



**PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA
GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA
EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA**

Andrés Felipe Delgado Rozo

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, 22 de abril de 2019

**PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA
GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA
EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA**

Andrés Felipe Delgado Rozo

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Ambiental

Director:

Félix Darío Sánchez Lancheros

Línea de Investigación:

Ingeniería para la sostenibilidad de sistemas naturales y manejo integrado del recurso hídrico

Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Programa Ingeniería Ambiental

Bogotá, Colombia

2019



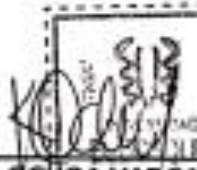
SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

ACTA No: 1045

El día **10 MAYO 2019**, en las instalaciones de la Universidad El Bosque, se desarrolló la sustentación del trabajo de grado titulado **PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA**, escrito por **ANDRÉS FELIPE DELGADO ROZO**, CÉDULA 1020778539, bajo la dirección de **FELIX DARIO SANCHEZ LANCHEROS**, CÉDULA 17049510, como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental. El trabajo fue evaluado por los jurados **JOSE ALFONSO AVELLANEDA CUSARIA** CÉDULA 19.220.589 y **HERNANDO NIÑO PARRA** CÉDULA 19128303, quienes deliberaron y concluyeron que cumple con los criterios de calidad.

Por lo tanto, el trabajo es: **Aprobado**.

En constancia, se firma en Bogotá, D.C.


KENNETH OCHOA VARGAS
Director
Programa de Ingeniería Ambiental


GERMÁN AGUDELO ASCENCIO
Secretario Académico
Facultad de Ingeniería



Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

(Dedicatoria)

A mis padres por todo su esfuerzo inconmensurable en este largo camino y a mi hijo que es la luz de mi alma y es el pilar determinante de mi vida.

Agradecimientos

A la universidad El Bosque por su excelencia, a los docentes por su ayuda y apoyo para la culminación de este objetivo. Este proyecto de investigación no hubiese sido posible sin el acompañamiento de mi director y el profesor Hommy Copete quienes me guiaron en este camino brindándome su sabiduría y su valiosa amistad para hacer de mí un ingeniero ambiental con excelentes valores y aptitudes.

Tabla de contenido

Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción	3
2. Planteamiento del problema	4
2.1 Situación insatisfactoria.....	6
2.2 Situación ideal	7
3. Objetivo generales y específicos.....	8
3.1 Objetivo general	8
3.2 Objetivos específicos.....	8
4. Justificación	8
5. Marco referencial	11
5.1 Antecedentes	11
5.2 Estado del arte.....	12
5.3 Marco teórico	14
5.4 Marco conceptual	16
5.5 Marco normativo	18
5.6 Marco geográfico	22
5.7 Marco institucional.....	27
6. Diseño metodológico.....	28
6.1 Metodología.....	29
6.2 Enfoque	38
6.3 Alcance	39
6.4 Método.....	39
7. Plan de trabajo	42
7.1 Cronograma	42
7.2 Presupuesto	43
8. Resultados y análisis	44
8.1 Analizar las diferentes metodologías propuestas donde se utilicen compuestos químicos los cuales pueden llegar a ser eficientes con la técnica del bombardeo de nubes	44

8.1.1	<i>Análisis de las metodologías propuestas para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.</i>	45
8.1.2	<i>Selección de metodología para la posible implementación de la técnica en el municipio de Manaure, La Guajira</i>	51
8.1.3	<i>Análisis de compuestos químicos los cuales pueden ser utilizados para la técnica de bombardeo de nubes.</i>	52
8.1.4	<i>Selección de los compuestos químicos los cuales pueden ser utilizados para la técnica de bombardeo de nubes.</i>	59
8.1.5	<i>Identificación de los cuerpos nubosos existentes en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.</i>	60
8.2	<i>Determinar las condiciones climáticas ideales para propiciar la precipitación artificial en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.</i>	61
8.2.1	<i>Descripción de las características ambientales en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.</i>	61
8.2.1.1	<i>Nubosidad</i>	61
8.2.1.2	<i>Precipitación</i>	62
8.2.1.3	<i>Temperatura</i>	64
8.2.1.4	<i>Velocidad del viento</i>	65
8.2.1.5	<i>Dirección del viento</i>	66
8.2.2	<i>Análisis de las características ambientales en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.</i>	68
8.2.3	<i>Selección de la temporada ideal para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.</i>	69
8.3	<i>Establecer los impactos que puedan causar en la salud los diferentes reactivos químicos que se pueden utilizar en las diferentes metodologías de bombardeo de nubes.</i>	72
8.3.1	<i>Toxicidad del Yoduro de Plata en el ser humano</i>	73
8.3.2	<i>Toxicidad del Yoduro de Plata en el ambiente</i>	73
8.3.3	<i>Análisis de la toxicidad del Yoduro de plata</i>	74
9.	<i>Conclusiones</i>	75
10.	<i>Recomendaciones</i>	79
11.	<i>Referencias</i>	79
12.	<i>Anexos</i>	88
13.	<i>Glosario</i>	100

