																											
4	TOMA DE FOTOGRAFÍA DE MONTAJE DE AZMUT NOCHE Y DIA.									■																											
5	VISITA A LOS LUGARES MÁS CERCANOS									■																											
6	RECEPCIÓN DE FOTOGRAFÍA DE MONTAJE DE AZMUT									■																											
7	PLAN DE EVALUACIÓN Y CONTROL									■																											
8	CONCLUSIONES									■																											
9	ENVÍO DE INFORMACIÓN									■																											

CAPÍTULO 4

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Resultados encuestas habitantes Vereda El Cuzco

El número de habitantes de la Vereda El Cuzco es de 120 habitantes incluidos niños, ancianos y adultos de los dos sexos, organizados en 30 familias. Existen 32 construcciones con estructuras: 30 viviendas, el Observatorio Astronómico y la escuela. (Ver Anexo F. Respuesta derecho petición a la junta acción comunal vereda el cuzco).

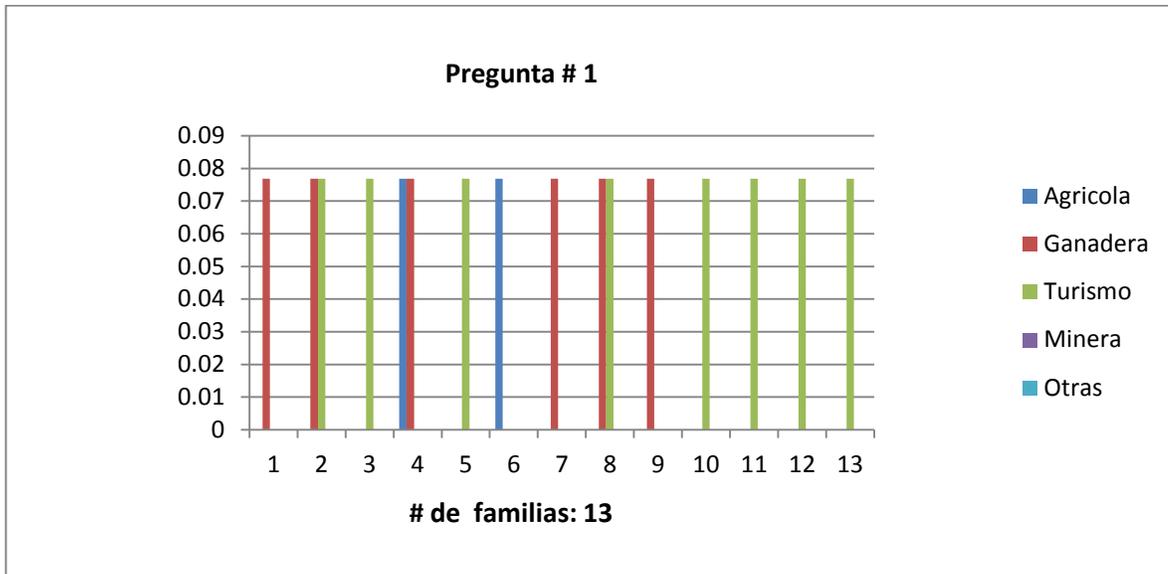
A pesar de no contar con servicio de energía eléctrica, algunas familias (principalmente las ubicadas en zona turística) han instalado paneles solares para captar luz solar y tener fluido eléctrico en las noches.

Se identificaron 13 lugares ubicados en los alrededores al Observatorio Astronómico La Tatacoa; a estos sitios se aplicaron las encuestas, preguntando la información a 13 habitantes, uno por vivienda. Este muestreo corresponde al 43.3% que influyen directa o indirectamente en la contaminación lumínica de la zona.

Las preguntas de las encuestas fueron realizadas con múltiples respuestas para una sola pregunta, por lo tanto las personas podían indicar una o varias opciones a la vez, lo que no permite sacar un ponderado con exacto 100%.

Pregunta 1: ¿Cuáles son las actividades económicas de la familia?

Gráfica 2. Actividades económicas de la familia



Análisis

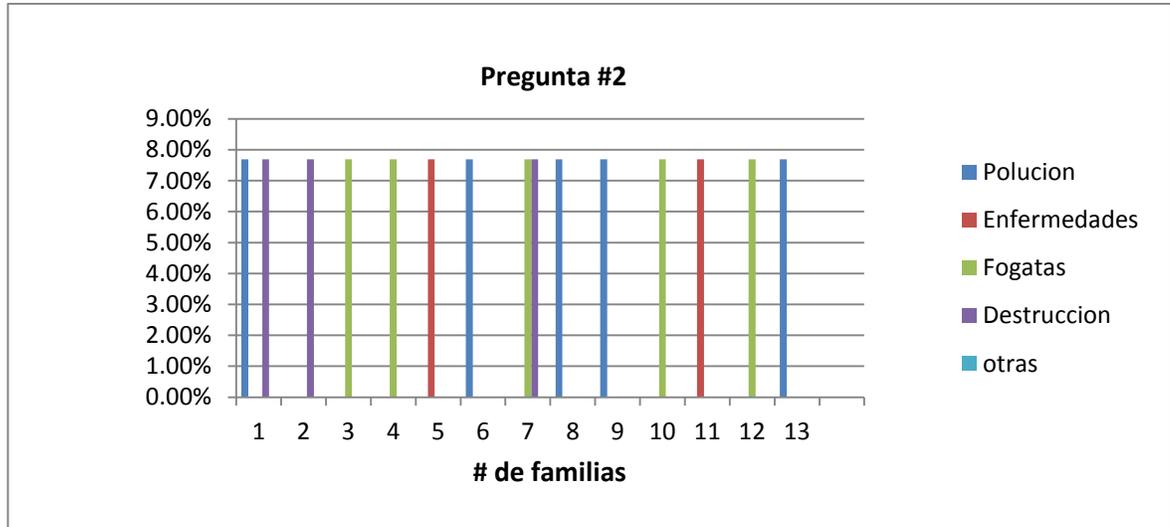
El 61.52% de los encuestados se dedica al turismo

El 46.14 % de los encuestados maneja ganadería

El 15.38 % utiliza la agricultura

Pregunta 2: ¿Que entienden por contaminación?

Gráfica 3. Entienden por contaminación



Análisis

El 38,45% de los encuestados entiende el tema como polución

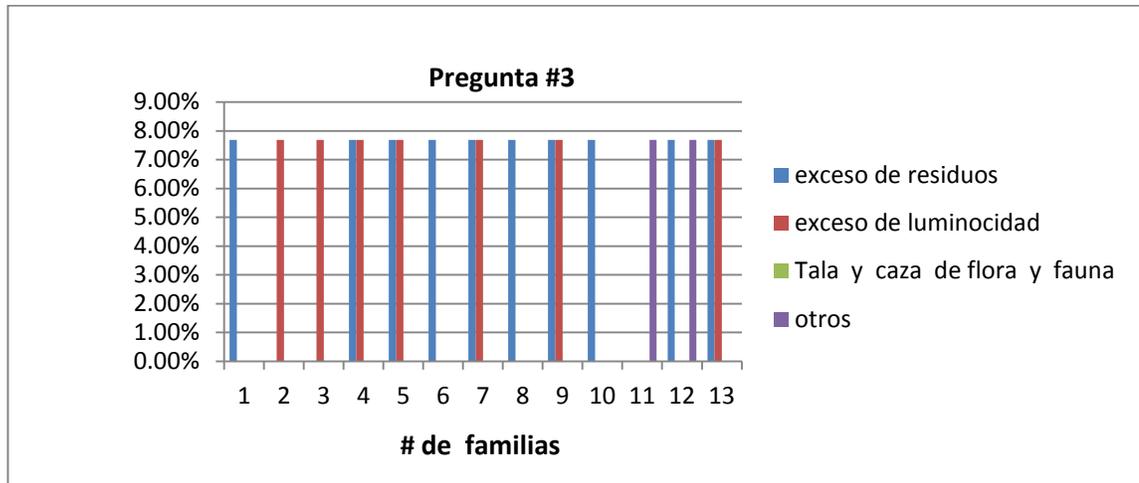
El 30.76% lo relaciona con fogatas

El 15.38% lo relacionan con destrucción

El 15.38% lo relacionan con enfermedades

Pregunta 3: ¿Cuál cree usted que es el mayor contaminante en el desierto?

Gráfica 4. Mayor contaminante en el desierto



Análisis

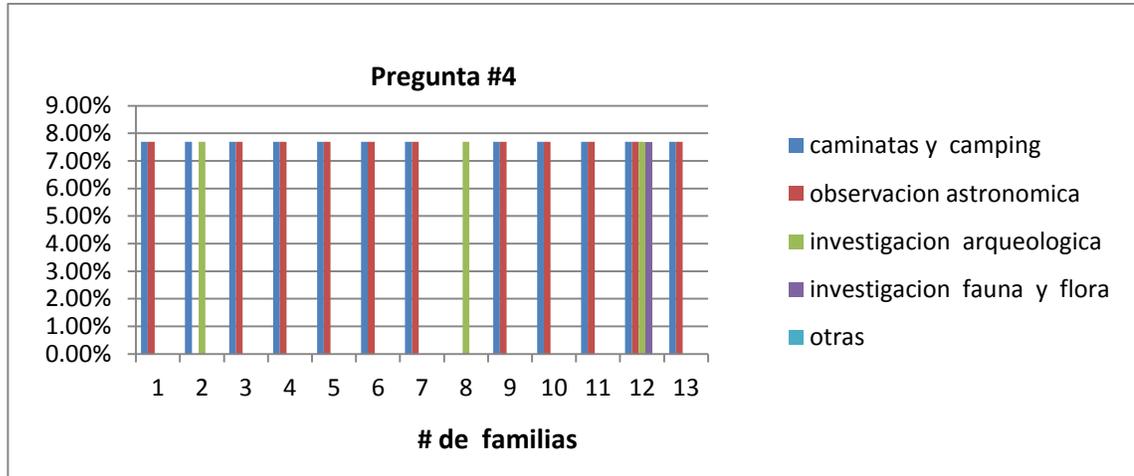
El 76.9% de los encuestados de la Vereda El Cuzco dicen que la mayor contaminación se produce por residuos.

El 53.83% consideran que el exceso de luminosidad también es un causante de contaminación.

El 15.38% de los encuestados consideran que existen otro tipo de contaminantes.

Pregunta 4: ¿Qué actividad es la más habitual en el Desierto La Tatacoa?

Gráfica 5. Actividad más habitual en el Bosque Seco Tropical La Tatacoa



Análisis

El 92.28% de los encuestados consideran que las caminatas y camping son la mayor actividad.

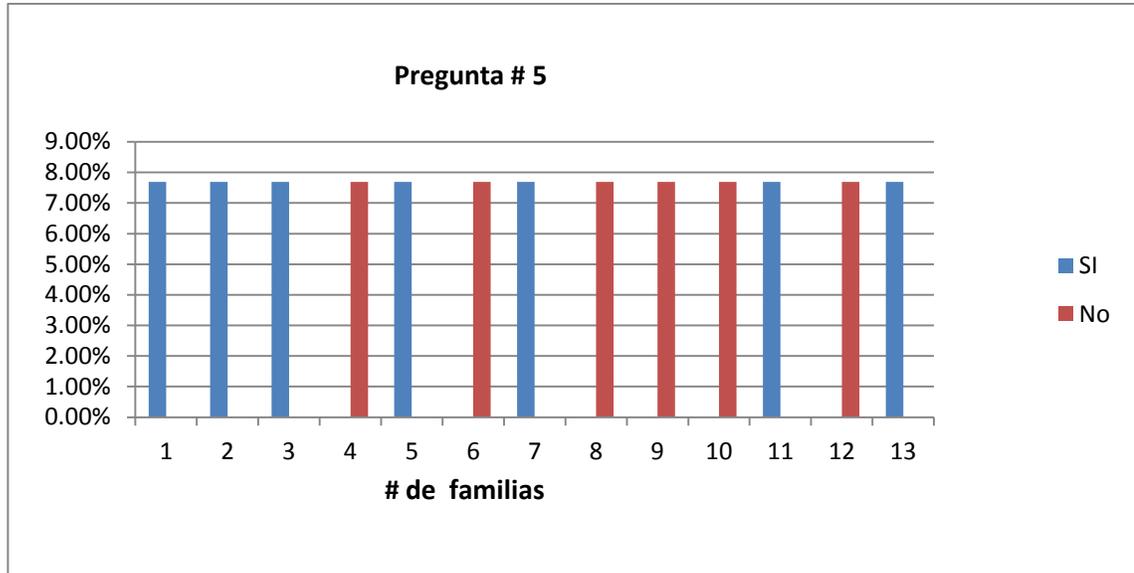
El 84.59% de considera que la observación astronómica es una actividad habitual.

El 23.07% considera que la investigación arqueológica es una actividad habitual.

El 7.69% considera que la investigación de flora y fauna es una actividad habitual.

Pregunta # 5: ¿sabe que es la contaminación Lumínica?

Gráfica 6. Concepto de contaminación



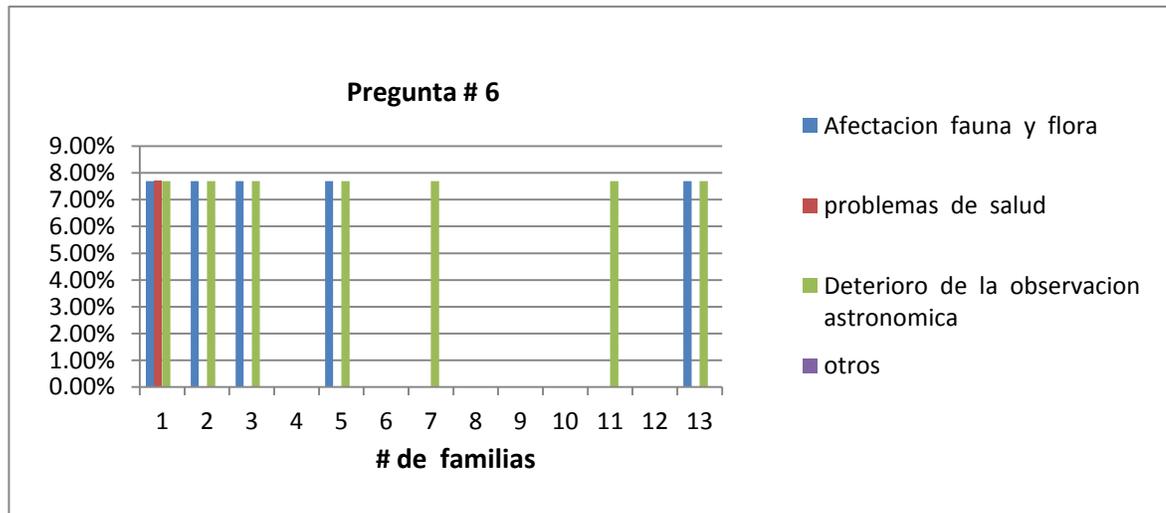
Análisis

El 53.83% de los encuestados sabe que es la contaminación lumínica

El 46.17% de los encuestados no sabe que es la contaminación lumínica

Pregunta # 6: Si respondió la anterior ¿cuáles son las consecuencias que produce la contaminación lumínica?

Gráfica 7. Consecuencias de la contaminación lumínica



Análisis

Del 53.83% de los encuestados que dijeron conocer que es la contaminación lumínica la relacionan con:

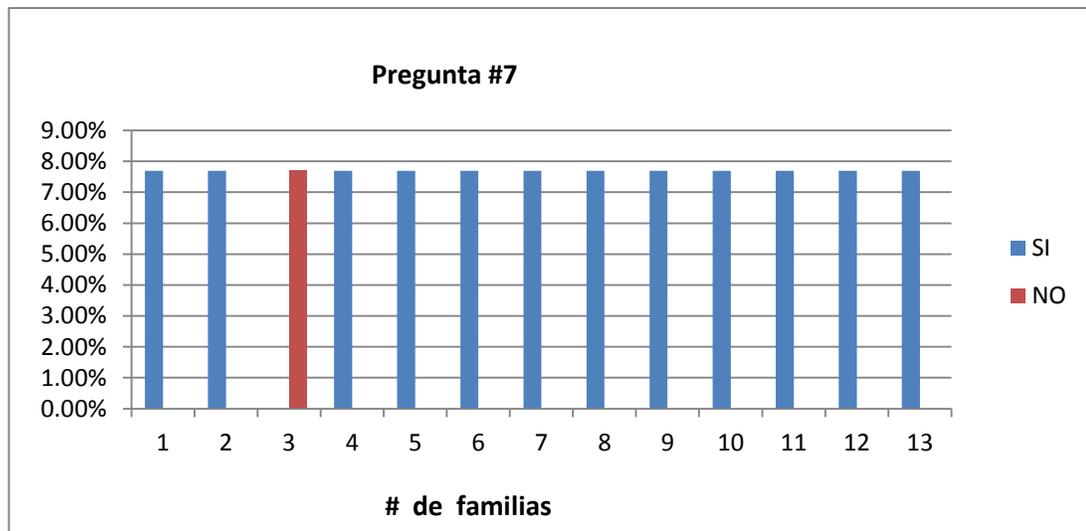
El 71.4% lo relaciona con afecciones a la fauna y flora

El 100% lo relaciona con la observación astronómica

El 14.28% considera que puede crear trastornos en la salud

Pregunta # 7: ¿Estaría dispuesto en colaborar para disminuir la contaminación Lumínica en el desierto La Tatacoa?

Gráfica 8. Participación en la disminución de la contaminación lumínica



Análisis

El 92.28% de los encuestados está de acuerdo en contribuir para disminuir la contaminación lumínica.

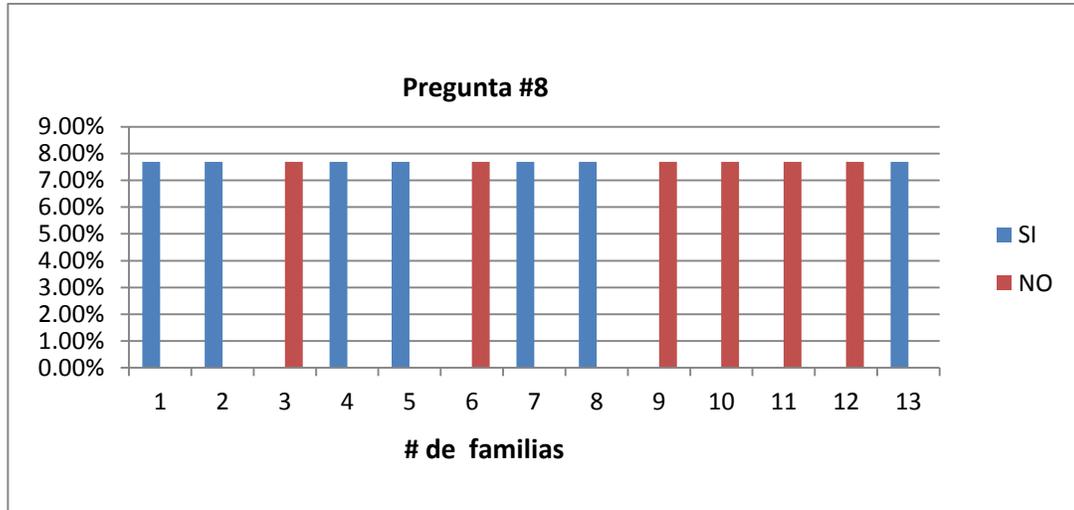
El 7.69 % de los encuestados no están dispuestos a mitigar la contaminación lumínica.

Los que están de acuerdo lo aprueban porque es un cambio positivo.

Los que no están dispuestos porque necesitan más información.

Pregunta # 8: ¿Conoce la propuesta de Cielos oscuros de la UNESCO?

Gráfica 9. Propuesta de cielos oscuros de la UNESCO



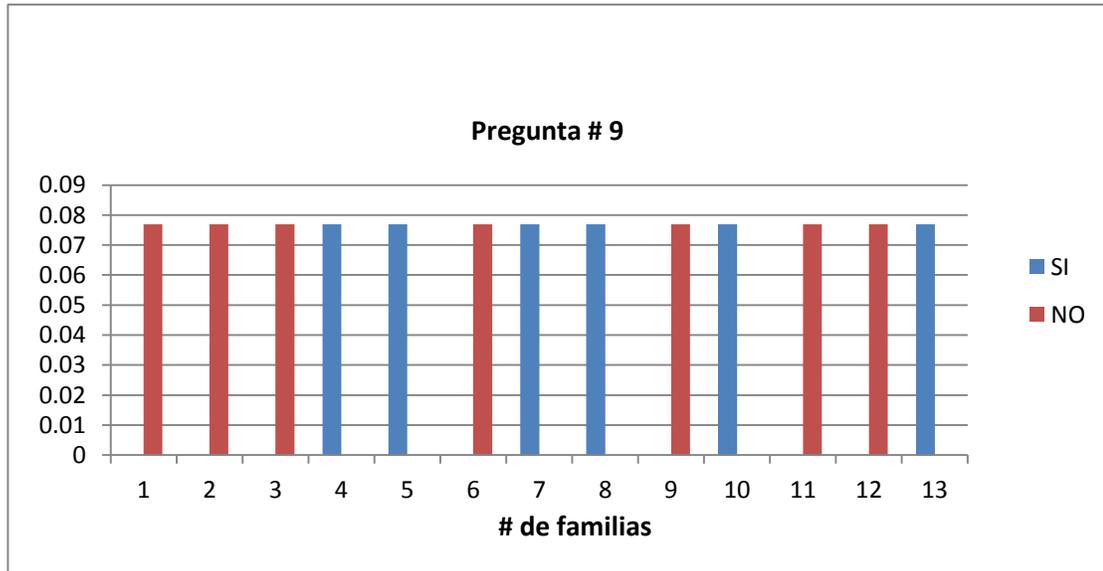
Análisis

El 46.14% de la población encuestada no conoce la Declaratoria de Cielo Oscuro de La Palma proclamada por la UNESCO.

EL 53.83% ha oído hablar acerca de la Declaración de La Palma hecha por la UNESCO.

Pregunta # 9: ¿Está de acuerdo que el cielo del Desierto La Tatacoa sea declarado patrimonio de cielos oscuros?