Listado de Tablas

Tabla 1. Marco legal relacionado con la técnica del bombardeo de nubes con Yoduro de Plata.....	18
Tabla 2. Diseño metodológico para cada objetivo del proyecto.....	40
Tabla 3. Presupuesto proyecto de investigación.....	44
Tabla 4. Análisis de implementaciones de la técnica de bombardeo de nubes	52

Listado de Figuras

Figura 1. Diagrama del problema	6
Figura 2. Representación gráfica de Colombia en el continente sudamericano	24
Figura 3. Representación gráfica del departamento de La Guajira en el país, municipios pertenecientes a La Guajira	25
Figura 4. Representación gráfica tomada de imagen satelital de la ubicación del municipio de Manaure, La Guajira	26
Figura 5. Representación gráfica tomada de imagen satelital del casco urbano y rural perteneciente al municipio de Manaure, La Guajira. Incluyendo minas de las marítima en la zona occidental del municipio	27
Figura 6. Diagrama del marco institucional perteneciente al proyecto.....	28
Figura 7. Metodología para el análisis	30
Figura 8. Metodología de siembra terrestre.....	31
Figura 9. Metodología de siembra aérea	32
Figura 10. Metodología de siembra terrestre con utilización de cohetes.....	33
Figura 11. Metodología para la consulta de bases de datos meteorológicas	36
Figura 12. Metodología para analizar los impactos del Yoduro de Plata en los diferentes componentes seleccionados.....	38
Figura 13. Cronograma estudio de investigación	42
Figura 14. Cálculos metodología tierra-aire.....	47
Figura 15. Cálculos metodología aérea	50
Figura 16. Nubosidad en el municipio de Manaure, La Guajira	62
Figura 17. Precipitación en el municipio de Manaure, La Guajira	63
Figura 18. Curvas IDF para Manaure, La Guajira	64
Figura 19. Temperaturas máximas en el municipio de Manaure, La Guajira	65
Figura 20. Velocidad del viento en Manaure, La Guajira	66

Figura 21. Rosa de los vientos de Manaure, La Guajira	67
Figura 22. Precipitación específica en la temporada ideal	70
Figura 23. Nubosidad específica en la temporada ideal.....	71
Figura 24. Velocidad del viento específica en la temporada ideal	72

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Resumen

Este estudio es dirigido a la facultad de ingeniería ambiental de la universidad El Bosque como propuesta para el proyecto de grado. Contiene modelos metodológicos estudiados y analizados a través del tiempo por diversos países con resultados importantes que permiten replicarlos como es el caso de la península de La Guajira en el municipio de Manaure. Se necesita del conocimiento de variables y conocimientos hidrológicos y meteorológicos para el correcto funcionamiento de la técnica de bombardeo de nubes con Yoduro de Plata. El bombardeo de nubes con Yoduro de Plata es una técnica que ha sido utilizada en varias zonas del planeta con el propósito de generar y/o intensificar las lluvias en zonas específicas para mejorar la calidad de vida y la sostenibilidad de los ecosistemas de la región. Esta técnica puede también ser utilizada para alterar el ciclo hidrológico y así evitar la precipitación, para efectuar esta metodología se recurre a una precipitación anticipada para descargar las nubes y así evitar la precipitación involuntaria de los cuerpos nubosos.

Manaure es un municipio del departamento de La Guajira el cual tiene como principal fuente económica la explotación de sal, el propósito de este proyecto es proponer un método para su futura implementación y así propiciar la lluvia en esta región para tener la posibilidad de contar con más abundancia del recurso hídrico que solucionaría la problemática de carácter social, ambiental y económico. Se podrá tener más opciones de ingresos y de igual manera las inversiones en la región pueden verse afectadas de manera positiva lo que podría brindar unas condiciones de vida más eficientes para los habitantes del municipio.

Se deben analizar de manera correcta los diferentes compuestos químicos y su impacto en el ecosistema y en la salud pública de la región. De esta manera se plantea la propuesta con unas bases tangibles y verídicas para el éxito de una posible implementación futura de la técnica en la península de La Guajira en el municipio de Manaure, así mismo, se debe analizar y seleccionar la temporada ideal para la implementación de la técnica en la península teniendo en cuenta las diferentes variables existentes en la zona. Posterior a esto se debe hacer un análisis antes y después de la implementación de la técnica para evaluar las afectaciones al medio ambiente y a la población residente en el municipio de Manaure.

Palabras Clave: Precipitación, Nubes, Aire, Recurso hídrico, Ambiente.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Abstract

This study is addressed to the faculty of environmental engineering of El Bosque University as a proposal for the degree project. It contains methodological models studied and analyzed over time by several countries with important results that allow replicating them as is the case of the La Guajira peninsula in the municipality of Manaure. Knowledge of hydrological and meteorological variables and knowledge is needed for the proper functioning of the technique of cloud bombardment with Silver Iodide. The bombardment of clouds with Silver Iodide is a technique that has been used in several areas of the planet with the purpose of generating and / or intensifying the rains in specific areas to improve the quality of life and the sustainability of the ecosystems of the region. This technique can also be used to alter the hydrological cycle and thus avoid precipitation. To carry out this methodology, an advance precipitation is used to discharge the clouds and thus avoid the involuntary precipitation of cloud bodies. Manaure is a municipality of the department of La Guajira which has as its main economic source the exploitation of salt, the purpose of this project is to propose a method for its future implementation and thus promote rain in this region to have the possibility of having more abundance of the hydric resource that would solve the problem of social, environmental and economic character. It will be possible to have more income options and in the same way investments in the region can be affected in a positive way which could provide more efficient living conditions for the inhabitants of the municipality. The different chemical compounds and their impact on the ecosystem and public health of the region must be analyzed correctly. In this way the proposal is presented with a tangible and true basis for the success of a possible future implementation of the technique in the peninsula of La Guajira in the municipality of Manaure, likewise, it must analyze and select the ideal season for implementation of the technique in the peninsula taking into account the different variables existing in the area. After this, an analysis must be made before and after the implementation of the technique to assess the effects on the environment and the population resident in the municipality of Manaure.

Keywords: Precipitation, Clouds, Air, Water resources, Environment.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

1. Introducción

La metodología consiste en bombardear las nubes con diferentes compuestos químicos los cuales poseen la propiedad de acelerar los procesos de precipitación en épocas de sequía y almacenar el recurso hídrico en las reservas destinadas a ello, cuando un área específica posee necesidad de precipitación para los diferentes sectores socioeconómicos, (doméstico, pecuario, agrícola e industrial). El objetivo es procurar, mediante la técnica de utilizar el Yoduro de Plata (AgI), hacer llover sobre una zona específica teniendo en cuenta condiciones climáticas apropiadas como la dirección del viento, nubosidad adecuada y épocas con precipitaciones mínimas. Esta técnica tiene la versatilidad de contrarrestar el fenómeno de la niña y del niño con un pequeño cambio en la concentración de los compuestos químicos utilizados. (Rodríguez López, o., prieto González, r., & colorado Ruiz, g.2012).

Esta técnica del bombardeo de nubes, específicamente con el Yoduro de Plata (AgI) se originó hace más de medio siglo, en el año 1946 en EEUU. Esta técnica se ha practicado en gran parte del mundo la cual consiste en que se descubre que dentro del cuerpo nuboso se mantenía el agua sobreenfriada en estado líquido a pesar de que las temperaturas son de -5°C a -10°C correspondiente al estado sólido del agua y al aplicar el Yoduro de Plata (AgI) se produce el efecto físico-químico en que el Yoduro de Plata (AgI) actúa como un agente de congelamiento que hace que el agua que está en estado líquido pase a sólido. De esta manera se maximizan las posibilidades para el aumento de la precipitación en la zona idónea del estudio. (Rodríguez López, O., Prieto González, R., & Colorado Ruiz, G.2012).

Este cambio de estado produce una liberación de calor, lo que hace que la nube al calentarse se vuelva inestable y la capacidad de precipitación aumenta de un 10 por ciento a 20 por ciento. Este proceso no tiene un efecto adverso a la salud ni al ecosistema existente ya que la dosificación del compuesto es muy baja, cada generador emite 8gr/hora. Esta técnica se aplica en varios países con altas normativas ambientales. El efecto del Yoduro de Plata (AgI) es inmediato ya que la vida útil del compuesto oscila entre 1 a 2 horas. El término bombardeo viene porque se aplica; igualmente, para combatir el granizo en los países en que se presentan estos problemas. La técnica posee el mismo principio de la artillería antiaérea. De esta manera se puede contrarrestar el fenómeno del niño con técnicas anti-granizo. (Rodríguez López, o., prieto González, r., & colorado Ruiz, g.2012).

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Es preferible hablar de siembra de nubes al referirse al tema. Este se usa en algunas partes como un regulador climático para épocas en las cuales la temperatura aumenta sin previo aviso y así mismo se pueden evitar tragedias ambientales por causa de la sequía, para esta práctica se pueden utilizar varias sustancias como lo es el Yoduro de Plata, nitrato de plata, hielo seco, propano y dióxido de carbono. (Casanave, 2017). En las diferentes pruebas realizadas a nivel mundial se ha observado y analizado que los mejores resultados se han dado cuando el compuesto químico es el Yoduro de Plata o el hielo seco, estos compuestos tienen un mejor empalme con la estructura físico-química de la nube y hace que la reacción esperada se de en un menor tiempo posible con resultados favorables que con otros compuestos. (Lanzos, F. C., 1975).