Gráfica 10. Declaratoria de Cielos oscuros



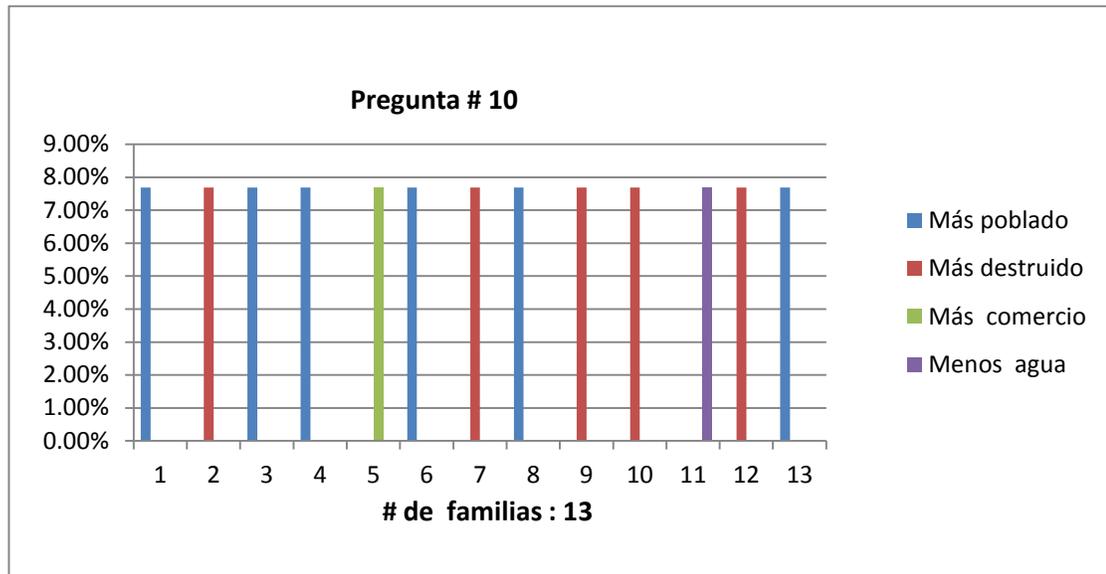
Análisis

El 46.14 % de la población está interesado en que se haga una declaratoria de cielo oscuro.

El 53.83% de la población no está interesado en que se haga la declaratoria en el bosque seco tropical de la Tatacoa.

Pregunta # 10: ¿Cómo visualiza el desierto en 10 años?

Gráfica 11. El desierto en 10 años



Análisis

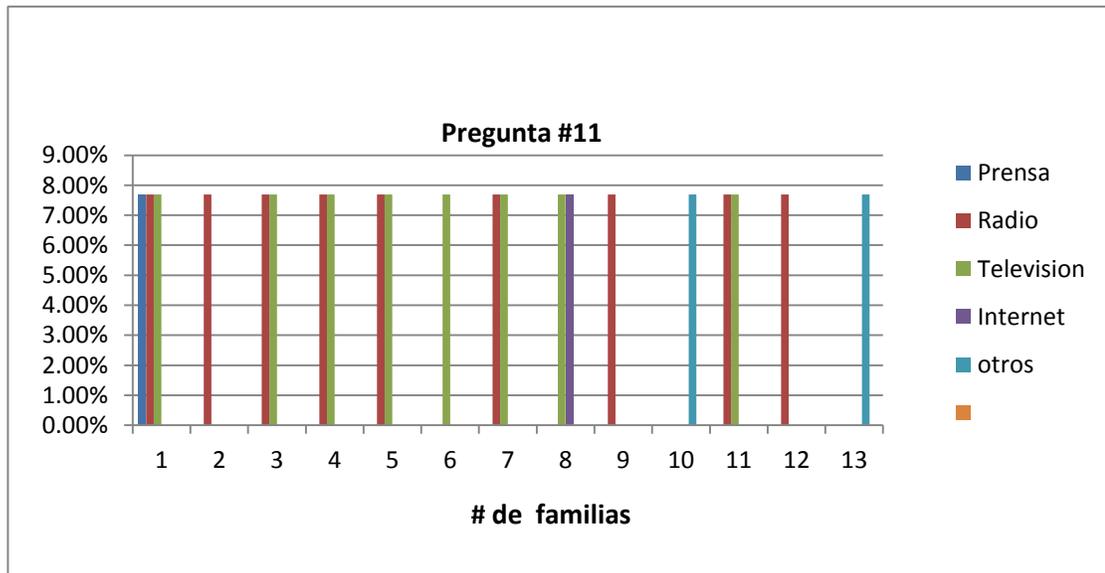
El 46.14% de la población encuestada visualiza el desierto como un lugar más poblado.

El 38.45% de la población visualiza el desierto como un lugar destruido.

El 7.69% lo ve como un lugar más comercial.

Pregunta # 11: ¿Cuáles medios de comunicación regional y local consumen en su casa?

Gráfica 12. Medios de comunicación que consumen



Análisis

El 69.21% de la población usa el radio

El 61.52% de la población utiliza la televisión

El 15.38 % utilizan otros medios de comunicación como celulares y revistas

El 7.69% utiliza la prensa

4.1.2. Ubicación de fuentes contaminantes por emisión de luz en viviendas Vereda El Cuzco

Tabla 8 . Posición de las fuentes contaminantes

PLANILLA 3. Posición de las fuentes contaminantes						
Id del lugar	Azimut	Altura	Posición GPS	Distancia	Intensidad relativa	comentarios
Mirador del Desierto	230°	477 m	03° 13' 45" N, 075° 10' 27" W	60 m	Medianamente contaminante	Se encuentra a un costado de las instalaciones del OALT. En dirección de azimut de Neiva. Ésta vivienda cuenta con tres (3) luminarias emitiendo luz.
El Quiosco	150°	477 m	03° 13' 48" N, 075° 10' 19" W	20 m	Medianamente contaminante	Cuenta con dos (2) luminarias emitiendo luz hacia el horizonte.
Posadero Sol de	95°	467 m	03° 13' 49" N, 075° 90' 06"	170 m	Medianamente contaminante	Cuenta con tres (3) luminarias

Verano			W			que emiten luz hacia el horizonte.
La Guaca	101°	468 m	03° 13' 45" N, 075° 10' 19" W	240 m	Sin contaminación	Dos (2) bombillos que se encuentran apantallados.
Hostal Noche de Saturno	78°	459 m	03° 13' 54" N, 075° 10' 03" W	270 m	Sin contaminación	Diez (10) bombillos que se encuentran apantallados.
Estadero la Tatacoa	98°	468 m	03° 13' 46" N, 075° 09' 59" W	760 m	Sin contaminación	Un bombillo se encuentra apantallado.
Castillo Reina Del Desierto	94°	475 m	03° 13' 49" N, 075° 09' 54" W	810 m	Sin contaminación	No presenta luminarias al exterior.
El Rincón Del Cabrito	96°	478 m	03° 13' 46" N, 075° 09' 53" W	820 m	Sin contaminación	Desde el punto de las medidas se observa luz apantallada.
Atardecer del Desierto	114°	460 m	03° 13' 33" N, 075° 09' 55"	820 m	Sin contaminación	No presenta luminarias al exterior.

			W			
Doña Elvira	99°	473 m	03° 13' 43" N, 075° 09' 55" W	860 m	Baja contaminación	Cuenta con dos bombillos al exterior que emiten luz al horizonte observando opacos desde el punto de toma de medidas.
La Tranquilidad	97°	479 m	03° 13' 45" N, 075° 09' 42" W	950 m	Altamente contaminado	Cuenta con diez bombillos que desde el interior emiten luz hacia el horizonte observando desde el punto de toma de medidas.
El tigre de Marte	99°	480 m	03° 13' 43" N, 075° 09' 41" W	960 m	Baja contaminación	Desde el punto de las medidas se observa luz

						apantallada
Villa de Marques	100°	487 m	03° 13' 42" N, 075° 09' 36" W	1020 m	Altamente contaminante	Desde la parte más alta cuenta con veinte (20) luminarias que influyen emitiendo luz.
La Victoria	345°	386 m	03° 35' 185" N, 075° 17' 26" W	25.38 Km	Contaminado	Contaminación de luminarias del alumbrado público. Y detrás hacia el sur del Tolima.
Villavieja	270°	430 m	03°13'08" N 75°13'06" O	3.21 km	Contaminado	Contaminación de luminarias del alumbrado público, que influye más cerca a los cielos del Observatorio Astronómico La Tatacoa.

4.1.3. Escala de intensidad relativa para representar la contaminación lumínica en el cielo del Observatorio Astronómico La Tatacoa

Tomando como referencia la escala de cielo oscuro construido por Jonh Bortle; se elaboró una escala de intensidad relativa para representar la contaminación lumínica en el cielo del Bosque Seco Tropical La Tatacoa.

La escala de intensidad relativa nos dice que tan contaminado está el cielo para tomar medidas de mitigación. De igual forma se les representa en la misma escala a las viviendas cercanas, para determinar el nivel de contaminación. Como se evidencia en la tabla 8.

Tabla 9. Escala de intensidad relativa para representar la contaminación lumínica

ESCALA PARA REPRESENTAR LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN EL CIELO DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO LA TATACOA		
ESCALA INTENSIDAD RELATIVA	SIGNIFICADO	COLOR
Contaminado SQM 18.00 – 16.00	El color del cielo cambia totalmente comparándose con el brillo de las estrellas y desapareciendo en la vista del ojo humano.	
Altamente contaminado SQM 20.70 - 18.00	El color del cielo cambia notoriamente pudiéndose observar algunas estrellas de magnitudes 1 y 2.	
Medianamente contaminado SQM 21-80 – 20.70	El cielo empieza a empeorar pudiéndose notar algunas estrellas de magnitud 1 hasta 4.	

Baja contaminación SQM 21.90 – 21.80	La contaminación empieza hacer notoria sin embargo observamos estrellas hasta magnitud 5 sin mayor esfuerzo. La Vía Láctea es notoria.	
Sin contaminación SQM 22.20 - 21.90	El cielo es nítido observamos todas las estrellas y objetos estelares, es el mejor cielo para la observación astronómica a simple vista y con telescopio.	

(Lozano & Baldion, 2015)

4.1.4. Medidas de cielo completo con el Sky Quality Meter (SQM)

Registro 1

Planilla 1: Medición de la contaminación lumínica cielo completo usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 5%

Temperatura: 32°C

Hora inicio: 7:30 p.m.

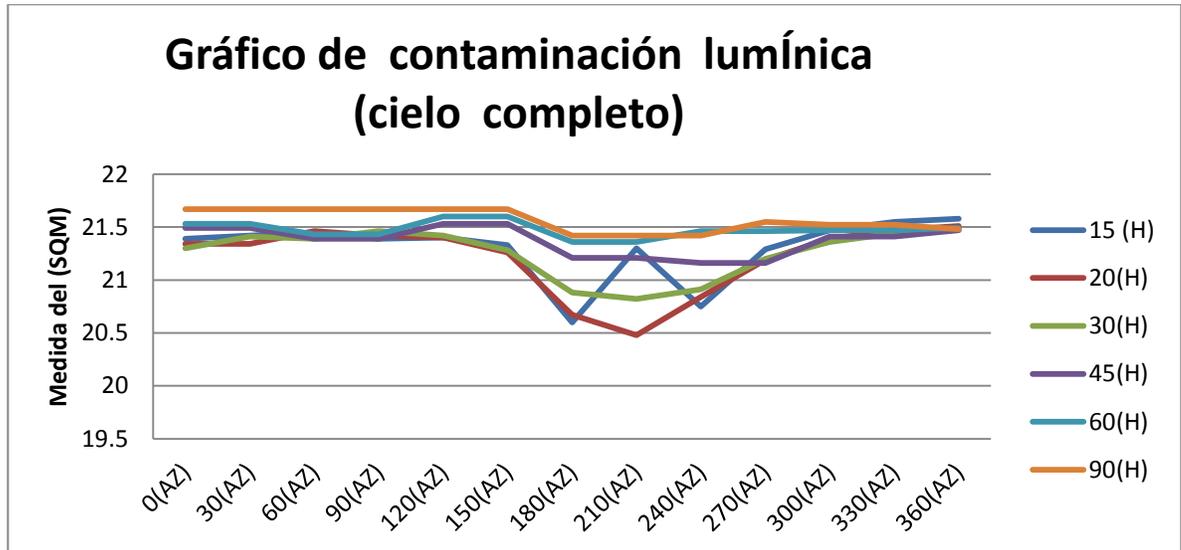
Hora fin: 8:30 p.m.

Fecha: 15-01-2015

Tabla 10. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H- AZ	0(AZ)	30(AZ)	60(AZ)	90(AZ)	120(AZ)	150(AZ)	180(AZ)	210(AZ)	240(AZ)	270(AZ)	300(AZ)	330(AZ)	360(AZ)
15(H)	21.39	21.42	21.45	21.39	21.4	21.33	20.6	21.3	20.75	21.29	21.47	21.55	21.58
20(H)	21.34	21.34	21.46	21.42	21.4	21.26	20.67	20.48	20.84	21.19	21.39	21.47	21.51
30(H)	21.3	21.41	21.39	21.46	21.42	21.28	20.88	20.82	20.91	21.2	21.36	21.44	21.49
45(H)	21.49	21.49	21.39	21.39	21.53	21.53	21.21	21.21	21.16	21.16	21.41	21.41	21.47
60(H)	21.53	21.53	21.43	21.43	21.6	21.6	21.36	21.36	21.46	21.46	21.47	21.47	21.49
90(H)	21.67	21.67	21.67	21.67	21.67	21.67	21.42	21.42	21.42	21.55	21.52	21.52	21.48

Gráfica 13. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA:

En el gráfico observamos los datos de la tabla de medidas del (SQM), allí podemos ver 6 líneas que representan la contaminación lumínica por grados de altura con respecto al azimut. Los picos más bajos muestran niveles altos de contaminación, podemos ver que para la línea que corresponde a 15 grados de altura en el azimut 210, se tomó la medida en donde se encontraba una nube, generando que el dato fuera mayor.

Registro 2

Planilla 1: Medición de la contaminación lumínica cielo completo usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 5%

Temperatura: 30°C

Hora inicio: 7:30 P.M.

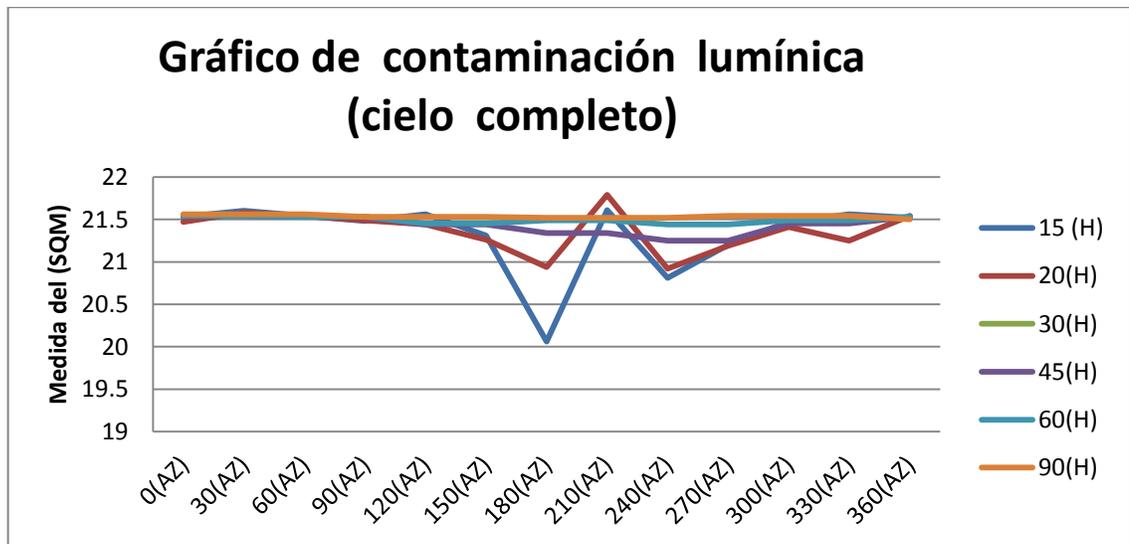
Hora fin: 8:10 P.M.

Fecha: 17-02-2015

Tabla 11. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H- AZ	0(AZ)	30(AZ)	60(AZ)	90(AZ)	120(AZ)	150(AZ)	180(AZ)	210(AZ)	240(AZ)	270(AZ)	300(AZ)	330(AZ)	360(AZ)
15 (H)	21.53	21.6	21.54	21.48	21.56	21.31	20.06	21.61	20.81	21.2	21.47	21.56	21.52
20(H)	21.47	21.58	21.54	21.49	21.44	21.26	20.94	21.79	20.92	21.19	21.41	21.25	21.54
30(H)	21.53	21.52	21.48	21.49	21.41	21.32	20.09	20.99	21.07	21.17	21.39	21.47	21.53
45(H)	21.54	21.54	21.53	21.53	21.44	21.44	21.34	21.34	21.25	21.25	21.45	21.45	21.53
60(H)	21.54	21.54	21.53	21.53	21.45	21.45	21.49	21.49	21.44	21.44	21.49	21.49	21.53
90(H)	21.56	21.56	21.56	21.53	21.53	21.53	21.52	21.52	21.52	21.54	21.54	21.54	21.5

Gráfica 14. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE GRÁFICA

Podemos ver que en la planilla las alturas de 15 y 20 grados en el azimut de 180°- 240° los datos se tomaron sobre el espacio nubado, sin embargo podemos ver que la perturbación se dio concretamente en el azimut 210. Puesto que la contaminación lumínica se encuentra en donde los picos son más bajos.

Registro 3

Planilla 1: Medición de la contaminación lumínica cielo completo usando SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 0%

Temperatura: 32°C

Hora inicio: 9:10 p.m.

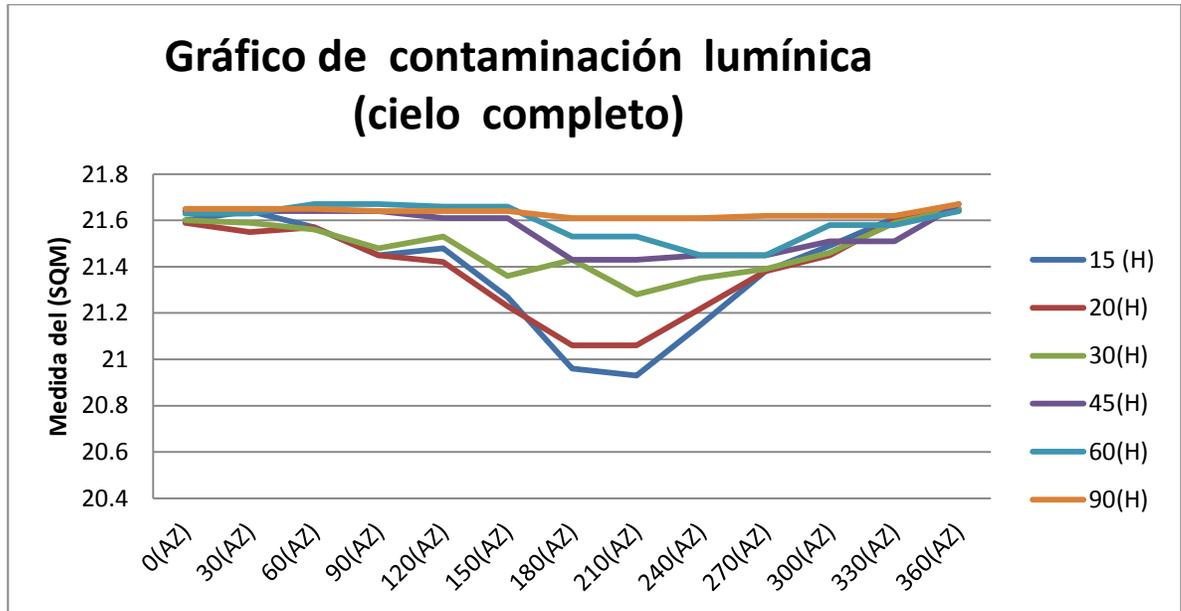
Hora fin: 9:43PM

Fecha: 11-03-2015

Tabla 12. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H- AZ	0(AZ)	30(AZ)	60(AZ)	90(AZ)	120(AZ)	150(AZ)	180(AZ)	210(AZ)	240(AZ)	270(AZ)	300(AZ)	330(AZ)	360(AZ)	
15 (H)		21.6	21.64	21.57	21.45	21.48	21.27	20.96	20.93	21.15	21.38	21.49	21.61	21.65
20(H)		21.59	21.55	21.57	21.45	21.42	21.23	21.06	21.06	21.22	21.38	21.45	21.6	21.64
30(H)		21.6	21.59	21.56	21.48	21.53	21.36	21.43	21.28	21.35	21.39	21.46	21.59	21.65
45(H)		21.64	21.64	21.64	21.64	21.61	21.61	21.43	21.43	21.45	21.45	21.51	21.51	21.67
60(H)		21.63	21.63	21.67	21.67	21.66	21.66	21.53	21.53	21.45	21.45	21.58	21.58	21.64
90(H)		21.65	21.65	21.65	21.64	21.64	21.64	21.61	21.61	21.61	21.62	21.62	21.62	21.67

Gráfica 15. Contaminación lumínica cielo completo



Análisis de gráfica

Podemos ver que es un cielo despejado en su gran mayoría; si observamos las líneas que corresponde a las alturas inferiores podemos detallar la perturbación de la contaminación lumínica en los azimut donde se ubicada la ciudad de Neiva, haciendo que los datos del (SQM) sean menores. Si le damos una mirada a la línea que corresponde a los 90 grados de altura, podemos ver que es el cielo natural del bosque seco tropical y que los valores de radiación electromagnética artificial son mínimos.

Registro 4

Planilla 1: Medición de la contaminación lumínica cielo completo usando SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 30%

Temperatura: 30°C

Hora inicio: 7:20 p.m.

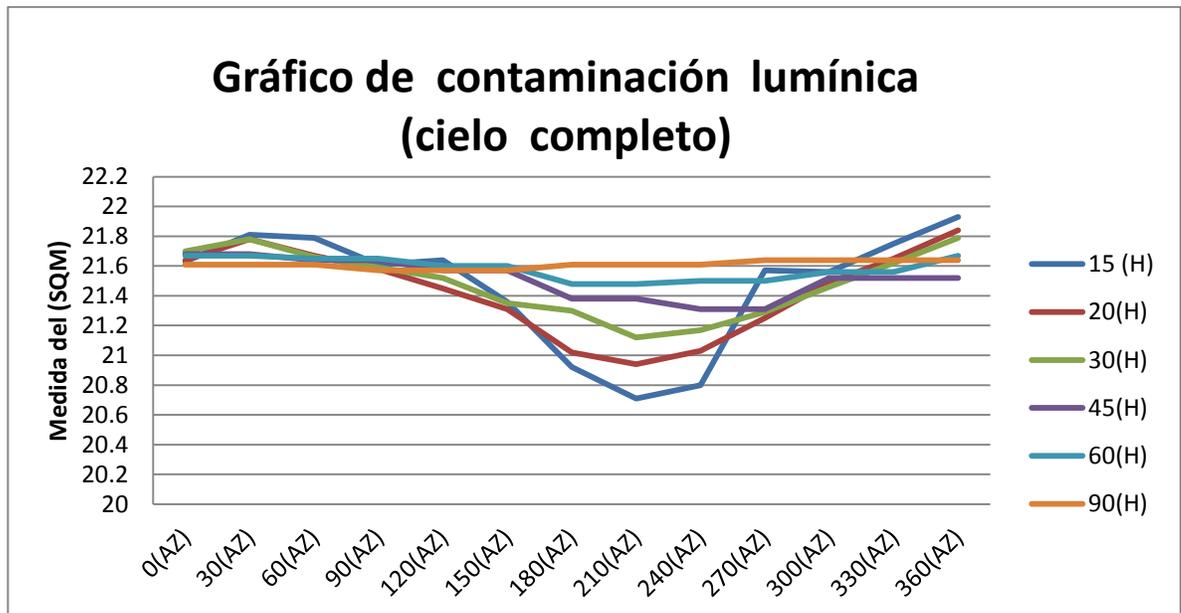
Hora fin: 8:43PM

Fecha: 14-03-2015

Tabla 13. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H- AZ	0(AZ)	30(AZ)	60(AZ)	90(AZ)	120(AZ)	150(AZ)	180(AZ)	210(AZ)	240(AZ)	270(AZ)	300(AZ)	330(AZ)	360(AZ)	
15(H)		21.63	21.81	21.79	21.61	21.64	21.36	20.92	20.71	20.8	21.57	21.56	21.75	21.93
20(H)		21.64	21.78	21.67	21.58	21.45	21.31	21.02	20.94	21.03	21.25	21.49	21.65	21.84
30(H)		21.7	21.78	21.66	21.59	21.52	21.35	21.3	21.12	21.17	21.29	21.46	21.62	21.79
45(H)		21.68	21.68	21.64	21.64	21.57	21.57	21.38	21.38	21.31	21.31	21.52	21.52	21.52
60(H)		21.67	21.67	21.65	21.65	21.6	21.6	21.48	21.48	21.5	21.5	21.56	21.56	21.67
90(H)		21.61	21.61	21.61	21.57	21.57	21.57	21.61	21.61	21.61	21.64	21.64	21.64	21.64

Gráfica 16. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA

Vemos un cielo despejado, en donde los detalles de perturbación para la observación de los astros se pueden detallar en las líneas que tienden hacia abajo, éstas nos llevan nuevamente a los azimut 180-240 que es donde se encuentra la contaminación lumínica de Neiva. El valor que muestra la línea que corresponde a los 90 grados es el cielo que debería presenciarse en todo el Bosque Seco Tropical La Tatacoa.