En la actualidad el desarrollo sostenible se ha convertido en un factor determinante para la viabilidad y trazabilidad de cualquier proyecto incluyendo a estas esferas las cuales son: social, económico y ambiental. El parámetro de salud es de gran importancia ya que si bien se necesitan medidas correctivas para la gestión de estos problemas de carácter ambiental no se puede dejar a un lado la sociedad y su salud publica como un eje fundamental para este proyecto, se debe analizar la inocuidad del Yoduro de Plata en los seres humanos y en la fauna y flora existente en la zona determinada por el proyecto para realizar la implementación de la técnica de acuerdo a la normativa existente en las diferentes zonas donde se desee, se deben tener canales óptimos de comunicación con las diferentes autoridades gubernamentales las cuales proveen la información necesaria para el correcto cumplimiento de las esferas del desarrollo sostenible y de esta manera garantizar un éxito en los resultados para la implementación de la técnica utilizada. (Camacho, M. F.2014).

2. Planteamiento del problema

El calentamiento global se ha convertido en una problemática a nivel mundial, la cual todos los seres humanos deben ser conscientes de los peligros que este conlleva para sí mismos, a partir de la revolución industrial y de países tanto de primer como de tercer mundo han industrializado sus procesos manufactureros como en otros campos, esto conlleva a una mayor polución y emisiones de diferentes compuestos los cuales repercuten en daños irreparables en la capa de ozono, este es un campo de muchos contaminantes con diversos resultados negativos para el equilibrio ecosistémico a nivel global, existen contaminantes que poseen un mayor rango de contaminación que otros, se debe analizar la cantidad de contaminante expulsado a la atmosfera donde el monóxido de carbono es el compuesto más agresivo con el planeta. Los países de tercer mundo los cuales tienen una vasta

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

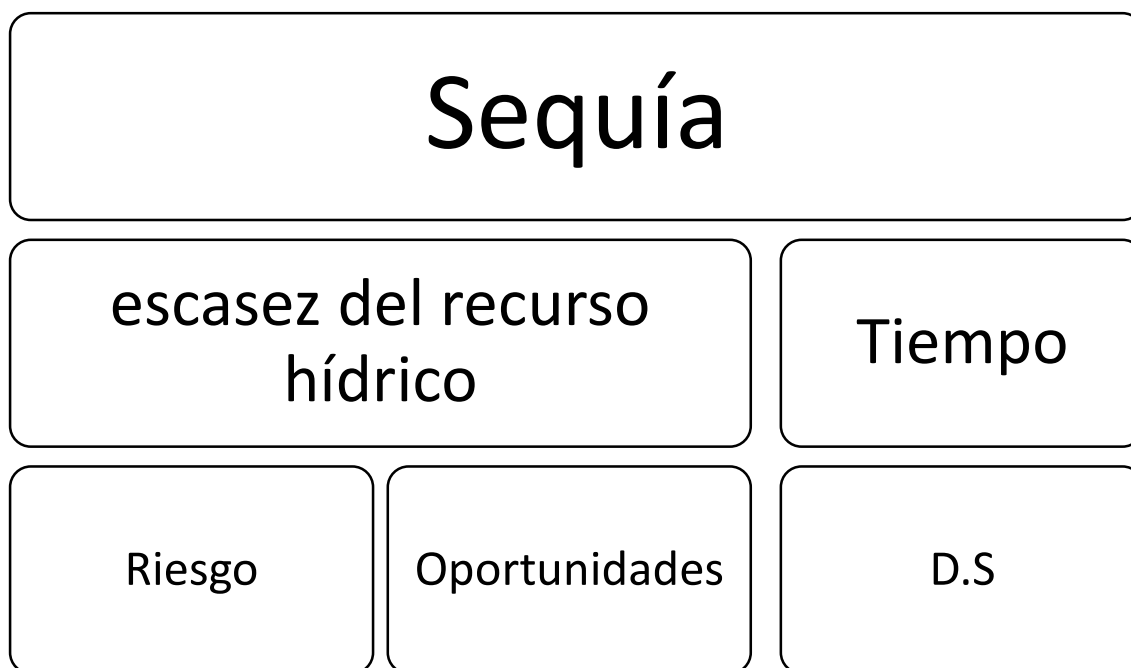
cantidad de ganado han generado de igual manera su parte dañina a la capa de ozono, sin embargo el planeta tierra esta creado para soportar esta carga orgánica de manera óptima. (Pabón, J. D., & Torres, G., 2007).