Registro 5

Planilla 1: Medición de la contaminación lumínica cielo completo usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 3%

Temperatura: 30°C

Hora inicio: 9:15 P.M.

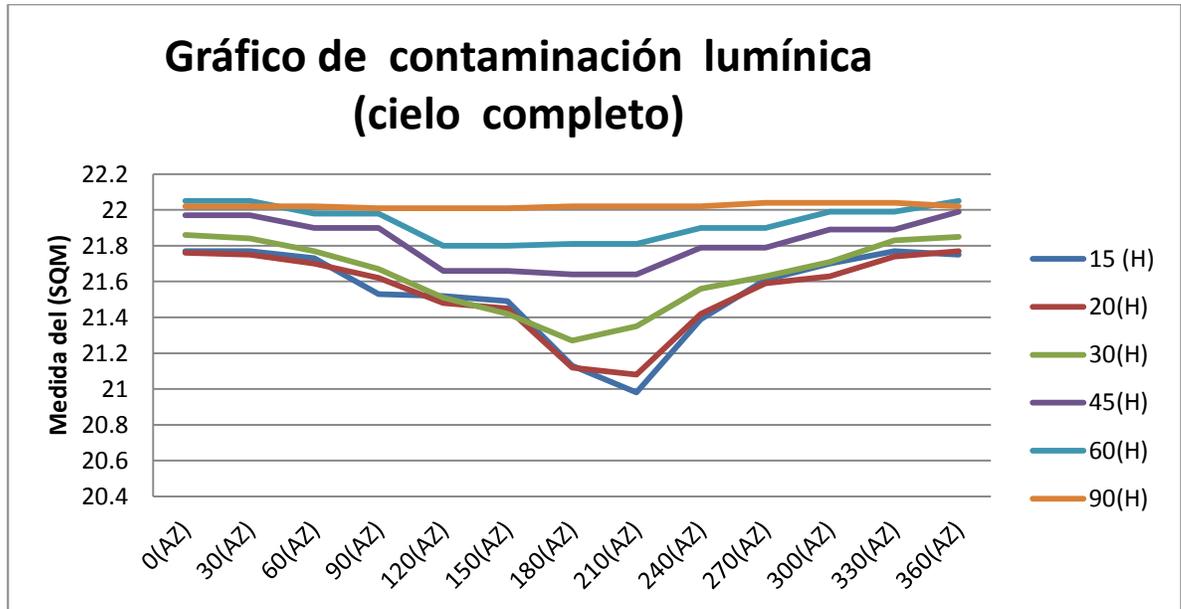
Hora fin: 9:55 P.M.

Fecha: 21-05-2015

Tabla 14. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H- AZ	0(AZ)	30(AZ)	60(AZ)	90(AZ)	120(AZ)	150(AZ)	180(AZ)	210(AZ)	240(AZ)	270(AZ)	300(AZ)	330(AZ)	360(AZ)
15(H)	21.77	21.77	21.73	21.53	21.52	21.49	21.13	20.98	21.39	21.61	21.7	21.77	21.75
20(H)	21.76	21.75	21.7	21.62	21.48	21.45	21.12	21.08	21.42	21.59	21.63	21.74	21.77
30(H)	21.86	21.84	21.77	21.67	21.51	21.42	21.27	21.35	21.56	21.63	21.71	21.83	21.85
45(H)	21.97	21.97	21.9	21.9	21.66	21.66	21.64	21.64	21.79	21.79	21.89	21.89	21.99
60(H)	22.05	22.05	21.98	21.98	21.8	21.8	21.81	21.81	21.9	21.9	21.99	21.99	22.05
90(H)	22.02	22.02	22.02	22.01	22.01	22.01	22.02	22.02	22.02	22.04	22.04	22.04	22.02

Gráfica 17. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA

Observamos los mismos detalles que en las anteriores. Es importante resaltar que la líneas deberían tener el mismo comportamiento que la línea de los 90 grados de altura que es el cielo que deseamos tener en el Bosque Seco Tropical La Tatacoa.

Registro 6

Planilla 1: Medición de la contaminación lumínica cielo completo usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

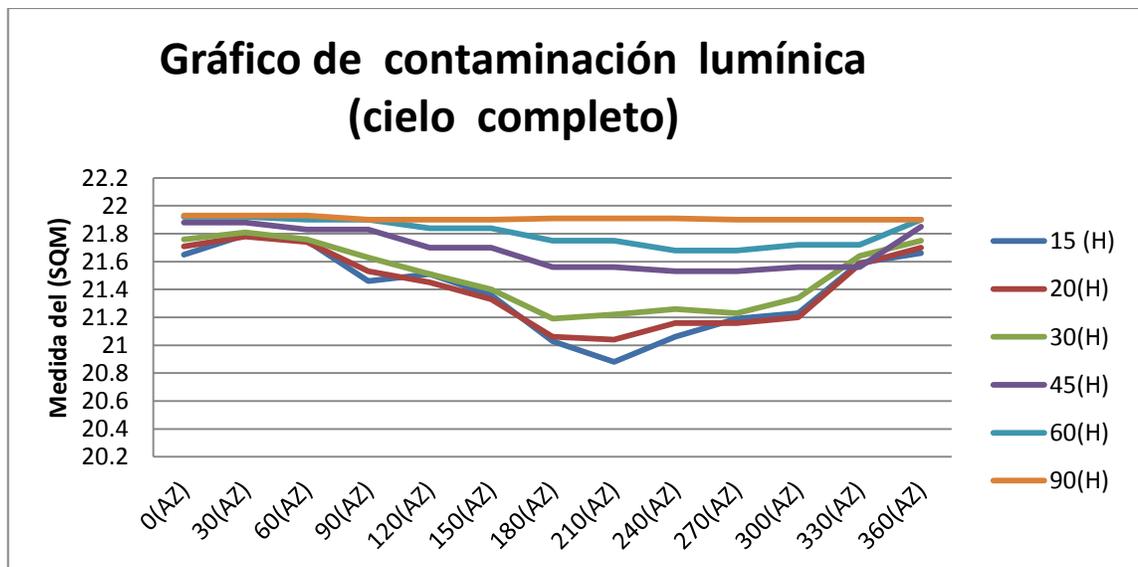
Nubosidad: 5% de nubosidad Temperatura: 31°C Hora inicio: 7:20 P.M.

Hora fin: 8:20 P.M. Fecha: 19-05-2015

Tabla 15. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H- AZ	0(AZ)	30(AZ)	60(AZ)	90(AZ)	120(AZ)	150(AZ)	180(AZ)	210(AZ)	240(AZ)	270(AZ)	300(AZ)	330(AZ)	360(AZ)
15(H)	21.65	21.79	21.75	21.46	21.51	21.36	21.03	20.88	21.06	21.19	21.23	21.59	21.66
20(H)	21.71	21.78	21.74	21.53	21.45	21.33	21.06	21.04	21.16	21.16	21.2	21.58	21.7
30(H)	21.76	21.81	21.76	21.63	21.51	21.4	21.19	21.22	21.26	21.23	21.34	21.64	21.75
45(H)	21.88	21.88	21.83	21.83	21.7	21.7	21.56	21.56	21.53	21.53	21.56	21.56	21.85
60(H)	21.92	21.92	21.9	21.9	21.84	21.84	21.75	21.75	21.68	21.68	21.72	21.72	21.9
90(H)	21.93	21.93	21.93	21.9	21.9	21.9	21.91	21.91	21.91	21.9	21.9	21.9	21.9

Gráfica 18. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA

Si tenemos en cuenta que el valor más bajo en la gráfica corresponde a la línea 15 grados de altura y el azimut de 210, que está por encima de 20 en la medida del (SQM), asumiendo que es el punto del espacio en donde hay más presencia de radiación podemos decir que aún con ese nivel de polución se pueden observar algunos astros.

Registro 7

Planilla 1: Medición de la contaminación lumínica cielo completo usando SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 5%

Temperatura: 30 °C

Hora inicio: 7:20 p.m.

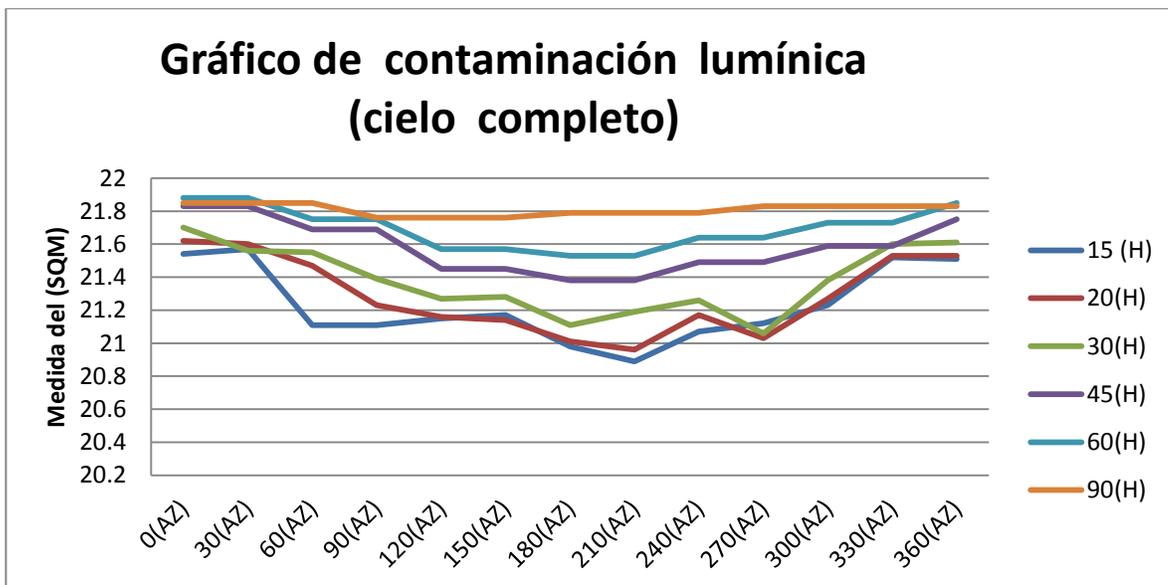
Hora fin: 8:20 p.m.

Fecha: 21-05-2015

Tabla 16. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H-AZ	0(AZ)	30(AZ)	60(AZ)	90(AZ)	120(AZ)	150(AZ)	180(AZ)	210(AZ)	240(AZ)	270(AZ)	300(AZ)	330(AZ)	360(AZ)
15(H)	21.54	21.57	21.11	21.11	21.15	21.17	20.98	20.89	21.07	21.12	21.23	21.52	21.51
20(H)	21.62	21.6	21.47	21.23	21.16	21.14	21.01	20.96	21.17	21.03	21.27	21.53	21.53
30(H)	21.7	21.56	21.55	21.39	21.27	21.28	21.11	21.19	21.26	21.06	21.38	21.6	21.61
45(H)	21.83	21.83	21.69	21.69	21.45	21.45	21.38	21.38	21.49	21.49	21.59	21.59	21.75
60(H)	21.88	21.88	21.75	21.75	21.57	21.57	21.53	21.53	21.64	21.64	21.73	21.73	21.85
90(H)	21.85	21.85	21.85	21.76	21.76	21.76	21.79	21.79	21.79	21.83	21.83	21.83	21.83

Gráfica 19. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICAS

En esta grafica se pueden ver que el cielo se encontraba en un nivel de oscuridad apropiado. Como sabemos algunos astros aportan luminosidad, en esta planilla se muestra un cielo despejado. Es cuando podemos decir que lugares como el Bosque Seco Tropical La Tatacoa es un lugar exquisito para la astronomía.

Registro 8

Planilla 1: Medición de la contaminación lumínica cielo completo usando SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 0%

Temperatura: 31°C

Hora inicio: 10:52 p.m.

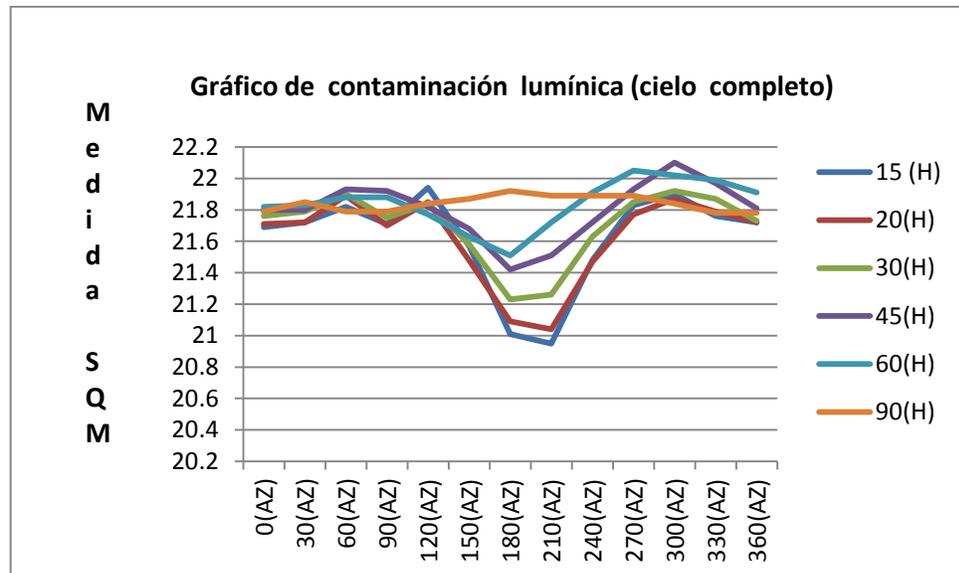
Hora fin: 11:25 p.m.

Fecha: 08-06-2015

Tabla 17. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H- AZ	0(AZ)	30(AZ)	60(AZ)	90(AZ)	120(AZ)	150(AZ)	180(AZ)	210(AZ)	240(AZ)	270(AZ)	300(AZ)	330(AZ)	360(AZ)
15(H)	21.69	21.72	21.82	21.71	21.94	21.57	21.01	20.95	21.48	21.83	21.9	21.76	21.72
20(H)	21.71	21.72	21.89	21.7	21.85	21.48	21.09	21.04	21.47	21.77	21.87	21.79	21.72
30(H)	21.76	21.79	21.9	21.75	21.84	21.58	21.23	21.26	21.63	21.85	21.92	21.87	21.73
45(H)	21.8	21.8	21.93	21.92	21.82	21.68	21.42	21.51	21.72	21.93	22.1	21.97	21.81
60(H)	21.82	21.83	21.88	21.88	21.77	21.63	21.51	21.72	21.91	22.05	22.02	21.99	21.91
90(H)	21.79	21.85	21.79	21.79	21.84	21.87	21.92	21.89	21.89	21.89	21.84	21.78	21.78

Gráfica 20. Contaminación lumínica cielo completo



Registro 9

Planilla 1: Medición de la contaminación lumínica cielo completo usando SQM

OBSERVACIONES INICIALES

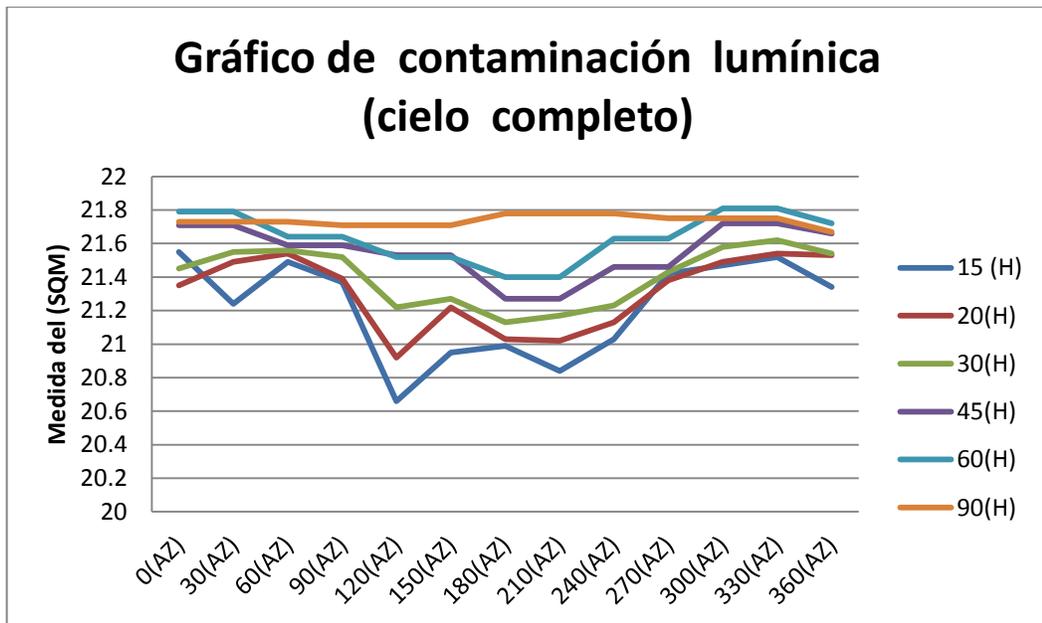
Nubosidad: 0% Temperatura: 31°C Hora inicio: 7:00 p.m.

Hora fin: 8:43 p.m. FECHA: 05-08-2015

Tabla 18. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H- AZ	0(AZ)	30(AZ)	60(AZ)	90(AZ)	120(AZ)	150(AZ)	180(AZ)	210(AZ)	240(AZ)	270(AZ)	300(AZ)	330(AZ)	360(AZ)
15 (H)	21.55	21.24	21.49	21.37	20.66	20.95	20.99	20.84	21.03	21.42	21.47	21.52	21.34
20(H)	21.35	21.49	21.54	21.39	20.92	21.22	21.03	21.02	21.13	21.38	21.49	21.54	21.53
30(H)	21.45	21.55	21.56	21.52	21.22	21.27	21.13	21.17	21.23	21.43	21.58	21.62	21.54
45(H)	21.71	21.71	21.59	21.59	21.53	21.53	21.27	21.27	21.46	21.46	21.72	21.72	21.66
60(H)	21.79	21.79	21.64	21.64	21.52	21.52	21.4	21.4	21.63	21.63	21.81	21.81	21.72
90(H)	21.73	21.73	21.73	21.71	21.71	21.71	21.78	21.78	21.78	21.75	21.75	21.75	21.67

Gráfica 21. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA

Cada vez que se tomó una planilla se presentaron variaciones, ya que el turismo es uno de los atractivos la contaminación lumínica, causada por los vehículos que allí circulan, generando leves cambios en la medida del SQM, sin embargo, se puede observar la variación en la naturaleza del cielo.

4.1.5. Medidas de contaminación lumínica de Neiva (Bosque seco Tropical La Tatacoa)

Registro 1

Planilla 2: Medición de la contaminación lumínica de Neiva usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 20%

Temperatura: 30°C,

Hora inicio: 8:35 p.m.

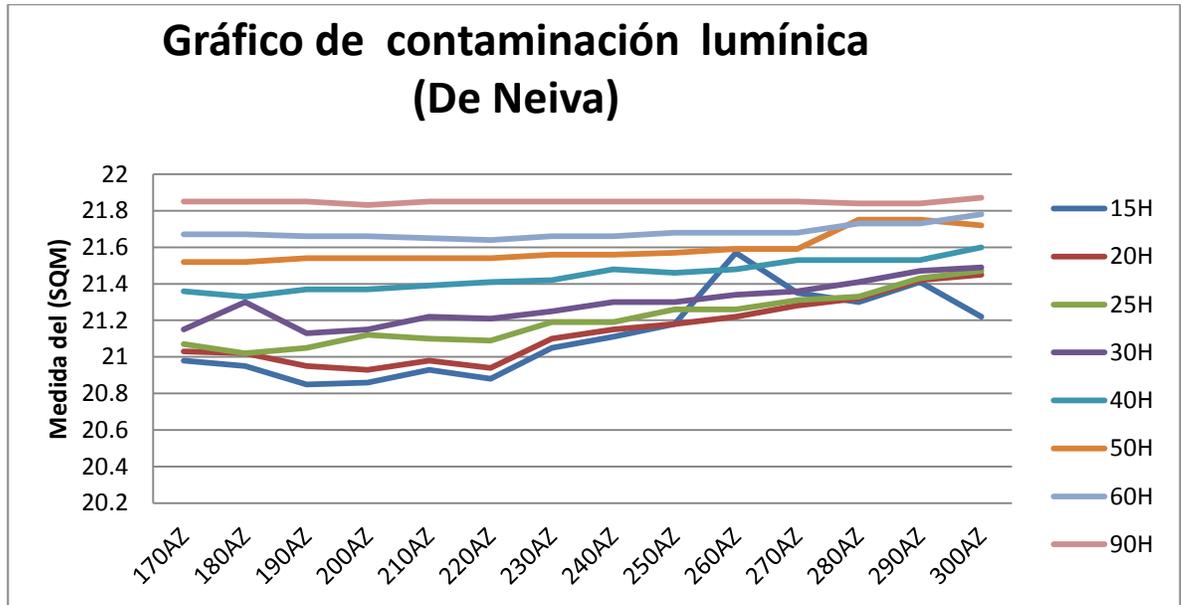
Hora fin: 9:20PM

Fecha: 15-01-2015

Tabla 19. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H/AZ	170(AZ)	180(AZ)	190(AZ)	200(AZ)	210(AZ)	220(AZ)	230(AZ)	240(AZ)	250(AZ)	260(AZ)	270(AZ)	280(AZ)	290(AZ)	300(AZ)
15(H)	20.75	20.41	20.06	20.1	20.18	20.55	20.62	20.7	20.75	20.94	21.11	21.28	21.34	21.41
20(H)	20.77	20.48	20.32	20.3	20.45	20.54	20.66	20.7	20.77	20.92	20.95	21.15	21.27	21.33
25(H)	20.8	20.58	20.57	20.41	20.61	20.62	20.68	20.71	20.83	20.88	21.02	21.13	21.25	21.37
30(H)	20.92	20.81	20.69	20.71	20.77	20.64	20.7	20.81	20.85	20.81	20.97	21.14	21.24	21.32
40(H)	21.11	20.05	20.95	20.88	20.9	20.84	20.85	20.89	20.99	20.97	21.08	21.2	21.28	21.35
50(H)	21.27	21.27	21.15	21.08	21.08	21.03	21.06	21.06	21.26	21.15	21.15	21.28	21.28	21.42
60(H)	21.38	21.38	21.17	21.24	21.25	21.25	21.25	21.25	21.35	21.35	21.32	21.32	21.32	21.47
90(H)	21.47	21.47	21.47	21.47	21.47	21.47	21.48	21.48	21.48	21.48	21.46	21.46	21.46	21.48

Gráfica 22. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA

Aquí se muestra un análisis detallado del área de mayor influencia de polución en los azimut de 170- a 300 en donde las curvas de 13 grados de altura a 30 grados de altura presentan el mayor impacto de la contaminación lumínica de Neiva.

Registro 2

Planilla 2: Medición de la contaminación lumínica de Neiva usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 0%

Temperatura: 32°C

Hora inicio: 8:15 p.m.

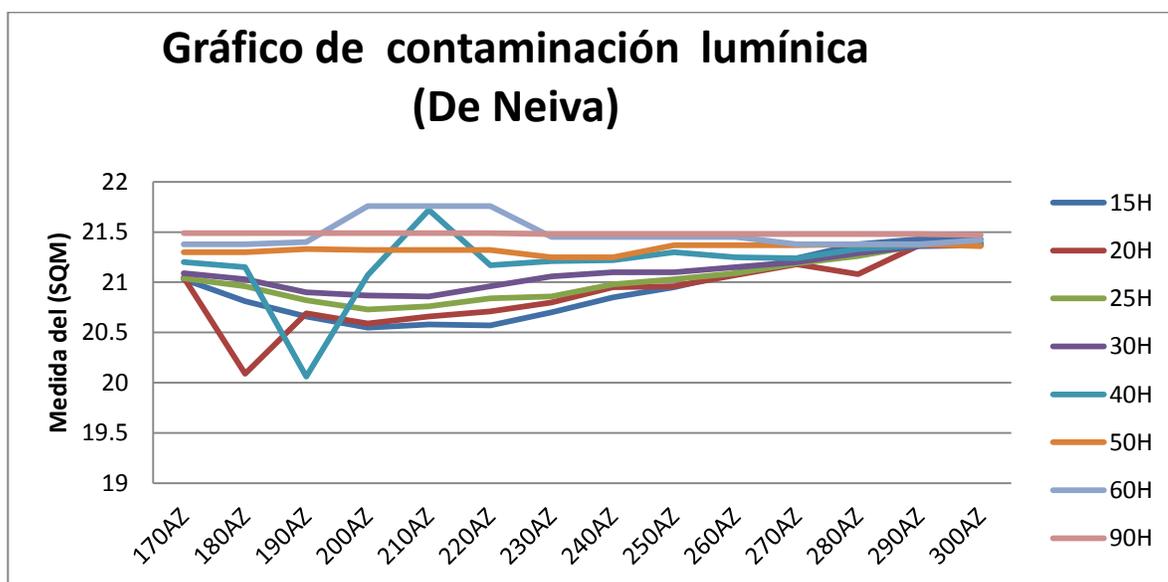
Hora fin: 9:00 p.m.

Fecha: 12-02-2015

Tabla 20. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H/AZ	170(AZ)	180(AZ)	190(AZ)	200(AZ)	210(AZ)	220(AZ)	230(AZ)	240(AZ)	250(AZ)	260(AZ)	270(AZ)	280(AZ)	290(AZ)	300(AZ)
15(H)	21.03	20.81	20.66	20.55	20.58	20.57	20.7	20.85	20.95	21.09	21.24	21.38	21.43	21.43
20(H)	21.05	20.9	20.69	20.59	20.66	20.71	20.8	20.95	20.96	21.07	21.18	21.08	21.37	21.39
25(H)	21.04	20.96	20.82	20.73	20.76	20.84	20.86	20.98	21.03	21.09	21.19	21.26	21.37	21.37
30(H)	21.09	21.03	20.9	20.87	20.86	20.96	21.06	21.1	21.1	21.15	21.2	21.29	21.36	21.37
40(H)	21.2	21.15	21.06	21.07	21.72	21.17	21.21	21.22	21.3	21.25	21.24	21.33	21.37	21.39
50(H)	21.3	21.3	21.33	21.32	21.32	21.32	21.25	21.25	21.37	21.37	21.37	21.38	21.38	21.36
60(H)	21.38	21.38	21.4	21.4	21.76	21.76	21.45	21.45	21.45	21.45	21.38	21.38	21.38	21.42
90(H)	21.49	21.49	21.49	21.49	21.49	21.49	21.48	21.48	21.48	21.48	21.48	21.48	21.48	21.47

Gráfica 23. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRAFICA

Se puede analizar el mismo fenómeno, el cielo pierde visibilidad en las líneas más próximas al horizonte, los datos de mejor calidad siempre estarán hacia el cenit.

Registro 3

Planilla 2: Medición de la contaminación lumínica de Neiva usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

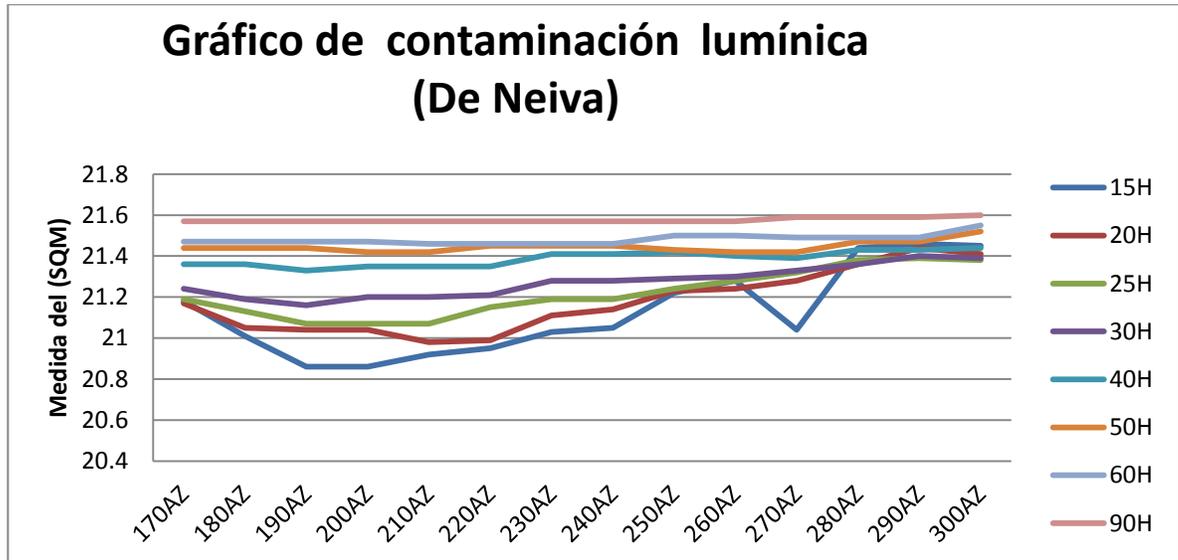
Nubosidad: 5% Temperatura: 30°C Hora inicio: 8:30 p.m.

Hora fin: 9:00 p.m. Fecha: 11-03-2015

Tabla 21. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H/AZ	170(AZ)	180(AZ)	190(AZ)	200(AZ)	210(AZ)	220(AZ)	230(AZ)	240(AZ)	250(AZ)	260(AZ)	270(AZ)	280(AZ)	290(AZ)	300(AZ)
15(H)	21.18	21.01	20.86	20.86	20.92	20.95	21.03	21.05	21.22	21.28	21.04	21.44	21.46	21.45
20(H)	21.17	21.05	21.04	21.04	20.98	20.99	21.11	21.14	21.23	21.24	21.28	41.36	21.44	21.41
25(H)	21.19	21.13	21.07	21.07	21.7	21.15	21.19	21.19	21.24	21.28	21.32	21.38	21.39	21.38
30(H)	21.24	21.19	21.16	21.2	21.2	21.21	21.28	21.28	21.29	21.3	21.33	21.36	21.4	21.39
40(H)	21.36	21.36	21.33	21.35	21.35	21.35	21.41	21.41	21.42	21.4	21.39	21.43	21.43	21.44
50(H)	21.44	21.44	21.44	21.42	21.42	21.45	21.45	21.45	21.43	21.42	21.42	21.47	21.47	21.52
60(H)	21.47	21.47	21.47	21.47	21.46	21.46	21.46	21.46	21.5	21.5	21.49	21.49	21.49	21.55
90(H)	21.57	21.57	21.57	21.57	21.57	21.57	21.57	21.57	21.57	21.57	21.59	21.59	21.59	21.6

Gráfica 24. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA

Las líneas que determinan la contaminación lumínica relacionadas entre altura y el azimut, presentan un comportamiento similar en las primeras líneas y en las que están cerca del azimut se refleja el estado natural.

Registro 4

Planilla 2: Medición de la contaminación lumínica de Neiva usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 20%

Temperatura: 30°C

Hora inicio: 8:20 p.m.

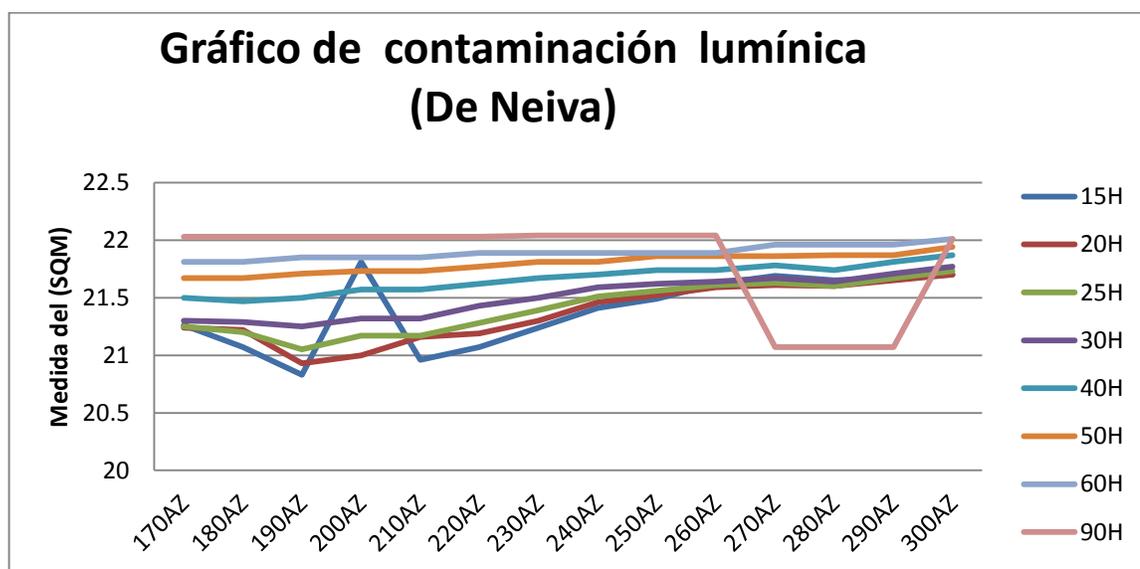
Hora fin: 9:20 p.m.

Fecha: 14-03-2015

Tabla 22. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H/AZ	170(AZ)	180(AZ)	190(AZ)	200(AZ)	210(AZ)	220(AZ)	230(AZ)	240(AZ)	250(AZ)	260(AZ)	270(AZ)	280(AZ)	290(AZ)	300(AZ)
15(H)	21.09	20.97	20.76	21.7	20.7	21.67	20.78	20.85	21.02	21.14	21.32	21.4	21.62	21.65
20(H)	21.14	21.05	21.95	20.88	20.85	20.8	20.93	20.99	21.09	21.17	21.28	21.36	21.48	21.62
25(H)	21.19	21.08	21.95	20.99	20.88	20.88	20.89	21.02	21.16	21.17	21.23	21.38	21.5	21.5
30(H)	21.2	21.16	21.12	21.05	21.01	21.07	21.09	21.11	21.18	21.2	21.26	21.32	21.42	21.45
40(H)	21.32	21.31	21.26	21.27	21.18	21.21	21.29	21.28	21.29	21.27	21.29	21.37	21.43	21.42
50(H)	21.46	21.46	21.44	21.45	21.45	21.43	21.43	21.43	21.46	21.44	21.44	21.45	21.45	21.45
60(H)	21.56	21.56	21.44	21.44	21.47	21.47	21.43	21.43	21.47	21.47	21.5	21.5	21.5	21.52
90(H)	21.65	21.65	21.65	21.65	21.65	21.65	21.68	21.68	21.68	21.68	21.7	21.7	21.7	21.71

Gráfica 25. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA

La gráfica muestra las mismas variables excepto en la línea de 90 grados de altura en los puntos que van de 270-290 grados de azimut que fueron datos tomados hacia un astro luminoso.

Registro 5

Planilla 2: Medición de la contaminación lumínica de Neiva usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 3%

Temperatura: 32°C

Hora inicio: 10:00 p.m.

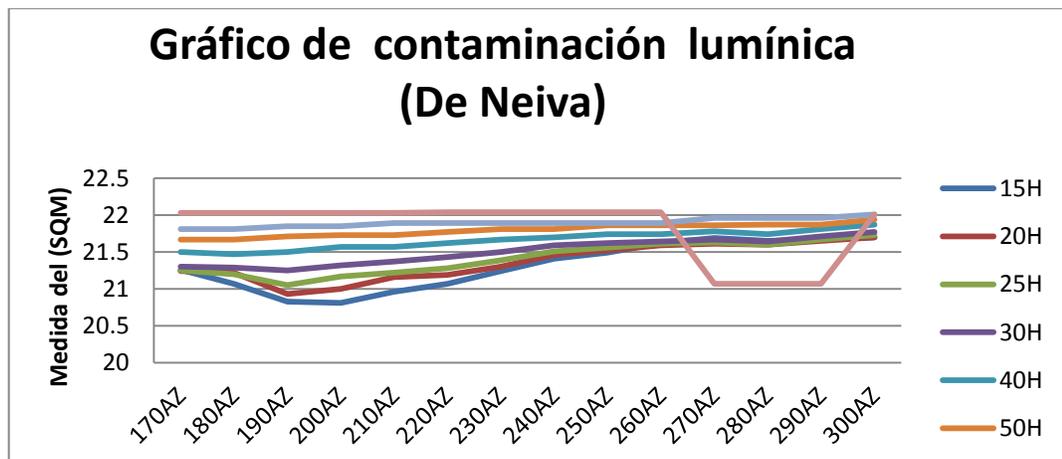
Hora fin: 10:50 p.m.

Fecha: 21-05-2015

Tabla 23. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H/AZ	170(AZ)	180(AZ)	190(AZ)	200(AZ)	210(AZ)	220(AZ)	230(AZ)	240(AZ)	250(AZ)	260(AZ)	270(AZ)	280(AZ)	290(AZ)	300(AZ)
15(H)	21.26	21.07	20.83	20.81	20.96	21.07	21.24	21.41	21.49	21.62	21.69	21.65	21.67	21.7
20(H)	21.24	21.22	20.93	21	21.16	21.19	21.3	21.46	21.52	21.59	21.61	21.6	21.65	21.7
25(H)	21.25	21.2	21.05	21.17	21.22	21.28	21.39	21.51	21.56	21.61	21.63	21.6	21.67	21.73
30(H)	21.3	21.29	21.25	21.32	21.37	21.43	21.5	21.59	21.62	21.64	21.67	21.64	21.71	21.77
40(H)	21.5	21.47	21.5	21.57	21.57	21.62	21.67	21.7	21.74	21.74	21.78	21.74	21.81	21.87
50(H)	21.67	21.67	21.71	21.73	21.73	21.77	21.81	21.81	21.86	21.86	21.86	21.87	21.87	21.94
60(H)	21.81	21.81	21.85	21.85	21.89	21.89	21.89	21.89	21.89	21.89	21.96	21.96	21.96	22.01
90(H)	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.03	22.04	22.04	22.04	22.04	21.07	21.07	21.07	22.01

Gráfica 26. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA

Presenta la misma variación que en la anterior, donde en la línea que corresponde al cenit, se esperaría tener buenos valores, pero hay una representación de malos datos debido a la presencia de un objeto estelar luminoso.

Registro 6

Planilla 2: Medición de la contaminación lumínica de Neiva usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 5%

Temperatura: 32°C

Hora inicio: 08:50 p.m.

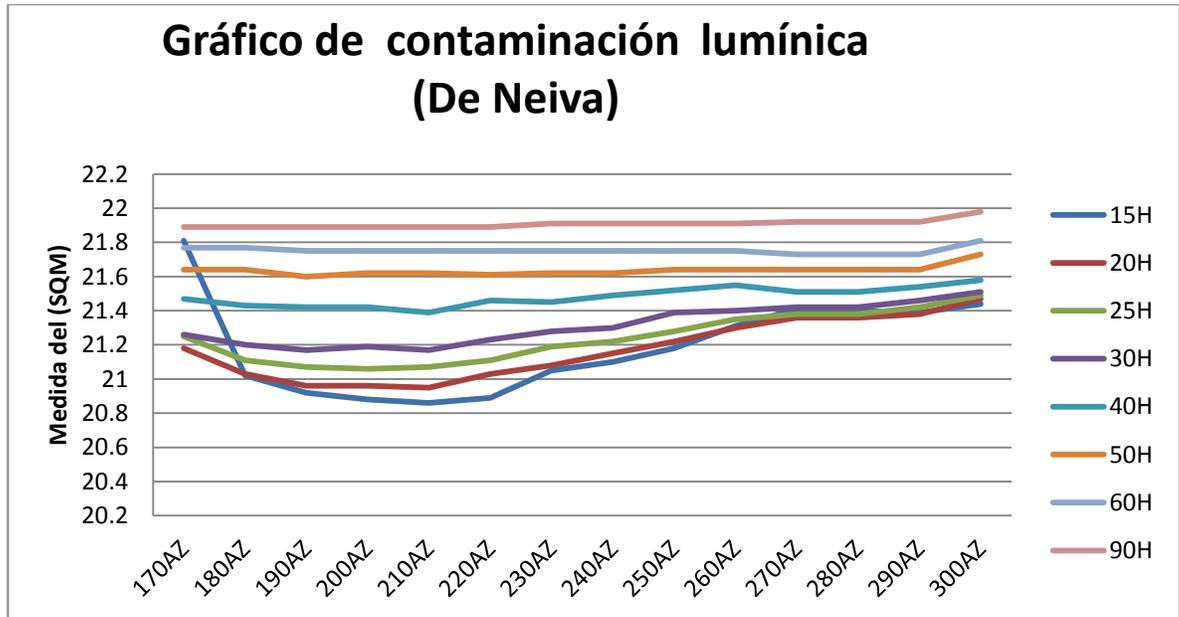
Hora fin: 09:50 p.m.

Fecha: 19-05-2015

Tabla 24. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H/AZ	170(AZ)	180(AZ)	190(AZ)	200(AZ)	210(AZ)	220(AZ)	230(AZ)	240(AZ)	250(AZ)	260(AZ)	270(AZ)	280(AZ)	290(AZ)	300(AZ)
15(H)	21.81	21.02	20.92	20.88	20.86	20.89	21.05	21.1	21.18	21.31	21.41	21.4	21.39	21.44
20(H)	21.18	21.03	20.96	20.96	20.95	21.03	21.08	21.15	21.22	21.3	21.38	21.36	21.38	21.47
25(H)	21.25	21.11	21.07	21.06	21.07	21.11	21.19	21.22	21.28	21.35	21.38	21.38	21.42	21.49
30(H)	21.26	21.2	21.17	21.19	21.17	21.23	21.28	21.3	21.39	21.4	21.42	21.42	21.46	21.51
40(H)	21.47	21.43	21.42	21.42	21.39	21.46	21.45	21.49	21.52	21.55	21.51	21.51	21.54	21.58
50(H)	21.64	21.64	21.6	21.62	21.62	21.61	21.62	21.62	21.64	21.64	21.64	21.64	21.64	21.73
60(H)	21.77	21.77	21.75	21.75	21.75	21.75	21.75	21.75	21.75	21.75	21.73	21.73	21.73	21.81
90(H)	21.89	21.89	21.89	21.89	21.89	21.89	21.91	21.91	21.91	21.91	21.92	21.92	21.92	21.98

Gráfica 27. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA

La gráfica muestra la contaminación lumínica hacia el horizonte y un cielo en su estado natural hacia el cenit.

Registro 7

Planilla 2: Medición de la contaminación lumínica de Neiva usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 10%

Temperatura: 30°C

Hora inicio: 08:30 p.m.

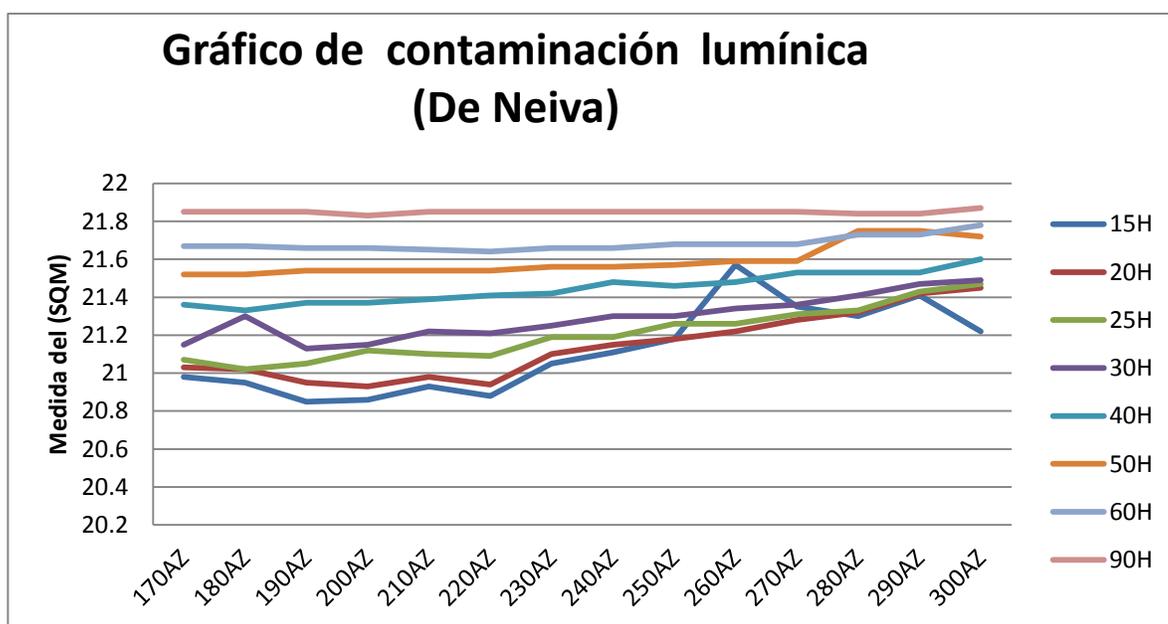
Hora fin: 09:05 p.m.