El problema fundamental radica en los seres humanos y su agresiva evolución por medio de la industrialización, este fenómeno ha logrado alterar ciclos biogeoquímicos y climáticos como son los basados en pluviosidad, al alterar estos ciclos de una manera radical los fenómenos denominados como fenómeno del niño y fenómeno de la niña se han convertido en cambios climáticos radicales y de igual manera de forma agresiva, por esto se obtienen temporadas de sequía con un índice de precipitación muy bajo y/o nulo para el fenómeno del niño y para el de la niña se ha analizado y determinado que sucede un efecto adverso donde se presenta una pluviosidad extrema que repercute en inundaciones que afectan los procesos económicos y sociales de muchas regiones del mundo. El punto más preocupante es el denominado fenómeno del niño que en la actualidad se ha convertido en algo radical, por esto se han intentado diferentes metodologías para producir, optimizar y maximizar la precipitación para que los índices de pluviosidad en las zonas estratégicas aumente para brindar mejor calidad de vida a las poblaciones. Por este motivo se ha inventado el bombardeo de nubes con diferentes sustancias químicas las cuales pueden ser eficientes dependiendo de las características físicas y químicas de las zonas. El Yoduro de Plata e hielo seco han sido estudiados para revisar sus impactos negativos y positivos para determinar la eficacia e inocuidad de los mismos, para que así se tenga la posibilidad de cambiar la naturaleza de las reacciones químicas de las nubes para provocar la precipitación. (Pabón, J. D., & Torres, G., 2007).

En el siguiente diagrama denominando como diagrama del problema se muestra en la parte superior la sequía la cual es la problemática fundamental para las actividades humanas en la zona de estudio, se desarrolla con la escasez significativa del recurso hídrico y el tiempo del fenómeno del niño como una situación climatológica la cual se basa en la insuficiencia de precipitaciones del departamento ligado a la península de La Guajira en el municipio de Manaure. Luego de esto se toma el factor social como fundamental en el riesgo que se contempla para las actividades humanas y el decrecimiento del nivel óptimo de vida como de su esperanza. Existe la oportunidad para la gestión del mismo con la técnica de siembra de nubes que comprenderá una trazabilidad para el objetivo de tener un desarrollo sostenible de manera eficaz. (Navarro, S. R.2012).

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 1. Diagrama del problema



Fuente: Elaboración propia

2.1 Situación insatisfactoria

La península de La Guajira en el municipio de Manaure posee problemas en varios sentidos, este trabajo de grado se basó en el énfasis medioambiental el cual afecta de manera directa e indirecta las diferentes esferas y escenarios que se pueden proyectar a futuro en ámbitos económicos, políticos, sociales y de salud por la falencia de condiciones ambientales aptas para la vida. La península posee diferentes aspectos económicos divididos en zonas de producción primaria y secundaria con los procesos aptos según las materias primas existentes en zonas ideales.

La producción de sal es la fuente económica más importante de la población de Manaure, este campo se encuentra en el casco rural del municipio con un total de 4,071.45 hectáreas las cuales están debidamente registradas y clasificadas por medio de la alcaldía. La explotación de gas en las zonas aledañas al municipio de Manaure, La Guajira es el segundo campo de economía el cual posee gran parte de su población empleando allí. La población restante que no trabaja en los campos anteriores está en el comercio y el transporte del municipio.

La población existente en Manaure, La Guajira, posee escasas posibilidades para abrir nuevos mercados con su materia prima, la mayoría de los productos son importaciones con otras regiones del país y la exportación de la región es principalmente la de sal y gas y corresponde a la mayor fuente de ingresos para un nivel de vida óptimo. La mayoría de empleadores están vinculados con el

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

gobierno el cual posee un 60% de los contratos que se celebren en esta zona y el 40% restante pertenece a los asociados. El 60% perteneciente al estado brinda un 20% para que este tenga una función de ser reinvertido en el municipio siendo parte de regalías. La gestión de los recursos financieros es de suma importancia para el plan de desarrollo municipal y departamental creando mejores oportunidades para la población.

El recurso hídrico y su escasez es el pilar fundamental de la crisis en el municipio de Manaure, La Guajira. Los planes para la captación del mismo y los bajos niveles de pluviosidad en el año afectan directamente a la población. La falta de alcantarillado en el municipio crea una situación atípica en la salud pública de la comunidad, esto crea vectores infecciosos y proliferación de enfermedades por el mal manejo del recurso.

2.2 Situación ideal

La metodología para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata se basa en la regulación de ciclos hidrológicos, esto sería de gran ayuda en la península de La Guajira en el municipio de Manaure para brindar oportunidades a la población y crear nuevos canales para contratos económicos teniendo en cuenta que la escasez del recurso hídrico existente en la zona se reduciría y podría así dar mayor calidad de vida a la población repercutiendo en nuevos trabajos y manejo de fondos por parte de alcaldía y gobernación. El trabajo posterior a la técnica sería mancomunado por diferentes organizaciones brindando campañas de concientización a la población del sector dando a conocer planes para buenas prácticas y el buen uso del recurso, esto podría establecer nuevos estándares de vida en la ciudadanía.

La educación ambiental que se debe realizar en zonas como Manaure, La Guajira debe empezar a edades tempranas para así generar un canal de información interno y crear la conciencia ambiental para la generación de diferentes oportunidades, así mismo se debe enseñar como maximizar y optimizar procesos teniendo al recurso hídrico como materia prima y pilar fundamental para el desarrollo de la sociedad, los planes de desarrollo deben estar priorizados con el recurso para el buen uso del mismo y de igual manera la creación de empleos exceptuando la explotación de sal y gas existente en la zona.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Para los escenarios ideales en el ítem de salud pública se necesita el acompañamiento continuo del instituto nacional de salud (INS) el cual brinda el apoyo y manejo a la ciudadanía en cuanto a los riesgos en la zona que puedan afectar directa y/o indirectamente a la población, la inocuidad de los compuestos químicos en los cuales se va a implementar el estudio necesitan de un monitoreo constante y específico para su éxito, de igual manera el INS posee dentro de sus actividades el desarrollo y la transferencia tecnológica la cual puede ser el valor agregado que necesite el municipio para su óptimo desarrollo.

3. Objetivos generales y específicos

3.1 Objetivo general

Proponer la metodología para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata para propiciar la precipitación en la península de La Guajira en el municipio de Manauere.

3.2 Objetivos específicos

- Analizar las diferentes metodologías propuestas donde se utilicen compuestos químicos los cuales pueden llegar a ser eficientes con la técnica del bombardeo de nubes.
- Determinar las condiciones climáticas ideales para propiciar la precipitación artificial en la península de La Guajira en el municipio de Manauere.
- Establecer los impactos que puedan causar en la salud los diferentes reactivos químicos que se pueden utilizar en las diferentes metodologías de bombardeo de nubes.

4. Justificación

El desarrollo de las prácticas por medio del ser humano combinado con la industrialización y explotación de recursos naturales de manera inapropiada ha creado grandes dificultades para la sustentabilidad y sostenibilidad de diferentes territorios alrededor del mundo. (Barkin, D.2003). Producto de esto se ha generado grandes dificultades ambientales originadas, en parte por el calentamiento global como la sequía, esta es una problemática generada por las malas prácticas humanas en ecosistemas estratégicos que se ven afectados de manera directa e indirecta, otros factores que interviene en esta problemática es la emisión de gases debido a la industrialización, ya que estos al ser expulsados a la atmosfera crean una serie de efectos adversos en ella como lo son los gases de

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

efecto invernadero, los cuales cambian de manera drástica los climas de las regiones, alteran y degradan los ecosistemas, aumenta la temperatura en el planeta, desplazan las especies de fauna y flora, aparecen huracanes y tormentas en lugares donde anteriormente no se habían registrado por la naturaleza de sus condiciones climatológicas y aumento del nivel del mar como producto del derretimiento de los polos. La primera vez que se habló sobre el cambio climático como una amenaza para el planeta fue en la cumbre de Rio de Janeiro, Brasil en el año 1992, allí se dio inicio a un gran movimiento por parte de industrias y países para observar y analizar estos fenómenos con la finalidad de detenerlos y contrarrestarlos para tener la posibilidad de brindar un planeta con capacidades de sostenibilidad para las futuras generaciones. (Guimarães, R. P., 2001).

Una zona donde la sequía es predominante y prolongada puede desencadenar una serie de problemas ambientales, sociales y económicos por la pérdida de cosechas y aridez del suelo. Cuando en ella no se posee canales comerciales óptimos o están restringidos pueden originar allí una serie de problemas en los procesos ambientales causando una problemática general en la calidad de vida de la población. La manera de suplir esta incertidumbre ambiental es contar con la principal fuente de vida “el agua” y esta se origina a través de la precipitación. (Navarro, S. R.2012).

El objetivo de este proyecto de investigación es generar una amplia base de datos la cual funcione como soporte, para proponer esta solución con resultados comprobados y así evitar un escenario desfavorable en la región de la península de La Guajira en el municipio de Manaure. A nivel ambiental se puede regular el ciclo natural del recurso hídrico con la ayuda del ser humano y de técnicas apropiadas para generar lluvia artificial acompañada de campañas de concientización y aprendizaje las cuales son de gran importancia para que el esfuerzo mancomunado brinde resultados a corto, mediano y largo plazo. La educación ambiental es el pilar fundamental para que el proyecto tenga una correcta funcionalidad en la región. (Villaverde, 2009)

Económicamente se busca equilibrar nuevamente la región teniendo en cuenta que con un ciclo hidrológico equilibrado se puede volver a brindar los diferentes procesos y tiempos agrícolas, la crianza animal sin dejar a un lado las explotaciones de sal y gas que se vienen realizando desde tiempo atrás. El sector económico debe ser potencializado en los planes de ordenamiento territorial para tener una base diferente con diversas variables las cuales pueden ser esenciales para una economía integral en el municipio y de esta manera maximizar la importación y exportación de diferentes productos para dar más consistencia a la misma, el recurso hídrico es fundamental para el desarrollo y el

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

progreso, con el bombardeo de nubes se puede crear un mercado económico alrededor del recurso, así mismo, protegerlo para que no se vuelva a poseer estas problemáticas económicas a raíz de las malas prácticas ambientales. (Alcaldía Municipal de Manaure, 2017)

La parte social puede verse favorecida ya que los habitantes y el turismo pueden disfrutar de un paisaje recuperado y próspero, aumentando la inversión de las industrias de sal, gas y otros sectores para crear proyectos más grandes y significativos teniendo en cuenta que los ciclos del ambiente estarán siendo regulados y monitoreados constantemente, todas estas posibilidades se le podrán brindar a la comunidad de Manaure, La Guajira por medio de este proyecto mancomunado con ayuda de la población y de la alcaldía local. (Navarro, S. R.2012).