Fecha: 21-05-2015

Tabla 25. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H/AZ	170(AZ)	180(AZ)	190(AZ)	200(AZ)	210(AZ)	220(AZ)	230(AZ)	240(AZ)	250(AZ)	260(AZ)	270(AZ)	280(AZ)	290(AZ)	300(AZ)	
15(H)		20.98	20.95	20.85	20.86	20.93	20.88	21.05	21.11	21.18	21.57	21.35	21.3	21.41	21.22
20(H)		21.03	21.02	20.95	20.93	20.98	20.94	21.1	21.15	21.18	21.22	21.28	21.32	21.42	21.45
25(H)		21.07	21.02	21.05	21.12	21.1	21.09	21.19	21.19	21.26	21.26	21.31	21.33	21.43	21.47
30(H)		21.15	21.3	21.13	21.15	21.22	21.21	21.25	21.3	21.3	21.34	21.36	21.41	21.47	21.49
40(H)		21.36	21.33	21.37	21.37	21.39	21.41	21.42	21.48	21.46	21.48	21.53	21.53	21.53	21.6
50(H)		21.52	21.52	21.54	21.54	21.54	21.54	21.56	21.56	21.57	21.59	21.59	21.75	21.75	21.72
60(H)		21.67	21.67	21.66	21.66	21.65	21.65	21.66	21.66	21.68	21.68	21.73	21.73	21.73	21.78
90(H)		21.85	21.85	21.85	21.85	21.85	21.85	21.85	21.85	21.85	21.85	21.84	21.84	21.84	21.87

Gráfica 28. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA

Muestra un cielo con una perturbación de nubosidad en la línea de los 15 grados en el azimut de 260 grados. La contaminación lumínica representada por las primeras líneas y la línea del cenit muestra su estado natural.

Registro 8

Planilla 2: Medición de la contaminación lumínica de Neiva usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: 10%

Temperatura: 30°C

Hora inicio: 09:40 p.m.

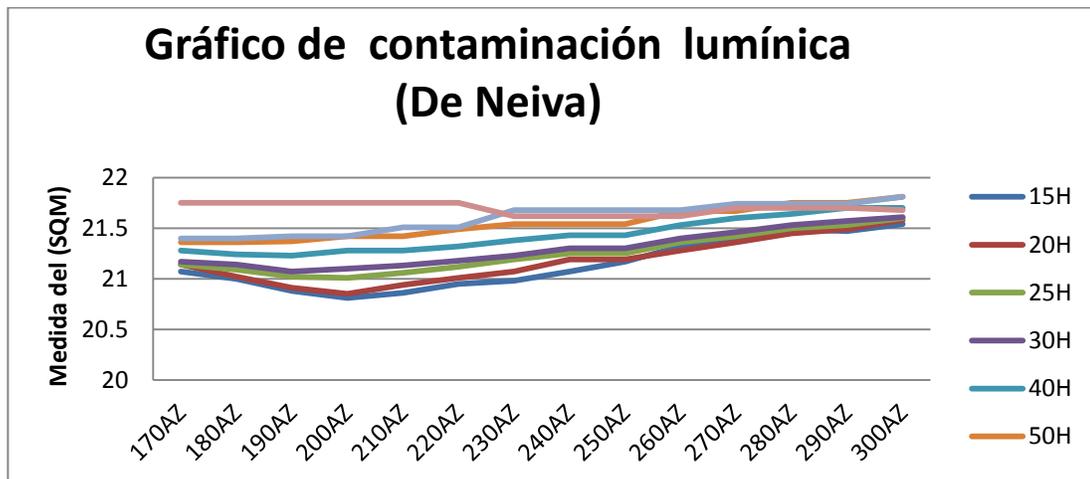
Hora fin: 10:50 p.m.

FECHA: 08-06-2015

Tabla 26. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H/AZ	170AZ	180AZ	190AZ	200AZ	210AZ	220AZ	230AZ	240AZ	250AZ	260AZ	270AZ	280AZ	290AZ	300AZ
15H	21.07	21	20.88	20.81	20.86	20.95	20.98	21.07	21.17	21.32	21.38	21.49	21.47	21.54
20H	21.14	21.02	20.91	20.85	20.94	21.01	21.07	21.19	21.19	21.28	21.36	21.45	21.49	21.58
25H	21.14	21.09	21.02	21.01	21.06	21.12	21.19	21.25	21.25	21.36	21.42	21.5	21.53	21.6
30H	21.17	21.14	21.07	21.1	21.13	21.18	21.23	21.3	21.3	21.4	21.46	21.53	21.57	21.61
40H	21.28	21.24	21.23	21.28	21.28	21.32	21.38	21.43	21.43	21.53	21.6	21.64	21.7	21.7
50H	21.36	21.36	21.37	21.42	21.42	21.49	21.54	21.54	21.54	21.67	21.67	21.75	21.75	21.81
60H	21.4	21.4	21.42	21.42	21.51	21.51	21.68	21.68	21.68	21.68	21.74	21.74	21.74	21.81
90H	21.75	21.75	21.75	21.75	21.75	21.75	21.62	21.62	21.62	21.62	21.7	21.7	21.7	21.68

Gráfica 29. Contaminación lumínica cielo completo



ANÁLISIS DE LA GRÁFICA

Presenta en las líneas próximas al horizonte presencia de contaminación lumínica y hacia el cenit un cielo propicio para la observación astronómica.

Registro 9

Planilla 2: Medición de la contaminación lumínica de Neiva usando el SQM

OBSERVACIONES INICIALES

Nubosidad: despejado

Temperatura: 30°C

Hora inicio 8:50 p.m.

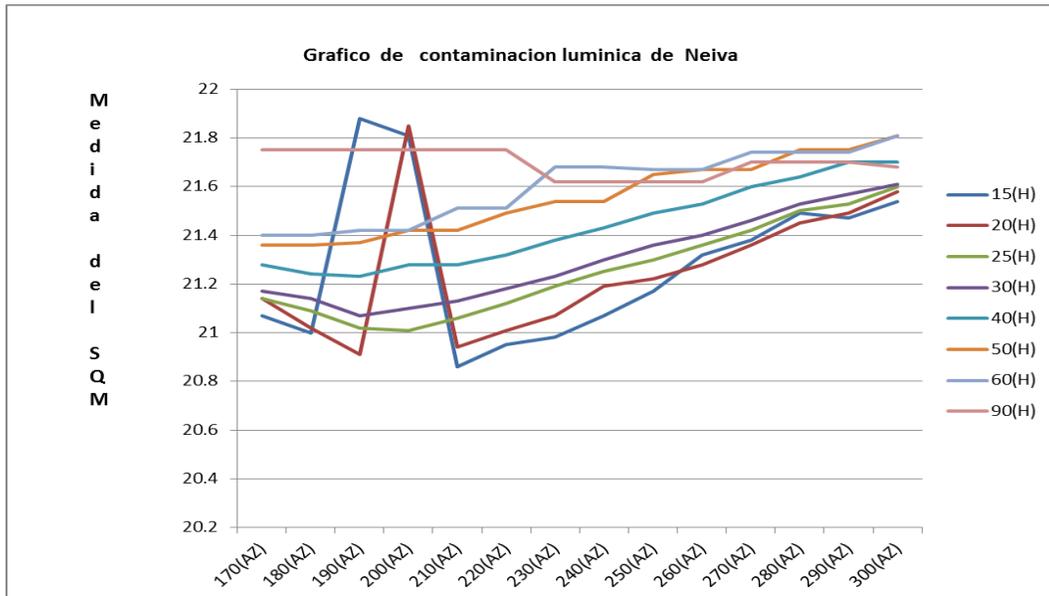
Hora fin 9:24 p.m.

Fecha: 05-08- 2015

Tabla 27. Planilla medición de la contaminación lumínica de cielo completo

H/AZ	170(AZ)	180(AZ)	190(AZ)	200(AZ)	210(AZ)	220(AZ)	230(AZ)	240(AZ)	250(AZ)	260(AZ)	270(AZ)	280(AZ)	290(AZ)	300(AZ)
15(H)	21.07	21	21.88	21.81	20.86	20.95	20.98	21.07	21.17	21.32	21.38	21.49	21.47	21.54
20(H)	21.14	21.02	20.91	21.85	20.94	21.01	21.07	21.19	21.22	21.28	21.36	21.45	21.49	21.58
25(H)	21.14	21.09	21.02	21.01	21.06	21.12	21.19	21.25	21.3	21.36	21.42	21.5	21.53	21.6
30(H)	21.17	21.14	21.07	21.1	21.13	21.18	21.23	21.3	21.36	21.4	21.46	21.53	21.57	21.61
40(H)	21.28	21.24	21.23	21.28	21.28	21.32	21.38	21.43	21.49	21.53	21.6	21.64	21.7	21.7
50(H)	21.36	21.36	21.37	21.42	21.42	21.49	21.54	21.54	21.65	21.67	21.67	21.75	21.75	21.81
60(H)	21.4	21.4	21.42	21.42	21.51	21.51	21.68	21.68	21.67	21.67	21.74	21.74	21.74	21.81
90(H)	21.75	21.75	21.75	21.75	21.75	21.75	21.62	21.62	21.62	21.62	21.7	21.7	21.7	21.68

Gráfica 30. Contaminación lumínica cielo completo



Analizando los datos que corresponden a 15 grados de H, podemos detallar que en el azimut de 190° y 200° se presenta una nubosidad que nos muestra un dato muy oscuro con valores diferentes a los reales.

De la misma manera ocurre con la altura de los 20° de H en el azimut de 200°.

Por otro lado observando la secuencia de los datos, se puede decir que la zona más afectada se presenta en el azimut de 180° a 280°.

ANÁLISIS GENERAL DE LOS DATOS DE CIELO COMPLETO - CONTAMINACIÓN LUMÍNICA DE NEIVA

Durante el tiempo que desarrollamos el monitoreo del cielo tomamos 8 planillas. Este trabajo nos permitió conocer a la astronomía como la madre de todas las ciencias, ya que en sus antecedentes históricos fue la base de la filosofía.

También conocimos un lugar maravilloso en nuestra región, el cual en algún tiempo no muy lejano, podría ser la base del conocimiento de nuestra sociedad huilense y nacional.

Podemos decir que el Bosque Seco Tropical de la Tatacoa es un lugar que te premia o te castiga. Durante el desarrollo del trabajo, logramos hacer 67 visitas para desarrollar diversas actividades: entrevistas, fotografías, toma de datos, participamos en eventos. En algunas ocasiones cuando nos desplazábamos al Observatorio al llegar, el cielo se encontraba 100% nublado siendo imposible tomar datos.

Sin embargo, después de un año concluye un trabajo, donde se tomaron 8 planillas que brindan datos concretos sobre el estado del cielo en el lugar de estudio; a partir de ellos se dice que es uno de los mejores lugares para la astronomía en Colombia. A pesar de la contaminación lumínica que ciega la sociedad aún es momento de actuar, y el presente estudio justifica ante la sociedad y la academia, la necesidad por actuar en función de proteger este majestuoso lugar.

Las planillas que corresponden al cielo completo visto desde La Tatacoa, señalan en la línea que corresponde a los 90 grados de altura hay un cielo natural, el cual se debe conservar. Las primeras líneas nos muestran el cielo que debemos corregir, que debe ser mitigado para en unos años poder que este lugar es el ideal no solo para la ciencia, sino también para relajar al ser humano de la sociedad, donde está el porvenir que dejaron nuestros viejos" (Eskorbuto).

Por otro lado las planillas de contaminación lumínica de Neiva, señala un cielo muy contaminado, que impide la observación de algunos objetos estelares, desde el punto de referencia que utilizamos para tomar los datos apunta hacia el sur, es decir que todas las constelaciones que se disponen en ese lugar son muy difíciles de observar.

4.1.6. Toma de fotografía De 0°-360° de día y de noche desde el Observatorio Astronómico La Tatacoa, Vereda El Cuzco

Fotografía de 0°-360° de día

Figura 47. Vereda el Cuzco de día - Panorámica de 0° - 360



Se evidencia en la panorámica de azimut de 0°- 360° de día, 13 viviendas que se encuentra entre una azimut de 78° con coordenadas 03°13'54" N – 075°10'03" W hasta 230° con coordenadas 03°13'45" N – 075°10'27" W. Planilla 3 (Ver Anexo J Posición de las fuentes contaminantes).

Vereda el cuzco - fotografía de 0°-360° de noche

Figura 48. Vereda El Cuzco de noche - Panorámica de contaminación lumínica 0° - 360°



Figura 49. Negativo: Vereda El Cuzco de noche. Panorámica contaminación lumínica 0° - 360°



Se evidencia en la panorámica de azimut de 0°- 360° de noche, 13 viviendas que se encuentra entre una azimut de 78° con coordenadas 03°13'54" N – 075°10'03" W hasta 230° con coordenadas 03°13'45" N – 075°10'27" W. Planilla 3 (Ver Anexo J. Posición de las fuentes contaminantes).

De las 13 viviendas que se encuentran, 8 presentan problemas de contaminación lumínica, 1 vivienda no tienen energía eléctrica y 4 no presentan mayor problema hasta el momento. Planilla 3 (Ver Anexo J. Posición de las fuentes contaminantes).

Al fondo sobre el horizonte, Neiva con un Azimut de 210°, Villavieja y Aipe que se encuentran en una misma dirección con un Azimut de 270°.

4.1.7. Panorámicas de noche de la contaminación lumínica Neiva, Villavieja, Aipe y La Victoria

Fotografía panorámica Neiva

Figura 50. Neiva - Panorámica de contaminación lumínica tomada sentido sur norte

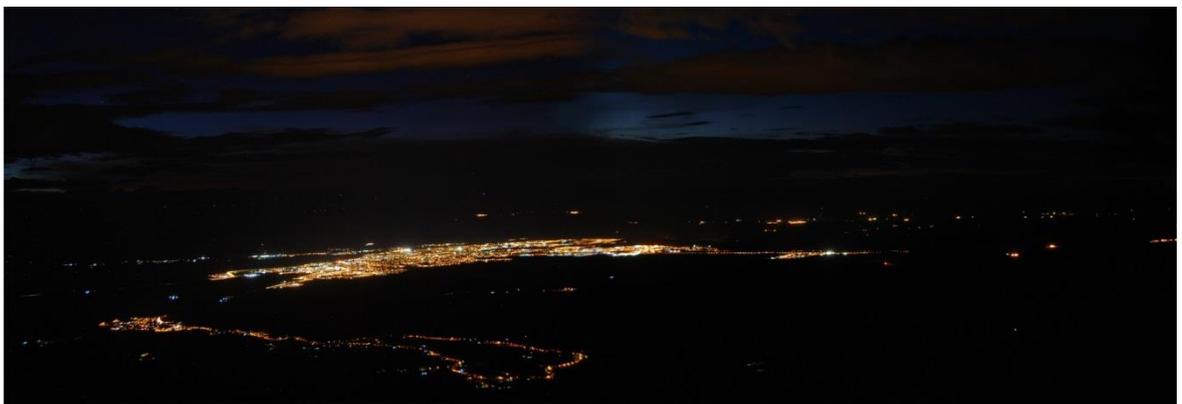


Figura 51. Negativo: Neiva - Panorámica de contaminación lumínica tomada sentido sur norte.



ANÁLISIS

Se observa la contaminación lumínica producida en su mayoría por el alumbrado público de la ciudad de Neiva que con respecto al sitio de ubicación del Observatorio Astronómico La Tatacoa de la Vereda El Cuzco, se encuentra a una Azimut de 210° con coordenadas $2^\circ 59' 55''\text{N}$ $75^\circ 18' 16''\text{O}$. Su extensión territorial es de 1533 km^2 , su altura de 442 metros, e influye directamente sobre el Horizonte del hemisferio sur.

La distancia con respecto al sitio de estudio y toma de datos (Observatorio Astronómico La Tatacoa) y la ciudad de Neiva se encuentra a 67.57 km de distancia.

Fotografía panorámica Aipe - Villavieja

Figura 52. Villavieja y Aipe - Panorámica de contaminación lumínica 0° - 360°

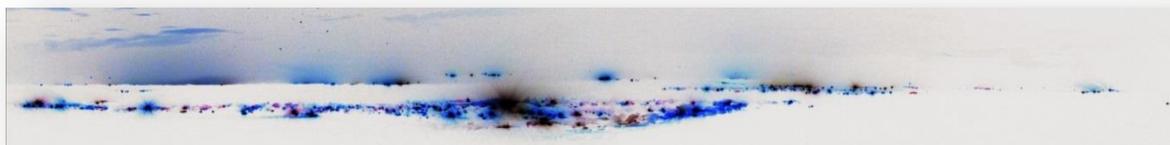


Figura 53. Negativo: Villavieja y Aipe - Panorámica de contaminación lumínica 0° - 360°

Se observa la contaminación lumínica producida en su mayoría por el alumbrado público del Municipio de Villavieja adelante y Aipe atrás, que con respecto al sitio de ubicación del Observatorio Astronómico La Tatacoa de la Vereda El Cuzco, se encuentra a una Azimut de 270°; para Villavieja con coordenadas 3° 13' 8" N, 75° 13' 6" O, , su altura de 430 metros y Aipe con coordenadas 3° 13' 19" N y longitud 75° 14' 15" O y altura de 350 metros que influye directamente sobre el Horizonte del hemisferio sur Occidente.

La distancia con respecto al sitio de estudio y toma de datos (Observatorio Astronómico La Tatacoa) y el Municipio de Villavieja se encuentra a 3.21 km de distancia y Aipe 10.20 km de distancia.

Fotografía panorámica de la victoria

Figura 54. Vereda La Victoria - Panorámica de contaminación lumínica



Figura 55. Negativo: Vereda La Victoria - Panorámica de contaminación lumínica



Se observa la contaminación lumínica producida en su mayoría por el alumbrado público de la Vereda La Victoria del Municipio de Villavieja, que con respecto al sitio de ubicación del Observatorio Astronómico La Tatacoa de la Vereda El Cuzco, se encuentra a una Azimut de 345° Norte, con coordenadas 2°59'55"N 75°18'16"O, su altura de 386 metros que influye directamente sobre el Horizonte del hemisferio Norte.

De igual forma la contaminación que se refleja al fondo obedece a la contaminación del Tolima como al oriente San Alfonso y al occidente con la vereda La Palmita, Dolores y el Municipio de Natagaima).

La distancia con respecto al sitio de estudio y toma de datos (Observatorio Astronómico La Tatacoa) y la Vereda La Victoria, se encuentra a 25.38 km.

4.1.8. Campaña para mitigar la contaminación lumínica

En desarrollo de la educación ambiental se planteó una serie de herramientas para la difusión y socialización con las comunidades de la Vereda El Cuzco, sitios turísticos, autoridades del municipio de Villavieja, e instituciones estatales permitiendo socializar la propuesta. (Anexo campaña para mitigar la contaminación Lumínica).

Material educativo de socialización

Figura 56. Plegable campaña para mitigar la contaminación lumínica



Lado 1

Lado 2

Figura 57. Afiche y pendón campaña para mitigar la contaminación lumínica



Afiche

Pendón

Diseño y publicación de block

<http://www.jordanbal-15.wix.com/mitigacionluminica#!rates/cfvg>

Población muestra - Socialización con la comunidad de la Vereda El Cuzco

Figura 58. Casa Mirador Del Desierto



Figura 59. El Quiosco



Figura 60. Posadero Sol De Verano



Figura 61. Estadero la Tatacoa



Figura 62. El rincón del cabrito



Figura 63. Castillo Reina Del Desierto



Figura 64. Hostel Noches De Saturno



Figura 65. El Tigre De Marte



Figura 66. La Tranquilidad



Figura 67. Villa De Marquez



(Autores, Campaña Mitigación de la Contaminación Lumínica, 2015)

Comunidad Universidad Surcolombiana

Se convocó en coordinación con la Biblioteca central Rafael Cortez Murcia de la Universidad Surcolombiana el **Foro la USCO Y LOS NUEVOS DESARROLLOS CIENTIFICOS EN EL DESIERTO DE LA TATACOA**, realizado en el Auditorio Olga Tony Vidales, como ponentes participaron: (Anexo L -Convocatoria: Foro la USCO y los Nuevos Desarrollos Científicos en el desierto La Tatacoa).

- *Ignacio Ferrín (profesor asesor) docente del Instituto de Física de la Universidad Antioquia, con la conferencia “Potencial edu-turístico-astronómico del Desierto La Tatacoa”.*
- *Javier Rúa (profesor Asesor) docente de la USCO, director del Observatorio Astronómico La Tatacoa, el Cuzco, Villavieja (H), con la conferencia “Evolución estelar”.*
- *Silvestre Lozano Martínez – Jorge Daniel Baldión: (estudiantes tesistas) Programa Lic. En Física, Química, Biología, con la conferencia Contaminación lumínica en el bosque seco Tropical La Tatacoa”.*

En esta socialización participaron 51 personas entre estudiantes, docentes y administrativos de la Universidad Surcolombiana como algunos medios de comunicación. (Anexo M - Registro y control de actividades: Foro la USCO y los Nuevos Desarrollos Científicos en el desierto La Tatacoa).

(Anexo N – Publicación periódico el diario del Huila, sábado 9 de mayo 2015.

Figura 68. Fotos Foro la USCO y los nuevos desarrollos científicos en el Desierto de La Tatacoa



(Autores, 2015)

Reunión Secretario de cultura y turismo del Municipio de Villavieja

Figura 69. Foto reunión con secretario turismo y cultura Villavieja



(Autores, Fuente, 2015)

Con el fin de avanzar hacia procesos de educación y sensibilización, se socializó el trabajo de investigación con el delegado de la Alcaldía de Villavieja, Edison Izquierdo, Secretario de cultura y turismo municipal. Concluyendo la reunión se acordó un compromiso de hacer acompañamiento dentro del proceso de investigación, al presente proyecto de investigación, haciendo referencia a la implementación y puesta en marcha de los resultados de la etapa de la investigación. (ANEXO Ñ – carta compromiso proyecto de investigación).

Apantallamientos viviendas vereda el Cuzco Municipio de Villavieja-Huila
Elaboración de apantallamientos:

Figura 70. Apantallamientos



(Autores, 2015)

Apantallamientos viviendas Vereda El Cuzco Municipio de Villavieja-Huila

Casa 1: Mirador del Desierto – 230°

Figura 71. Antes y después de mitigar



Antes

Después

(Autores, 2015)

De los tres (3) bombillos instalados se apantallaron dos (2) bombillos reduciendo hacia el horizonte el efecto de la contaminación lumínica, dirigiendo la luz hacia abajo.