El bombardeo de nubes no se realiza para solucionar de raíz el problema de las sequías, sino que además es importante para contrarrestar la existente crisis climática por escasez del recurso hídrico, mientras se realiza un plan de abastecimiento adecuado y tomar conciencia de la crisis hídrica en la zona. Al mismo tiempo se deben realizar buenas prácticas, un uso razonable del recurso hídrico y una educación ambiental a la población. La educación ambiental es un pilar fundamental para el cumplimiento del desarrollo sostenible el cual puede verse afectado de diferentes maneras por acciones del ser humano, se debe tener, además, una meta en general donde la población tenga el mismo objetivo, de esta manera se puede solventar, en primera instancia, la crisis del recurso hídrico debido al cambio climático. (Ramírez, L. P., & RAMÍREZ, L. P., 2000)

Los resultados que se han analizado alrededor del mundo brindan un soporte para la viabilidad y trazabilidad de la implementación en la zona de la península de La Guajira en el municipio de Manaure, se han realizado pruebas en ubicaciones con condiciones similares aportando resultados favorables en categorías como el tiempo de precipitación y la cantidad de la misma, la implementación en el municipio debe ser analizada desde diferentes puntos de vista y para garantizar buenos resultados. (Navarro, S. R.2012).

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

5. Marco referencial

A continuación se relacionan las principales teorías, conceptualizaciones y datos epistemológicos que soportan y fundamentan el desarrollo investigativo utilizado para este trabajo de grado. Este capítulo aborda algunos temas fundamentales acerca de la meteorología existente en la zona de estudio como de las condiciones óptimas que se necesitan para tener el éxito en la práctica de la misma. El presente marco de referencia se basa en antecedentes, estado de arte, teorías, conceptos y normatividad para el desarrollo metodológico del bombardeo de nubes con Yoduro de Plata. De igual manera para el desarrollo del presente marco se tuvo en cuenta las características geográficas e institucionales del municipio de Manaure, La Guajira.

5.1 Antecedentes

La historia de esta técnica empezó a mediados de la segunda guerra mundial en el intervalo de 1939 a 1945, el ejército británico deseaba desaparecer y/o dispersar la neblina que se mantenía en su pista de aterrizaje lo cual causaba accidentes por la baja visibilidad existente en la zona, para esta problemática se utilizó bidones de gasolina de gran tamaño lo cual dispersaba un poco la neblina y maximizaba la visión a los aviones a punto de aterrizar, luego del éxito de esta técnica en EEUU en el año de 1946 Vincent Schaefer patentó instrumentos los cuales impactaban a las nubes con hielo seco teniendo el conocimiento de la coalescencia y las gotículas en las nubes. El problema principal de Schaefer y su equipo fue los altos costos que se manejaban en el momento por el hielo seco y así mismo su baja disponibilidad en el mercado. (Rodríguez López, O., Prieto González, R., & Colorado Ruiz, G.2012).

Luego de esto el científico atmosférico Bernard Vonnegut optimizó la práctica incluyendo el Yoduro de Plata en la técnica dado que este compuesto era más abundante en el mercado y de igual manera su precio en el mercado era mucho más bajo. (Rodríguez López, O., Prieto González, R., & Colorado Ruiz, G.2012).

El bombardeo de nubes como lo planteó Vonnegut estuvo envuelto en muchas discusiones y polémicas por su probable éxito y se le exigió que publicara la metodología ya que esta técnica en primera instancia fue de uso netamente militar, al llegar al punto que en la guerra de Vietnam se le atribuyeron inundaciones de campos al gobierno norteamericano supuestamente por la utilización de la metodología realizada por Vonnegut. Tras ese éxito la técnica publicada se empezó a implementar en diferentes lugares obteniendo varios resultados desde los años 50's, en ocasiones los resultados

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

eran comprobados a simple vista y en otras ocasiones no se comprobaba algún tipo de cambio en la climatología del lugar en específico. (Rodríguez López, O., Prieto González, R., & Colorado Ruiz, G.2012).

En Colombia se ha realizado esta técnica en dos ocasiones, la primera se dio en la ciudad de Buenaventura en el año de 1963, en esta ocasión los resultados no se pudieron observar ya que las nubes interceptadas se desplazaron de departamento llegando al departamento del Tolima y allí finalizó la observación. Al bombardeo de nubes con Yoduro de Plata se le dio una segunda oportunidad, esta vez en la ciudad capital de Bogotá, esta práctica se hizo en el año de 1984, luego de interceptar las nubes hubo una precipitación en la ciudad la cual no fue confirmada por la técnica ya que muchos expertos dictaminaron que era una situación meteorológica normal en la ciudad. (Amórtegui, F., Huertas, L. A., Barbosa, W., Pulido, C., & Herrera, F, 1985).