Casa 2: El Quiosco – azimut 150°

Figura 72. Bombillos sin mitigar



Antes

(Autores, 2015)

Figura 73. Bombillo mitigado



Después

(Autores, 2015)

De los dos bombillos que se encuentran instalados se apantalló un (1) bombillo reduciendo hacia el horizonte el efecto de la contaminación lumínica y dirigiendo la luz hacia abajo.

Casa 3: Posadero Sol De Verano – azimut 95°

Figura 74. Antes y después de mitigar



(Autores, 2015)

De los tres (3) bombillos que se encuentran instalados emitiendo contaminación lumínica se apantallaron dos (2), reduciendo hacia el horizonte el efecto de la contaminación, dirigiendo la luz hacia abajo.

Casa 4: Doña Elvira - azimut 99°

Figura 75. Antes y después de mitigar





(Autores, 2015)

Dos (2) bombillos que se encuentran instalados y emitiendo contaminación lumínica se lograron apantallar, reduciendo hacia el horizonte el efecto de la contaminación lumínica y dirigiendo la luz hacia abajo.

Casa 5: Villa De Márquez – azimut 100°

Figura 76. Antes y después de mitigar



Antes



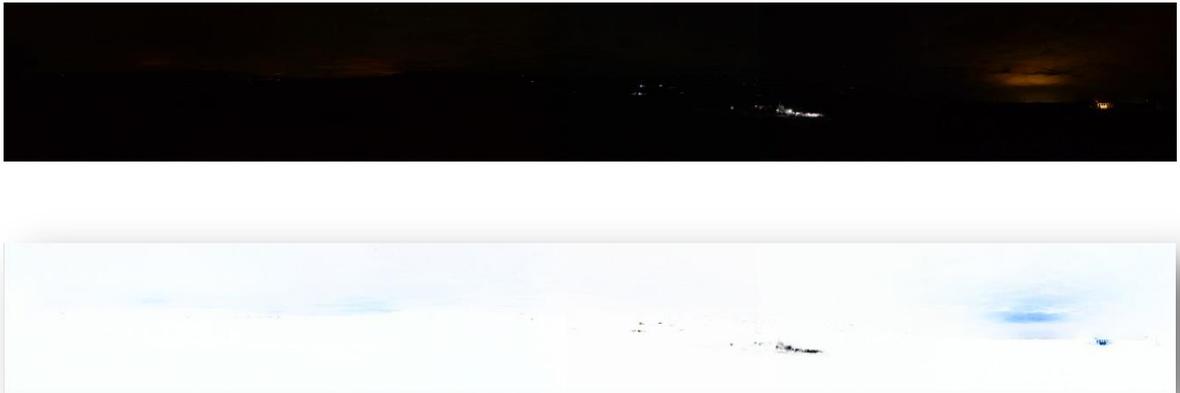
Después

(Autores, 2015)

De los veinte (20) bombillos que se encuentran instalados emitiendo contaminación lumínica, se apantallaron trece (13) bombillos, reduciendo hacia el horizonte el efecto de la contaminación lumínica y dirigiendo la luz hacia abajo.

4.1.9. Nueva fotografía de noche 0°-360°

Figura 77. Vereda El Cuzco de noche - Panorámica de mitigación contaminación lumínica 0° - 360



ANÁLISIS

Se evidencia en la panorámica de azimut de 0°- 360° de noche, 13 viviendas que se encuentra entre una azimut de 78° con coordenadas 03°13'54" N – 075°10'03" W hasta 230° con coordenadas 03°13'45" N – 075°10'27" W. Planilla 3.I Anexo J.

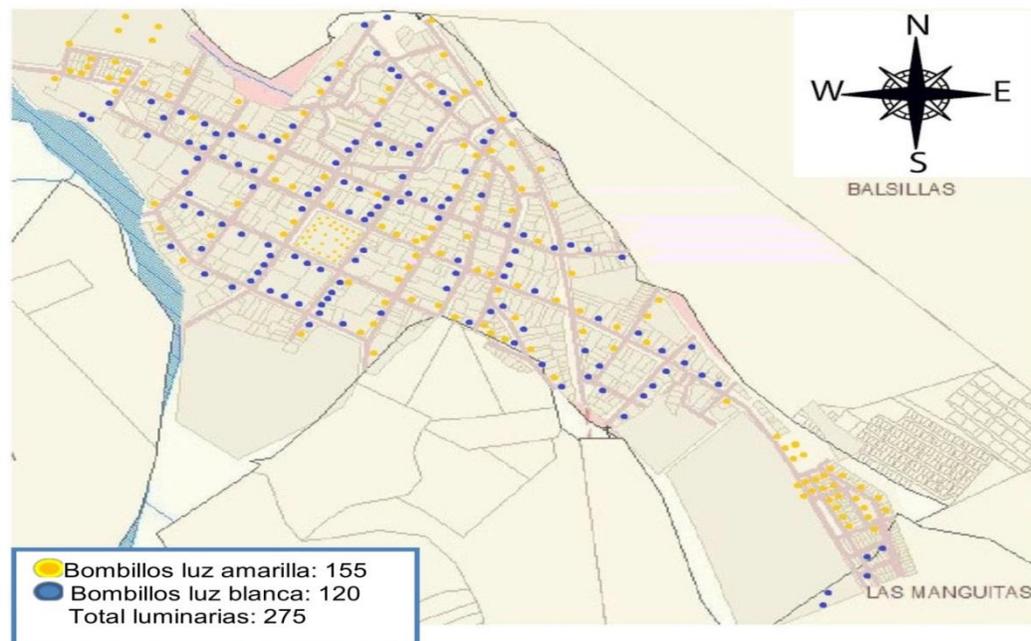
Como se identificó con anterioridad de las 13 viviendas que se encuentran, 8 presentaban problemas de contaminación lumínica. De estas 8 viviendas se apantallaron en 5, equivalentes a veinte (20) bombillos de treinta (30) que emitían contaminación. Este hecho permitió reducir hacia el horizonte el efecto de la contaminación lumínica, los cuales dirigen la luz hacia abajo. (Planilla 3. Anexo J).

Al fondo sobre el horizonte Neiva con un Azimut de 210°, Villavieja y Aipe se encuentran en una misma dirección con un Azimut de 270° contaminando aún el cielo con la luz de los bombillos del alumbrado público.

4.1.10. Mapa de contaminación Municipio de Villavieja

Levantamiento mapa de alumbrado público de Villavieja

Figura 78. Levantamiento mapa alumbrado público de Villavieja



TRABAJO DE GRADO	FUENTE DE INFORMACIÓN	LOCALIZACION
<p>Mitigación de la contaminación lumínica en el bosque seco tropical La Tatacoa</p> <p>Universidad Surcolombiana Facultad de Educación Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología</p>	<p>Instituto Geográfico Agustín Codazzi.</p> <p>Autores: Silvestre Lozano Martínez Jorge Daniel Baldión Mono</p> <p>Asesores: Dr. Ignacio Ferrín Doc. Javier Fernando Rúa</p>	 <p>Mapa-casco urbano de Villavieja-Huila-Colombia levantamiento luminarias alumbrado público</p>

(Autores, 2015)

(Anexo O – Mapa borrador levantamiento luminarias alumbrado público del Municipio de Villavieja).

ANÁLISIS

Se registró el número de bombillos del alumbrado público en el municipio de Villavieja.

- Bombillos amarillos: 155 BOMBILLOS Amarillos
- Bombillos blancos: 120 BOMBILLOS Blancos

Los cuales emiten luz hacia arriba contaminando el cielo, encontrándose a una distancia 3.21 Km al Observatorio Astronómico La Tatacoa, influyendo en la azimut 210°, haciendo necesario remplazar los actuales bombillos por bombillos 275 de sodio de baja presión.

4.1.11. Unidad didáctica

Unidad didáctica construida con elementos teórico y prácticos de la investigación, aborda elementos de la enseñanza y aprendizaje el fenómeno de la contaminación lumínica como herramienta pedagógica para trabajar en instituciones educativas. (Anexo P – Unidad didáctica).

4.1.12. Guía de trabajo de campo

Guía de campo estructurada se denomina ***Determinación de la intensidad de radiación emitida hacia el cielo por efecto de la Contaminación lumínica***, la cual aporta a la enseñanza y aprendizaje en términos disciplinares de la física.

Esta guía es útil para ser trabajada como una práctica en la disciplina de la astronomía. (Anexo Q - guía de trabajo de campo).

4.1.13. Artículo Científico

Se elaboró un artículo científico con el fin de socializar los datos recopilados de calidad de cielo nocturno en la Vereda El Cuzco del Municipio de Villavieja (Huila). (Anexo R - Artículo científico).

CAPITULO 5

5.1 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones:

1. Los cielos del Bosque Seco Tropical de la vereda El Cuzco sobre las instalaciones del Observatorio Astronómico la Tatacoa, sigue siendo un cielo nítido para la observación astronómica encontrándose entre valores mínimos de contaminación de SQM 20.00 y óptimos hasta 22.02.
2. La azimut representativa de los 210° hasta los 270°, presenta la contaminación más notoria reflejo generado de los cascos urbanos de alumbrado público de Neiva, Aipe Villavieja.
3. En el azimut representativa de 345° se encuentra la Vereda la Victoria emitiendo luz hacia arriba producto alumbrado público.
4. De las de 13 viviendas que se encuentran alrededor del observatorio Astronómico la Tatacoa, 8 presentaban problemas de contaminación Lumínica, se apantallaron sus luminarias a cinco viviendas.
5. Tomando como referencia la escala de cielo oscuro construido por Jonh Bortle; se elabora una escala de intensidad relativa para representar la contaminación Lumínica en el cielo del Desierto La Tatacoa, evidenciándose que encontramos en un cielo óptimo y nítido para la observación astronómica con valores **Sin contaminación SQM 22.02 - 21.90.**
6. La escala de intensidad relativa nos dice que tan contaminado está el cielo para tomar medidas de mitigación. De igual forma se les representa en la misma escala a las viviendas cercanas para determinar el nivel de contaminación. Como se evidencia en la tabla 8.

7. El bosque seco tropical la Tatacoa es un escenario paisajístico de alta potencia. En la vereda el Cuzco se encuentra su observatorio Astronómico la Tatacoa; un sitio donde se desarrolla la cultura del turismo astronómico y la paleontología.
8. Debido a que el bosque seco tropical ha venido en proceso de desertificación del terreno, los ecosistemas que se encuentran allí son nocturnos en su gran mayoría lo que significa que para preservarlos la mitigación de la contaminación lumínica debe estar al orden del día de las administraciones municipales y departamentales que les correspondan.
9. La campaña denominada mitigación de la contaminación lumínica en El Bosque seco Tropical ayudo en una primer etapa mostrar el problema de este fenómeno y concienció a parte de la población de la vereda el Cuzco ha apantallar las luminarias que producían emisión hacia el horizonte.

Recomendaciones:

5.1.1. Plan de evaluación y control

1. Se propone actividades que quedaran en plan de continuidad teniendo en cuenta los desarrollos adelantados durante el trabajo.
2. Continuar Segunda fase de campaña Mitigación de la contaminación Lumínica que se pueda ir desarrollando mayor conocimiento y compromiso de las administraciones municipales departamentales y la comunidad para la mitigación.
3. Entrega e instalación de apantallamientos a toda la comunidad de la vereda el Cuzco para que en la medida que vayan instalando bombillos estos puedan ser apantallados y mitigada la contaminación lumínica.
4. Convocar el I Congreso por la protección de cielos oscuros en Colombia. (Sede Villavieja – Huila).

5. Implementar la Unidad didáctica para el aprendizaje y enseñanza de la contaminación lumínica en las instituciones educativas: de Villavieja, la victoria, Aipe Y Neiva.
6. Proponer una normatividad para el Uso eficiente de la Energía y protección de cielos oscuros para el Municipio de Villavieja – Huila como prueba modelo. Y apoyar todas las iniciativas conducentes a declarar el Bosque seco Tropical como reserva internacional de cielos oscuros por la asociación Dark sky de los Estados Unidos.
7. Construir propuesta con base al mapa. Levantamiento de alumbrado público de Villavieja al consejo del Municipio de Villavieja para que quede incluido en un plan de mantenimiento de redes eléctricas y alumbrado público remplazando los bombillos actuales por tecnología de bombillos de sodio de baja presión.
8. Trabajar con Universidades entre ellas la Universidad Surcolombiana para profundizar el conocimiento frente a este problema, desde una perspectiva académica.
9. Implementar la guía de campo **determinación de la intensidad de radiación emitida hacia el cielo por efecto de la contaminación lumínica** en la universidad Surcolombiana en las disciplinas afines: Física y Astronomía.
10. Continuar realizando las medidas de calidad de cielo con el SQM para realizar con mayor detalle la evolución del comportamiento de la contaminación lumínica.

5.2. BIBLIOGRAFIA

(27 de Octubre de 2015). Recuperado el 27 de Octubre de 2015, de <https://www.google.com.co/search?q=Bombillo+cantidad+de+luz&biw=1517&bih=703&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CCcQsARqFQoTCPWwlcY85MgCFUEkHgodc0cEyw&dpr=0.9#tbm=isch&q=Bombillo+cantidad+de+luz+con+manos>

(28 de Octubre de 2015). Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <https://www.google.com.co/search?q=Bombillo+cantidad+de+luz&biw=1517&bih=703&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CCcQsARqFQoTCPWwlcY85MgCFUEkHgodc0cEyw&dpr=0.9#tbm=isch&q=Bombillo+cantidad+de+luz+con+manos>

(25 de Octubre de 2015). Recuperado el 25 de Octubre de 2015, de <https://www.google.com.co/search?q=Bombillo+cantidad+de+luz&biw=1517&bih=703&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CCcQsARqFQoTCPWwlcY85MgCFUEkHgodc0cEyw&dpr=0.9#tbm=isch&q=Bombillo+cantidad+de+luz+con+manos>

<https://www.google.com.co/search?q=Bombillo+cantidad+de+luz&biw=1517&bih=703&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CCcQsARqFQoTCPWwlcY85MgCFUEkHgodc0cEyw&dpr=0.9#tbm=isch&q=Bombillo+cantidad+de+luz+con+manos>. (25 de Octubre de 2015). Obtenido de <https://www.google.com.co/search?q=Bombillo+cantidad+de+luz&biw=1517&bih=703&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0CCcQsARqFQoTCPWwlcY85MgCFUEkHgodc0cEyw&dpr=0.9#tbm=isch&q=Bombillo+cantidad+de+luz+con+manos>

aires, u. d. (s.f.). *61.31 transferencia de calor y masa*. Recuperado el 8 de julio de 2015, de 61.31 transferencia de calor y masa: <http://materias.fi.uba.ar/6731/PROGRAMA%20ANALITICO.pdf>

Albert, L. A. (1995). *contaminacion ambiental, origen, clases fuentes y efectos*. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/gutierrez_g_go/capitulo_4.pdf

AUTORES.

Autores. Neiva.

Autores. Villavieja - Vereda El Cuzco, Huila, Colombia.

Autores. Villavieja, Huila, Colombia.

Autores. Campaña mitigacion de la contaminacion luminica., Neiva, Huila, Colombia.

Autores. Villavieja, Huila, Colombia.

Autores. Villavieja, El Cuzco, Colombia.

Autores. Villavieja, Huila, Colombia.

Autores. Villavieja, Huila, Colombia.

Autores. Villavieja, Huila, Colombia.

Autores. Aipe, Huila, Colombia.

Autores. Villavieja, Huila, Colombia.

Autores. (2015). Neiva, Huila, Colombia.

Autores. (2015). Neiva, Huila, Colombiano.

Autores. (2015). Neiva, Huila, Colombia.

Autores. *camapaña mitigacion de la contaminacion Luminica*. Villavieja, Huila, Colombia.

Autores. *Campaña Mitgiacion de la Contaminacion Luminica*. Villavieja.

Autores. *Campaña mitigacion de la contaminacion luminica*. Neiva.

Autores. *Fuente*. Villavieja.

Baldion, J. D. observatorio. *observatorio. usco*, Neiva.

cccc.

colombia, i. g. (19 de 07 de 2015). Obtenido de <http://www.colombiasa.com/datos/datos.html>

Correal, C. D. (2015). *Astronomía invisible*. Bogotá: Planetario de bogota.

ddd.

Eskorbuto, I. Donde esta el porvenir. *Anti todo*. calle, Santurce .

gogle. (s.f.). *Colombia*. Recuperado el 14 de julio de 2015, de Colombia: https://www.google.com.co/search?newwindow=1&biw=1366&bih=630&tbn=isch&sa=1&q=mapa++de++colombia++y++huila&oq=mapa++de++colombia++y++huila&gs_l=img.3...139379.143740.0.144481.29.18.0.1.1.6.332.3178.0j9j4j2.15.0....0...1c.1.64.img..23.6.1136.-54Y-EkAJ9s#im

gogle. (s.f.). *coordenadas geograficas*. Recuperado el 24 de julio de 2015, de https://www.google.com.co/search?newwindow=1&biw=1366&bih=667&tbn=isch&sa=1&q=coordenadas+esfericas++de++colombia++en++el++planeta++tierra&oq=coordenadas+esfericas++de++colombia++en++el++planeta++tierra&gs_l=img.3...81207.90945.0.91259.39.33.0.0.0.0.484.3 coordenadas geograficas:

gogle. (s.f.). *gogle*. Recuperado el 14 de julio de 2015, de https://www.google.com.co/search?newwindow=1&biw=1366&bih=667&tbm=isch&sa=1&q=villa+vieja&oq=villa+vieja&gs_l=img.3..0l6j0i5i30l3j0i8i30.18858.22966.0.23261.38.18.0.0.0.0.348.1661.3j6j1j1.11.0....0...1c.1.64.img..28.10.1632.SxD_n-RA1-w#imgrc=WhpmdjDQQZBML

gogle. (s.f.). *radiacion que penetra la atmosfera terrestre*. Recuperado el 8 de julio de 2015, de radiacion que penetra la atmosfera terrestre: <https://www.google.com.co/search?q=radiacion+que++penetra++la++atmosfera++terrestre&newwindow=1&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=saudVeH>

huila, D. d. (19 de 07 de 2015). *Datos departamento del huila*. Obtenido de http://www.businesscol.com/comunidad/colombia/departamentos_de_colombia/huila.htm

Leon, A. J. (2007). *LIGHTING*. HONOLULU, HAWAII , ESTADOS UNIDOS.

LLaca, c. d. (4 de 8 de 2015). *la evolucion de acontecimientos astronomicas a través de la historia*. Obtenido de file:///C:/Users/ALEXANDRA%20BALDION/Documents/proyecto%20%20de%20sierto%20%20de%20%20la%20%20tatacoa/historia_astronomia.pdf

maps, G. (15 de 2 de 2015). *gogle maps*. Recuperado el 15 de 2 de 2015, de gogle maps.

meter, s. q. (s.f.). *sky quality meter*. Recuperado el 8 de julio de 2015, de sky quality meter: <http://www.astronum.net/astronum/temas/sqm/sqm.htm>

NASA. (1 de JULIO de 2006). *NASA*. Recuperado el 8 de JULIO de 2015, de NASA: http://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=CERES_NETFLUX_M

NASA. (29 de JUNIO de 2012). *NASA*. Recuperado el 14 de JULIO de 2015, de NASA: http://www.nasa.gov/topics/earth/earthday/earthday_gallery.html

NASA. (21 de MARZO de 2013). *NASA*. Recuperado el 9 de JULIO de 2015, de NASA: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA16873>

NASA. (1 de marzo de 2014). *NASA*. Recuperado el 8 de julio de 2015, de NASA: http://www.nasa.gov/sites/default/files/np-2014-03-001-jsc-orion_radiation_handout.pdf

NASA. (s.f.). *NASA*. Recuperado el 9 de julio de 2015, de NASA: <http://apod.nasa.gov/debate/debate96.html>

NASA. (s.f.). *NASA*. Recuperado el 9 de julio de 2015, de NASA: http://www.nasa.gov/mission_pages/GLAST/science/milky_way_galaxy.html

NASA. (s.f.). *NASA*. Recuperado el 9 de julio de 2015, de NASA: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/>

neiva, A. p. (20 de abril de 2015). *audiencias publicas*. Recuperado el 14 de julio de 2015, de file:///C:/Users/ALEXANDRA%20BALDION/Downloads/Acta_AudPubNeiva2015.pdf

Restrepo, J. F. *Nube de Magallanes*. Observatorio Astronomico La Tatacoa, Neiva , Huila, Colombia.

Restrepo, J. F. *Nube de Magallanes*. Observatorio Astronomico La Tatacoa, Villavieja, Hula, Colombia.

Restrepo, J. F. *Nube de Magallanes*. Observatorio AstronomicoLa Tatacoa, Villavieja, Huila, Colombia.

Restrepo, J. F. *Fotos de nuestra galaxia*. Obsevatorio Astronomico La Tatacoa, Villavieja, Huila, Colombia.

- Restrepo, J. F. *Objetos estelares de Cielo profundo*. Observatorio Astronomico La Tatacoa, Villavieja.
- Restrepo, J. F. *Objetos estelares de cielo profundo*. Observatorio Astronomico La Tatacoa, Villavieja, El Cuzco, Huila.
- Restrepo, J. F. *Objetos estelares de cielo profundo*. Observatorio Astronomico La Tatacoa, Villavieja, Huila, Colombia.
- Restrepo, J. F. *Objetos estelares de cielo profundo*. Observatorio Astronomico La Tatacoa, Villavieja, Huila, Colombia.
- Restrepo, J. F. *Objetos estelares de nuestra galaxia*. Observatorio Astronomico La Tatacoa, Villavieja, Vereda el Cuzco, Huila.
- Restrepo, J. F. *Objetos estelares de nuestra Galaxia*. Observatorio Astronomico La Tatacoa, Villavieja - Huila.
- Restrepo, J. R. *Iagnes de nuestra Galaxia*. Observatorio Astronomico La Tatacoa, Villavieja.
- UNESCO, O. I.-C. (19-20 de abril de 2007). *declaracion start light*. Obtenido de <http://www.starlight2007.net/pdf/DeclaracionStarlightES.pdf>
- vieja, A. d. (19 de 07 de 2015). *Datos generales de villa vieja*. Obtenido de http://www.villavieja-huila.gov.co/informacion_general.shtml

Bibliografía

ANEXOS

ANEXO A:

RESPUESTA AL DERECHO PETICIÓN ALCALDÍA DE NEIVA

 	OFICIO	
	FOR-CG-03	Versión: 01 Vigente desde: Junio 4 de 2014

ESPACIO PARA RADICADO

Oficio No: ADAP 583

Neiva, Mayo 25 de 2015

Señores:
SILVESTRE LOZANO MARTINEZ
JORGE DANIEL BALDION
Est. Licenciatura de Ciencias Naturales
Universidad Surcolombiana

ASUNTO: Solicitud de Información.

ALCALDIA DE NEIVA CORRESPONDENCIA	
05 JUN 2015	HOF 721
RADICADO	24489
FOLIOS	02
NOMBRE FUNCIONARIO	<i>[Firma]</i>

Cordial saludo.

En respuesta al derecho de petición radicado en esta oficina, en el cual se solicita información referente al servicio de alumbrado público, me permito manifestar frente a la información requerida sobre las tarifas establecidas para el cobro del impuesto del servicio de alumbrado público en el municipio, el artículo 150 numeral 12 del Constitución Política, entrega la autonomía a los entes territoriales para que de acuerdo a la ley y demás normas reglamentarias se establezcan las contribuciones y escalas de cobro del servicio, siendo los Concejos Municipales los entes competentes para cumplir esa función en los términos del artículo 338 ibidem (concuera Art. 313 lo resuelto en sentencia C-504 de 2002 sobre el tema).

En este sentido, el artículo 10 del Decreto 2424 de 2006 estipuló la metodología de costos máximos correlacionados en los literales c del art. 23 de la Ley 143 de 1994, así como la Resolución 123 de 2011 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas, siendo estos los fundamentos para que los municipios establezcan la forma de cuantificar el porcentaje de los tributos a fin de que haya certeza sobre el monto de la contribución bajo un régimen de precios de acuerdo a las mencionadas normas, en función de hacer efectivos los principios de equidad y generalidad del impuesto, por lo tanto la base gravable se calculará a partir del consumo de energía facturada.

Por lo anterior este servicio se recauda sobre la base gravable de consumo mensual de energía eléctrica registrada dependiendo del sector, fijándose los porcentajes del 12% para el sector urbano y el 6% para el sector rural, sobre el consumo de energía de conformidad con lo contenido en el Acuerdo Municipal 020 de 2004, modificado por Acuerdo 011 de 2008.

Por otra parte el municipio de Neiva cuenta con un total de **30.250** luminarias en el casco urbano y rural de la ciudad, de esta manera para iluminar las calles y espacios abiertos se utilizan **Lámparas de Vapor de Sodio de Alta Tensión** con potencias de **70 – 150 – 250 – 400 W** y para escenarios Deportivos, Polideportivos y Canchas las **Lámparas de Halogenuros Metálicos** con potencias de **150 – 250 – 400– 1000 W** las cuales requieren un voltaje de **220V** para su funcionamiento,

Edificio Municipal Calle 5 No. 9-74
Piso 5. Tel.:8711040 Ext. 525
Neiva – Huila C.P. 410010
www.alcaldianeiva.gov.co

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del link SIG www.alcaldianeiva.gov.co. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es responsabilidad de la Alcaldía de Neiva

	OFICIO	
	FOR-CG-03	Versión: 01 Vigente desde: Junio 4 de 2014

ESPACIO PARA RADICADO

estimándose el consumo de **1'337.570 KWH/Mes** del total de las luminarias en la ciudad, de conformidad con el cruce de cuentas correspondiente al último periodo facturado presentado por ELECTROHUILA.

De otro lado la huella de **Carbono CO²** generada por la luminaria se calcula a partir de la potencia en KW/H multiplicada por el factor de emisión estimado para **Carbono CO²** equivalente a **0.42**. En tal sentido, las luminarias de **Sodio de Alta Tensión de 70W** generan una huella de carbono anual aproximada de **146.977 Kg CO²eq**, las de **150W** generan un valor de **333.857 Kg CO²eq** y las de **250** un valor de **511.660 Kg CO²eq**, así mismo para la luminarias de **Halogenuros Metálicos de 150W** generan una huella de carbono anual aproximada de **328.406 Kg CO²eq**, las de **250W** un valor de **515.289 Kg CO²eq** y las de **400W** un valor de **725.760 Kg CO²eq**.

Atentamente,


HECTOR ALIRIO SARVAJAL CABRERA
 Coordinador General
 Oficina de Administración del Servicio de Alumbrado Público

Proyectó:
CLAUDIA M. SANCHEZ
 Oficina Alumbrado Público.

Revisó:
ANDRES FELIPE QUINTERO CARDONA
 Jefe Operativo Oficina de Administración de Alumbrado Público

Universidad Surcolombiana

NIT 894.180.004-2

Fecha: 09-06/15 Hora: 08:34 a

No. Radicado: _____

Recibido: 

Edificio Municipal Calle 5 No. 9-74
 Piso 5. Tel.: 8711040 Ext. 525
 Neiva – Huila C.P. 410010
www.alcaldianeiva.gov.co

ANEXO B.

RESPUESTA AL DERECHO PETICIÓN ALCALDÍA DE AIPE

 Alcaldía Municipal de Aipe Calle 4 No. 171 Teléfono: 3199380 Email: alcaldia@aipe-tolima.gov.co	Versión 01	 MUNICIPIO DE AIPE
	Fecha de Aprobación: 03/08/2015	
Oficina y Oficina	Página: 1 de 1	
	Código: 40.17.01	

Aipe, 10 de agosto de 2015

Señor
SILVESTRE LOZANO MARTINEZ
Estudiante en Ciencias naturales
Universidad Surcolombiana
3124882431 - 3186436764
Karsoy64@hotmail.com

REF: Respuesta Derecho de Petición de fecha 05 de Agosto de 2015

Atento saludo,

Comedidamente nos dirigimos a usted, con el ánimo de entregar información solicitada en el derecho de petición mencionada en la referencia, de la siguiente manera:

- El número de luminarias instaladas en el casco urbano del municipio de Aipe es de aproximadamente 1.000 luminarias discriminadas así:
 - Ocho (8) luminarias LED de 30W solares
 - Ocho (8) luminarias LED de 70W eléctrica
 - Novedecenas Seis (966) luminarias de 70W de Sodio
- El voltaje utilizado para la instalación de este tipo de luminarias es de 220 V y el tipo de bombillos es de sodio de 70W y led de 70W.
El consumo de cada luminaria es de 70 KWH.
- El consumo total de las 1000 luminarias es de 70.000 KWH.
- Actualmente desconocemos la huella de CO2 que genera o emite cada bombillo.
La tarifa establecida para el cobro del servicio público es de 10% del consumo real bruto mensual.

Elaborado:	Revisado:	Aprobado:
Firma	Firma	Firma

ANEXO C.

RESPUESTA AL DERECHO PETICIÓN ALCALDÍA DE VILLAVIEJA



República de Colombia
Departamento del Huila
Municipio de Villavieja



Villavieja 8 Mayo del 2015

Señores:
SILVESTRE LOZANO MARTINEZ
JORGE DANIEL BALDION
Estudiantes Lic. Ciencias Naturales

Asunto: **Respuesta al Derecho de Petición**

Por medio de la presente me permito dar respuesta a su derecho de petición emitido en la alcaldía de Villavieja el 22 de Abril de 2015, con el número de radicado 0800.

De acuerdo al reparto Interno de la Correspondencia de la Administración Municipal, para lo cual en mi condición de Jefe de Planeación, le manifiesto lo siguiente:

Con relación al primer interrogante:

Le comunico, la cantidad aproximada de los postes que brindan el servicio de alumbrado público del casco urbano del Municipio de Villavieja son: 330 luminarias, comprendidas por cada barrial.

Con relación al segundo interrogante:

Le comunico que el voltaje suministrado es de dos veinte voltios (2 20W)
El tipo de bombilla es de 70w – 150w – 120w – 100w

Con relación al tercer y cuarto interrogante:

La energía que se consume, por los bombillos del alumbrado público es de:
23.000 wt
2.3 k/wh

Con relación al quinto interrogante:

Le manifiesto que hasta el momento no hay un estudio, que identifique la cantidad de carbono que se genera por cada bombilla, del alumbrado público.





República de Colombia
Departamento del Huila
Municipio de Villavieja



Con relación al sexto punto:

Le comunico, que la tarifa del servicio del alumbrado varía, y depende del consumo que realicen los beneficiarios. Por lo tanto no hay un valor establecido.

No siendo más el motivo de su petición agradezco su amable atención.

Atentamente,

Ing. JHON EDISON CASTRO SANDOVAL
Jefe de Planeación Municipal

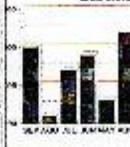


Calle 4 No. 3 - 53 Edificio Municipal Telefax: 8797744

Email: contactenos@villavieja-huila.gov.co

ANEXO D.

FACTURA DE CONSUMO ENERGÍA MUNICIPIO DE VILLAVIEJA

 FACTURA DE VENTA No. 37088409 FECHA DE EMISION 09/10/2015		GRACIELA MOYA DE CASTRO 119,920 CRA 4 # 4-19 VILLAVIEJA		SU CODIGO DE CUENTA NIT 169575845 <small>PARA CONSULTAR CONVENIO Y PAGOS VERIFICAR</small>																									
<small>Horas Máx. Interrupciones DES</small> <small>Horas Máx. Interrupciones DES</small> <small>Demanda</small> 1.258 <small>Grupo</small> <small>Instituto</small> 3/2013 <small>Cl</small> 547.8		<small>CIRCUITO:</small> FRVPO16 2060016		<small>Anta:</small> 1 4200011131 <small>Nivel de Tension:</small> 1 <small>Ciclo:</small> 22 LIBRETIN <small>Carga en Watos:</small> 1000 <small>Clase Servicio:</small> Residencial <small>Estrato:</small> 2																									
<small>Consumo</small> <small>Medida</small> <small>Tipo</small> <small>Obs</small> <small>Leet</small> <small>Actual</small> <small>Leet</small> <small>Anterior</small> <small>Factor</small> <small>Ciclo de Fact</small> 21275009 TSK 15 0 11256 231081 98		ULTIMOS CONSUMOS kWh  <table border="1"> <tr><td>SEP 10</td><td>97</td></tr> <tr><td>AGO 01</td><td></td></tr> <tr><td>JUL 09</td><td></td></tr> <tr><td>JUN 09</td><td></td></tr> <tr><td>MAY 03</td><td></td></tr> <tr><td>ABR 102</td><td>71</td></tr> </table>				SEP 10	97	AGO 01		JUL 09		JUN 09		MAY 03		ABR 102	71												
SEP 10	97																												
AGO 01																													
JUL 09																													
JUN 09																													
MAY 03																													
ABR 102	71																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Factor</th> <th>Clase</th> <th>Tarifa</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>173</td> <td>88</td> </tr> </tbody> </table>		Factor	Clase	Tarifa	Valor	1	1	173	88	<small>Original</small> <small>Final</small> 2952 <small>kWh</small>		COSTO UNITARIO DE PRESTACION DEL SERVICIO <small>Op</small> 58.65 <small>De</small> 1.68 <small>Pa</small> 21.75 <small>Tp</small> 21.73 <small>Op</small> 61.71 <small>Rta</small> 7.41 <small>CU</small> 61.14 <small>(\$/kWh)</small>																	
Factor	Clase	Tarifa	Valor																										
1	1	173	88																										
FINANCIACION Y OTROS <table border="1"> <thead> <tr> <th>Financiación</th> <th>Cua.</th> <th>Per</th> <th>Total</th> <th>Per</th> <th>Saldo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Financiación</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Financiación	Cua.	Per	Total	Per	Saldo	Financiación						DETALLE DE CUENTA <table border="1"> <tbody> <tr><td>21</td><td>Consumo Prepaid</td><td>\$7,412</td></tr> <tr><td>110</td><td>Interes Mora</td><td>40</td></tr> <tr><td>100</td><td>Ajuste Decena</td><td><??></td></tr> <tr><td>51</td><td>Impuesto Alim. Pub</td><td>3,009</td></tr> </tbody> </table>		21	Consumo Prepaid	\$7,412	110	Interes Mora	40	100	Ajuste Decena	<??>	51	Impuesto Alim. Pub	3,009	RESUMEN DE CUENTA <small>OTROS</small> <small>PAGO</small> <small>FECHA DE</small> <small>LECTURA</small> <small>FECHA DE</small> <small>ABONO</small> 20/10/2015 \$0 \$3,009 \$21,531 TOTAL A PAGAR	
Financiación	Cua.	Per	Total	Per	Saldo																								
Financiación																													
21	Consumo Prepaid	\$7,412																											
110	Interes Mora	40																											
100	Ajuste Decena	<??>																											
51	Impuesto Alim. Pub	3,009																											
FOES <small>Mon</small> <small>\$/kWh</small> <small>Total</small> <small>V. Fact</small>		Subsidio Contribución -15,919		\$24,540																									

LA ETIQUETA DEL CONTADOR ASEGURA LA LECTURA, CONSERVALA Otrs: lectura
 RECLAMOS DE ALUMB. PUBLICO: CALLE 4 # 3-49 ALCALDIA Toma excesa de lectura

COBRO CONCEPTO ENERGIA

Código de Cuenta	169575845
Factura de Venta No.	37088409
Período	10-2015
Fecha que se debe pagar	20/10/2015
Sumatoria o parte de	
Valor total a pagar	\$24,540



Original
 Borrar cualquier fechora dejar libre de sellos hasta si invierte como al receptor de esta factura

ANEXO E.

RESPUESTA AL DERECHO PETICIÓN ALCALDÍA DE VILLAVIEJA



ANEXO F.

**RESPUESTA DERECHO PETICIÓN A LA JUNTA ACCIÓN COMUNAL VEREDA
EL CUZCO**

**MUNICIPIO DE VILLAVIEJA
JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL VEREDA EL CUZCO
RESOLUCION 062 DE 1989 MINISTERIO DE GOBIERNO**

Neiva 15 de agosto 2015

Señor:

SILVESTRE LOZANO MARTINEZ
Universidad Surcolombiana
Neiva Huila

Ref: Respuesta a su derecho de petición

Por medio de la presente me permito dar respuesta, a su derecho de petición radicado el día 1 de agosto del 2015 a la Junta de acción comunal de la vereda el Cuzco, solicitando con fines académicos la siguiente información.

Número de habitantes de la vereda el Cuzco: 120 habitantes.

Número de familias de la vereda el Cuzco: 30 familias.

Número de viviendas de la vereda el Cuzco: 32 incluyendo observatorio y la escuela.

No siendo más esperamos haber ayudado a la contribución de su proyecto de investigación que viene realizando en la Vereda el Cuzco.



LUIS HUMBERTO SOTTO

Presidente

Email: luis_soto92@hotmail.com

Cel. 3123847067

ANEXO G.

ENCUESTA

TESIS Mitigación de la Contaminación Lumínica en el Bosque Seco Tropical de La Tatacoa



ENCUESTA PARA TESIS DE GRADO "MITIGACION DE LA CONTAMINACION LUMINICA EN EL BOSQUE SECO TROPICAL LA TATACOA"

En colaboración con la universidad surcolombiana programa de licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química, Biología y el observatorio astronómico El Cuzco de La Tatacoa
CARLOS ALBERTO RODRIGUEZ

Esta encuesta esta elaborada con fines academicos para el aporte en la construccion de herramientas que ayuden a la mitigacion de la contaminacion luminica y a la ciencia de la astronomia.

Responda las preguntas marcando con una X sobre la linea

Dirección de Residencia: EL MIRADOR.

1. ¿Cuáles son las actividades económicas de la familia?

Agrícola Ganadera Turismo Minera otros _____

2. ¿Qué entienden por contaminación?

El turismo en masa = Destruyen y arrojan basura.

3. ¿Cuál cree usted que es el mayor contaminante del desierto?

Exceso de residuos (Basura) exceso de luminosidad Tala y caza de flora y fauna otros, Cuales _____

4. ¿Qué actividad es la más habitual en el desierto la Tatacoa?

Caminatas y camping observación astronómica investigación arqueológica Investigación fauna y flora

otra Cuales _____

5. ¿Sabe que es la contaminación lumínica?

Sí No Que es Exceso de luz que contamina el medio ambiente

6. Si respondió si a la anterior ¿Cuáles son las consecuencias que produce la contaminación lumínica?

Silvestre Lozano Martinez, Jorge Daniel Baldion, Heidy Díaz Rodriguez
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
Neiva - Huila

Afectación fauna y flora Problemas de salud deterioro en la observación astronómica otros _____

7. ¿Estaria dispuesto en colaborar para disminuir o mitigar la contaminación lumínica en el desierto La Tatacoa?

Si ___ No por que Siempre cuando nos beneficia.

8. Conoce la propuesta de declaratoria de patrimonio de cielos oscuros de la UNESCO

Si ___ No

9. ¿Está de acuerdo que el cielo del desierto La Tatacoa sea declarado patrimonio de cielos oscuros?

___ Si No

10. ¿Cómo visualiza el desierto en 10 años?

Mas desértico, mas visitado

11. ¿Cuáles medios de comunicación regionales o locales consumen en su casa?

Prensa Radio Televisión Internet _____ Otros _____

¿Cuáles? _____

¡MUCHAS GRACIAS!

Silvestre Lozano Martinez, Jorge Daniel Baldion, Heidi Díaz Rodríguez
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
Neiva - Huila

ANEXO H.

PLANILLA 1. BOSQUE SECO TROPICAL LA TATACOA, MEDICIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA CIELO COMPLETO USANDO EL (SQM).

PLANILLA 1 : DESIERTO DE LA TATACOA, MEDICION DE LA CONTAMINACION LUMINICA DEL CIELO COMPLETO USANDO EL SQM

OBSERVADORES (INICIALES) _____ HORA INICIO _____ HORA FIN _____ FECHA _____

Az	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
H													
15°													
20°													
30°													
45°													
60°													
90°													

ANEXO I.

PLANILLA 2. MEDICIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA DE NEIVA USANDO EL SQM

PLANILLA 2 : MEDICION DE LA CONTAMINACION LUMINICA DE NEIVA USANDO EL SQM
 OBSERVADORES (INICIALES) _____ HORA INICIO _____ HORA FIN _____ FECHA _____

Az H	170°	180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	250°	260°	270°	280°	290°	300°
15°														
20°														
25°														
30°														
40°														
50°														
60°														
90°														

ANEXO J.

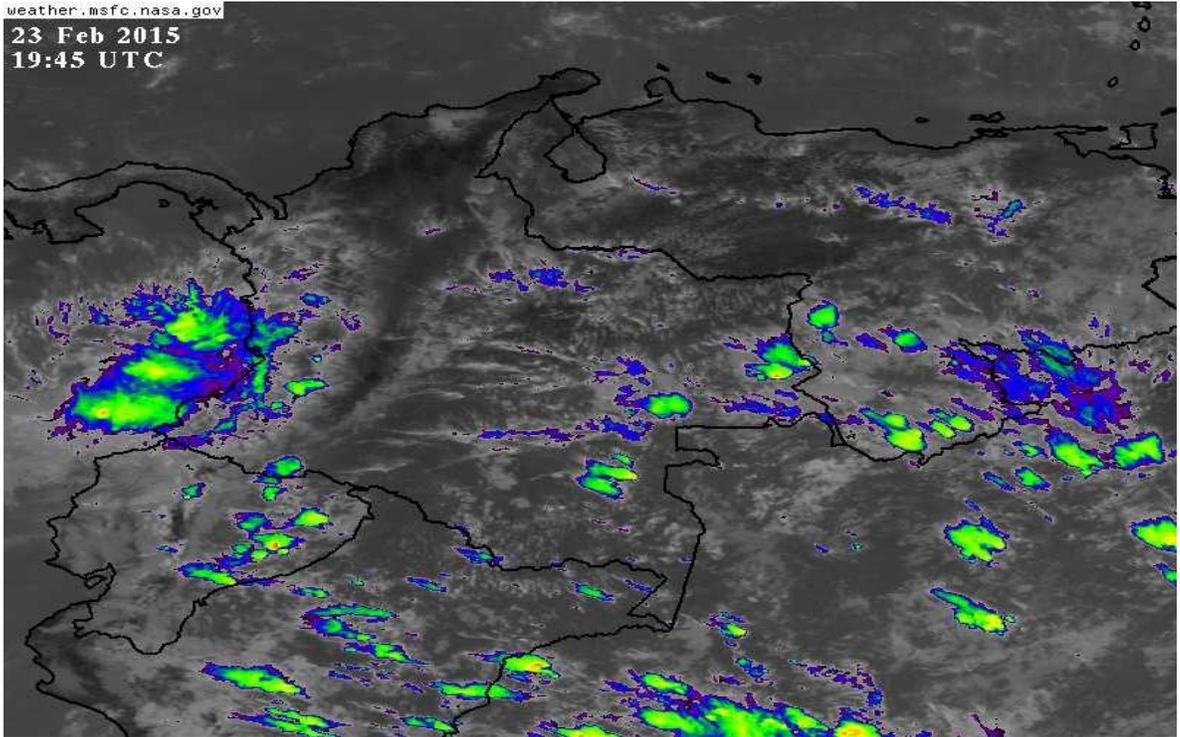
Planilla 3. POSICION DE LAS FUENTES CONTAMINANTES

PLANILLA 3. POSICION DE LAS FUENTES CONTAMINANTES						
ID Lugar	Azimut	Altura	Posición GPS	Distancia (m)	Intensidad Relativa	Comentarios

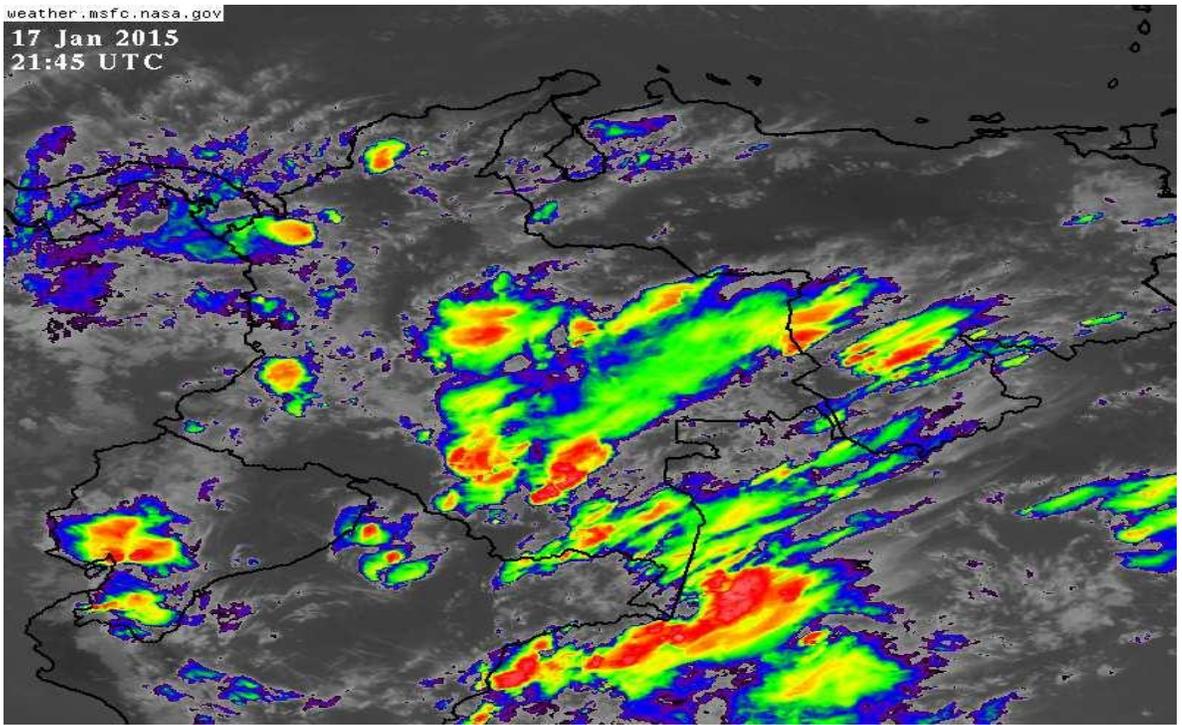
Con la posición GPS del Observatorio del Cuzco y con la posición GPS del Lugar se puede determinar la distancia

Posición GPS del Cuzco =

ANEXO K. IMÁGENES SATÉLITE GOES 12 NASA



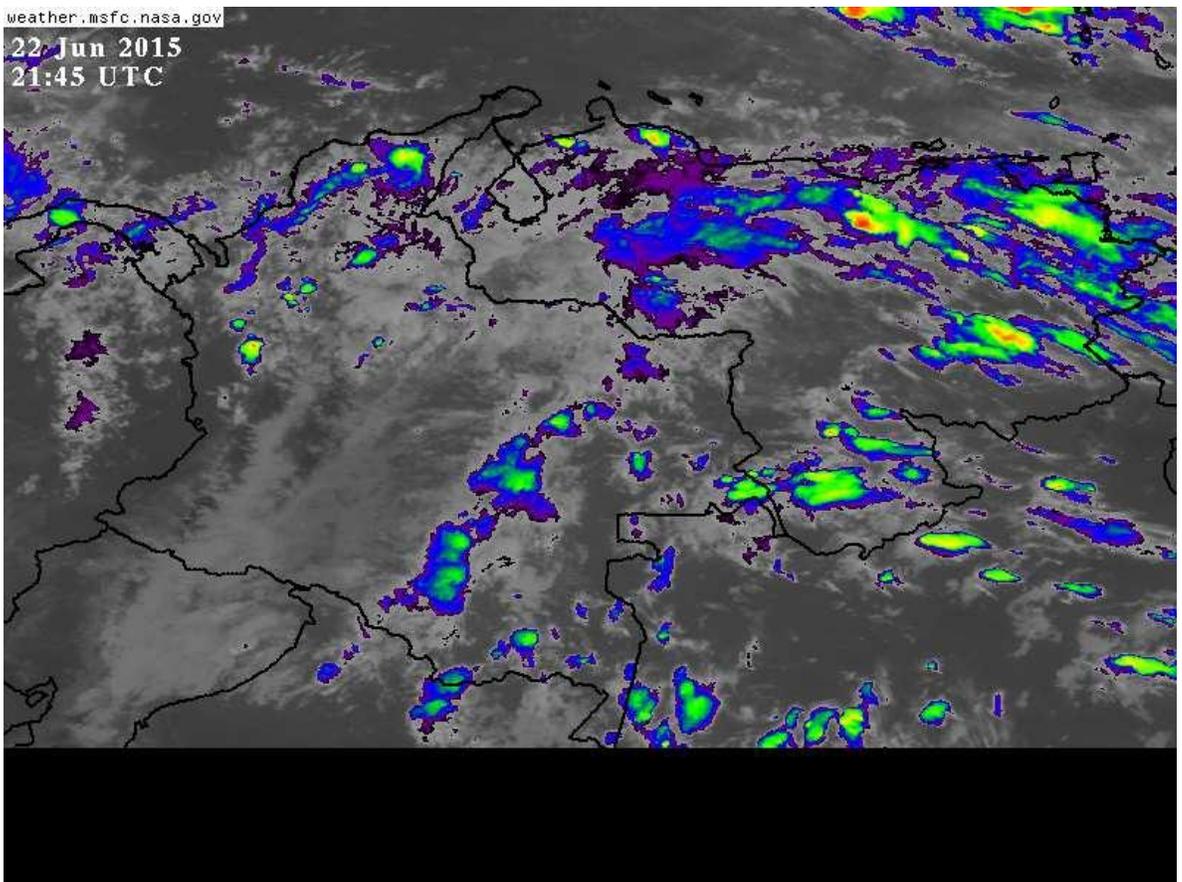
weather.msfc.nasa.gov
17 Jan 2015
21:45 UTC



weather.msfc.nasa.gov

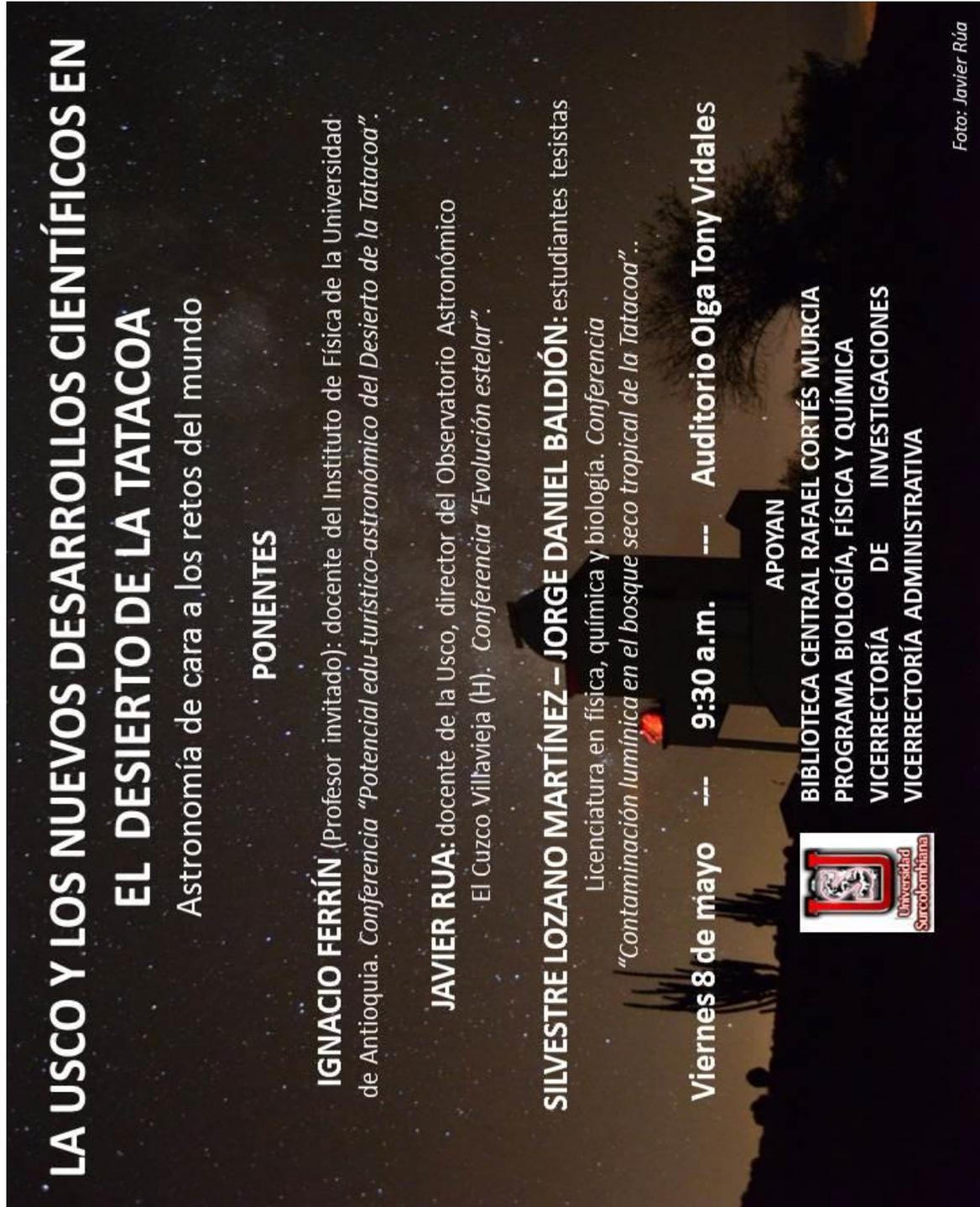
22 Jun 2015

21:45 UTC



ANEXO L.

CONVOCATORIA: FORO LA USCO Y LOS NUEVOS DESARROLLOS CIENTÍFICOS EN EL DESIERTO DE LA TATACOA.



LA USCO Y LOS NUEVOS DESARROLLOS CIENTÍFICOS EN EL DESIERTO DE LA TATACOA

Astronomía de cara a los retos del mundo

PONENTES

IGNACIO FERRÍN (Profesor invitado): docente del Instituto de Física de la Universidad de Antioquia. Conferencia *"Potencial edu-turístico-astronómico del Desierto de la Tatacoa"*.

JAVIER RUJA: docente de la Usco, director del Observatorio Astronómico El Cuzco Villavieja (H). Conferencia *"Evolución estelar"*.

SILVESTRE LOZANO MARTÍNEZ – JORGE DANIEL BALDIÓN: estudiantes tesisistas
Licenciatura en física, química y biología. Conferencia
"Contaminación lumínica en el bosque seco tropical de la Tatacoa"..

Viernes 8 de mayo --- **9:30 a.m.** --- **Auditorio Olga Tony Vidales**
APOYAN

 BIBLIOTECA CENTRAL RAFAEL CORTÉS MURCIA
PROGRAMA BIOLOGÍA, FÍSICA Y QUÍMICA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES
VICERRECTORÍA ADMINISTRATIVA

Foto: Javier Rúa

ANEXO M. REGISTRO Y CONTROL DE ACTIVIDADES: FORO LA USCO Y SUS NUEVOS DESARROLLOS CIENTÍFICOS EN EL DESIERTO LA TATACOA.

GESTIÓN DE LA CALIDAD		REGISTRO Y CONTROL DE ACTIVIDADES			
CÓDIGO	EV/CAL-FO-08	VERSIÓN	1		
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD Y/O EVENTO		FECHA	8 de mayo del 2015		
LUGAR		HORA	9:30 a.m.		
IDENTIDAD NOMBRES Y APELLIDOS		PROCESO Y/O OFICINA	CARGO		
			CORREO ELECTRÓNICO		
			FIRMA		
1	Ingrid Shofish Guad. Núñez		Estudiante	shofish170@hotmail.com	
2	Juan Santiago Girardo Suelter		Estudiante	jsgirardobac@hotmail.com	
3	Cristian Camilo Guadalupe Rivera		Estudiante	Cresenzuelo@hotmail.com	
4	Luis Eduardo Arevalo		Estudiante	Fula Emma - 9462607	
5	Héctor Jiménez Cleves		Estudiante	helmer.jimenez@ugm.edu.cu	
6	Sergio Andrés Rojas Trujillo		Estudiante	Sergio.a.r.t@hotmail.com	
7	Silvia Lucía Sánchez Ángel		Estudiante	Silvia.lucia@gmail.com	
8	Carla Edwards Geller Subirats		Docente	Carla.edwards@yale.edu	
9	Oscar Houghton		Estudiante	oscar.houghton@yale.edu	
10	Cristian Fernando Cárdenas		Estudiante	gth.cardenas@yale.edu	
11	Wolfgang Gonthier		Estudiante	Wolfgang.gonthier@yale.edu	
12	Anderson Obando R		Docente	anderson.obando@yale.edu	
13	Juan A. Pineda		Docente	juan.pineda@yale.edu	
14	Ulises Felipe Lozad Luna		Estudiante	ulises.felipe@yale.edu	
15	Sebastián Salvo Vega		Estudiante	sebastian.salvo@yale.edu	
16	Gerardo Marino C.		Estudiante	gerardo.marino@yale.edu	

La versión impresa y controlada de este documento solo podrá ser consultada a través del sitio web institucional www.usco.edu.cu. La Secretaría de Calidad es responsable de la publicación, actualización y control de este documento en la Universidad Suramericana.

GESTIÓN DE LA CALIDAD					
REGISTRO Y CONTROL DE ACTIVIDADES					
CÓDIGO	EV-CAL-PO-03	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2012
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD Y/O EVENTO		FECHA	28 de mayo de 2015		
LUGAR		HORA	9:30 a.m.		
N°	IDENTIDAD NOMBRES Y APELLIDOS	PROCESO Y/O OFICINA	CARGO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
1	Angel Alberto Taylor Pedraza		Estudiante	210812105292@unsa.edu.ec	
2	Emma Nicolas (Papa) H.		Estudiante	emma007@hotmail.com	
3	Yuri Humberto Romero		Estudiante	yuri.pumahuay@mail.com	
4	Uliona Andrea Calderon C.		Estudiante	UlionaCald@unsa.edu.ec	
5	Katherine Gomez A		Estudiante	Katherine10@hotmail.com	
6	Oscar Robles Cuellar		Estudiante	Oscar33@hotmail.com	
7	Eden Andres Ortiz		Estudiante	Edenandres09@gmail.com	
8	Juan Sebastian Gato P.		Estudiante	JGato1998@hotmail.com	
9	Juan Carlos Trujillo Yajay		Estudiante	JuanCarlos256@hotmail.com	
10	Carlos Andres Alatorre		Estudiante	Carla10406096@gmail.com	
11	Esteliana Andrea Gonzalez Morales		Estudiante	tagoara@hotmail.com	
12	Miguel Angel Ortiz Anaya		Estudiante	angelul1795@hotmail.com	
13	Sergio Andres Yepes Conde		Estudiante	sergio.yepes@hotmail.com	
14	Edwin Mora Gonzalez		Estudiante	edmoraga93@hotmail.com	
15	Mario Andres Jimenez Murcia		Estudiante	mariojimenez1003@hotmail.com	
16	Nicolas Hernandez Rosas Vargas		Estudiante	nicolas.hernandez96@hotmail.com	

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web institucional www.unsa.edu.ec. Toda otra impresión o fotocopia de este documento, sin el consentimiento de la Universidad, quedará sujeta a sanciones administrativas.

UNIVERSIDAD DE LA LIBERTAD		REGISTRO Y CONTROL DE ACTIVIDADES		PÁGINA		1 de 1	
CODIGO	EN-CAL-FO-03	VERSION	1	VIOLENCIA	3812	FECHA	8 de mayo de 2015
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD Y/O EVENTO	FORO: Los USCO y los nuevos desarrollos científicos en el desierto de la Tatacoa			FECHA	8 de mayo de 2015		
LUGAR	Auditorio Cigo Tony Vidales			HORA	9-30 a.m.		
N°	IDENTIDAD NOMBRES Y APELLIDOS	PROCESO Y/O OFICINA	CARDO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA		
1	S Daniela Andara C		Estudiante	s.daniela.andara@gmail.com			
2	Jorge Sebastian Espinal reotta		Estudiante	espiro@unilibertad.com			
3	Juan Pablo Mejias Diaz		Estudiante	jmejias@unilibertad.com			
4	Juan Sebastian Alfonso Loira		Estudiante	sebastianloira@unilibertad.com			
5	David Eduardo Soto Castro		Estudiante	dsoto@unilibertad.com			
6	María Virginia Mesa		Estudiante	vmesa@unilibertad.com			
7	Yolanda Patricia Lopez		Estudiante	ypatricia@unilibertad.com			
8	Christian Felipe Lopez		Estudiante	cllopez@unilibertad.com			
9	Alfonso Lopez		Estudiante	alopez@unilibertad.com			
10	Enrique Lopez		Estudiante	enlopez@unilibertad.com			
11	Christian Felipe Lopez		Estudiante	cllopez@unilibertad.com			
12	Ricardo Fernando Herrera C		Estudiante	rherrera@unilibertad.com			
13	Fernán Rodríguez R		Estudiante	fernandez@unilibertad.com			
14	Enrique Lopez		Estudiante	enlopez@unilibertad.com			
15	Juan Pablo Mejias Diaz		Estudiante	jmejias@unilibertad.com			
16	Christian Camilo Castañeda		Estudiante	ccastaneda@unilibertad.com			

La versión vigente y controlada de este documento, sólo podrá ser consultada a través del sitio web institucional: www.usco.edu.co. En cualquier caso, la versión vigente es la que se encuentra en el sitio web institucional. La copia impresa de este documento es responsabilidad de la Universidad de la Libertad.

GESTIÓN DE LA CALIDAD					
REGISTRO Y CONTROL DE ACTIVIDADES					
CÓDIGO	EV-CAL-PO-03	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2012
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD Y/O EVENTO		FECHA	Página 1 de 1		
LUGAR		HORA			
N°	IDENTIDAD NOMBRES Y APELLIDOS	PROCESO Y/O OFICINA	CARGO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
1	OSCAR FERNANDO JIMENEZ DIAZ	ES	ESTUDIANTE	oscar37@gmail.com	OSCAR
2	Juan Carlos Ramirez Ipaiz		Estudiante	juccar1007@hotmail.com	
3	Oliveria J		Estudiante	ol.scar@gmail.com	
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

Viernes 8 de mayo de 2015
9:30 a.m.

Foro: La usco y los nuevos desarrollos científicos en el desierto de Tatacoa

Auditorio Olga Tony Vidales

La versión original y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web institucional www.unica.edu.co. Esta Síntesis Generada en Calidad, La Impresión, el Formateo y la Publicación, son consideradas como documentos no controlados y su uso implica responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

ANEXO N.

PUBLICACIÓN PERIÓDICO DIARIO DEL HUILA SÁBADO 9 DE MAYO 2015.



ANEXO Ñ.

CARTA DE COMPROMISO INSTITUCIONAL AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



República de Colombia
Departamento del Huila
Municipio de Villavieja



Villavieja, Octubre 18 de 2015.

Señores:
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
Programa Licenciatura En Ciencias Naturales: Física, Química, Biología
Neiva

Asunto: Compromiso Proyecto de Investigación.

Cordial Saludo,

La Coordinación Municipal de Cultura y Turismo, manifiesta el compromiso y la voluntad de hacer acompañamiento dentro del proceso de Investigación adelantado en el DRMI "La Tatacoa", al respecto del Proyecto "Mitigación de la contaminación lumínica en el Bosque Seco Tropical de la Tatacoa" desarrollado por los estudiantes de Licenciatura En Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, Silvestre Lozano Martínez y Jorge Dan el Baldión.

Resaltamos la importancia de este proceso Investigativo, en el marco del "Turismo Astronómico", y demás programas y actividades afines al mismo que se puedan desarrollar en el área.

Que es necesaria la implementación y puesta en marcha de los resultados que en esta etapa de investigación se logren, para lo cual se requiere el compromiso institucional entendiendo que el lugar objeto de estudio es un Área Protegida con la denominación de Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) "La Tatacoa", el cual cuenta con un ecosistema único a nivel nacional y gracias a su posición geográfica y sus características atmosféricas es de importancia a nivel mundial.

Cordialmente,



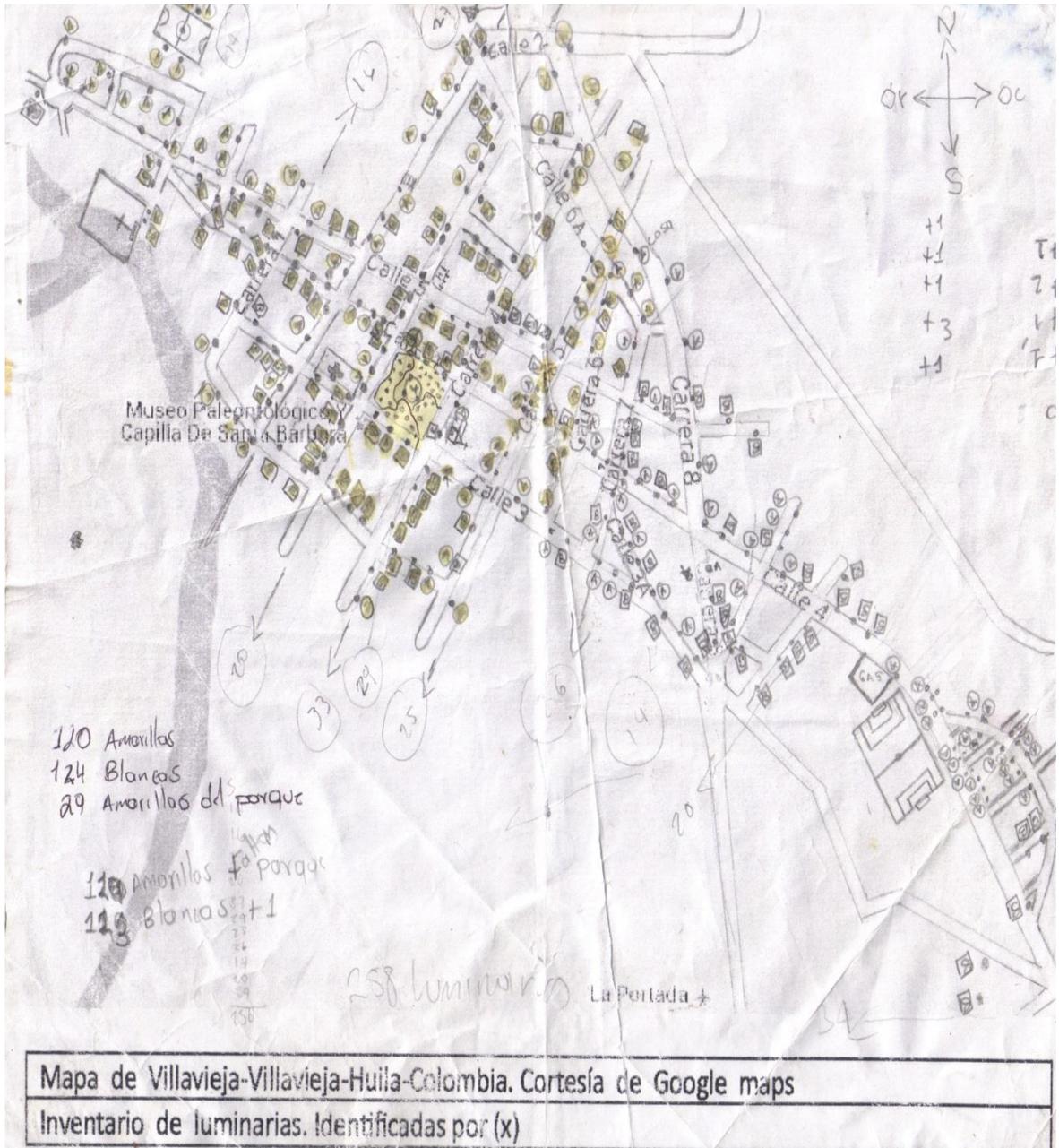
EDISSON IZQUIERDO SABOGAL
Coordinador de Cultura y Turismo Municipal



Calle 4 No. 3 - 52 Edificio Municipal, Teléfono: 099 452 21 45
E-mail: coordinador@villavieja.gov.co

ANEXO O.

MAPA BORRADOR LEVANTAMIENTO MAPA LUMINARIAS ALUMBRADO PUBLICO DE VILLAVIEJA.



ANEXO P.

UNIDAD DIDACTICA

ANEXO Q.

GUÍA DE CAMPO