La técnica del bombardeo de nubes con Yoduro de Plata y sustancias asociadas actualmente está planteada para países en vía de desarrollo por sus bajos costos y en gran variedad de ocasiones su éxito demostrado, de igual manera existen proyectos con mayor alcance tecnológico lo cual también conlleva mayor gasto económico, por este motivo no se cumple las características de viabilidad para varios países. (Navarro, S. R.2012).

5.2 Estado del arte

Para el desarrollo de este capítulo se consultaron alrededor de 30 referentes bibliográficos nacionales e internacionales de los cuales se seleccionaron tres teniendo en cuenta los referentes que más se ajustan al objetivo del estudio de investigación, esta actividad se realizó para filtrar los referentes consultados, estos realizan un aporte significativo al marco teórico, marco conceptual y a la metodología de la presente investigación, para así lograr realizar la discusión de resultados. El presente estado del arte revisa ejemplos relevantes de la bibliografía disponible, que permite identificar a la investigación y análisis que se está considerando para la aplicación de la técnica de bombardeo y/o siembra de nubes con diferentes compuestos para el funcionamiento de las diferentes metodologías. Para la revisión bibliográfica se presentan las ideas generales de cada estudio en cuanto al tema, metodología aplicada, resultados y conclusiones obtenidas de cada referente.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

El primer referente que se utilizó para este trabajo de grado fue el informe titulado “Impacto socioeconómico de los fenómenos El Niño y La Niña en la sabana de Bogotá durante el siglo XX”. Este estudio tiene como objetivo demostrar la técnica en zonas con condiciones meteorológicas específicas como la precipitación y los cambios de dirección de los vientos. Para cumplir con este propósito se identificaron las estaciones meteorológicas existentes en la zona y en su área de influencia. Este informe está estructurado por la relación directa del ambiente y sus cambios drásticos de clima con los impactos socioeconómicos y modelos de vida para los habitantes de la ciudad de Bogotá. Este se basa en los diferentes canales económicos de la ciudad por la poca oferta que existía de productos por el fenómeno de El Niño. La finalidad de este informe es crear conciencia en el sentido que las condiciones climáticas pueden cambiar de manera muy rápida y de igual manera cambiar los modos de vida de la población directa e indirectamente con las variables meteorológicas y por ausencia de información y planeación para estas situaciones adversas. (Pabón, J. D., & Torres, G.2007).

El segundo referente utilizado es un libro titulado “Asalariados rurales en América Latina”, este se basa en problemas netamente sociales de las poblaciones menos favorecidas a nivel latinoamericano los cuales se les ha interpuesto una serie de reglas sin importar su calidad de vida y las diferentes necesidades que se tienen en los diferentes países, el bombardeo y/o siembra de nubes se utiliza como regulador o alterador de los diferentes climas pertenecientes de la región. Este conflicto se genera por las modificaciones a las condiciones climatológicas, estas variaciones representan un mal tiempo en las cosechas existentes en las zonas de las prácticas las cuales no se comportan con normalidad por la manipulación del clima, por este motivo las cosechas se pueden dar en diferentes tiempos y de igual manera existe un aumento en la probabilidad de perdidas individuales en las cosechas. Se han redactado diferentes cartas y comunicados de esta problemática a las empresas que realizan estas prácticas sin tener resultados positivos. Este libro tiene como finalidad el informar la serie de problemáticas socioeconómicas que pueden resultar si no se toma en cuenta la parte social y no se implementan canales óptimos de comunicación entre la población sitiada y aledaña a la zona de impacto del proyecto y las diferentes compañías. (Riella, A., & Mascheroni, P.2015).

Por último, se consideró una nota de prensa la cual informa la situación que se puede desencadenar por una falta de equilibrio meteorológico. Esta nota se tituló “Desplazados entre la tristeza y la sed”. Esta nota se basa en el desplazamiento de un resguardo indígena el cual perdió la calidad de vida existente por las malas prácticas del ser humano y la industrialización, los indígenas no tienen un

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

punto significativo de afectación o contaminación en este planeta y con el calentamiento global se ven directamente afectados por la muerte de sus animales domesticados los cuales funcionan como materia prima para sus diferentes modelos económicos, adicional a esto, los cambios de asentamiento afectan su psiquis y de esta manera se pierde paulatinamente la conexión con la naturaleza, el deber ser de esta práctica de bombardeo de nubes es brindar una ayuda a personas en estas situaciones las cuales son negativas en la mayoría de aspectos y equilibrar las zonas de asentamiento para que se pueda prolongar la vida y garantizar la calidad de la misma. (Ibarra, R, 2012).

Teniendo en cuenta los referentes consultados para el estado del arte, es posible definir el rumbo en el que se orienta el estudio actual, pues estas investigaciones científicas demuestran que para llevar a cabo la adecuada implementación de la metodología de bombardeo de nubes es necesario tener en cuenta factores ecológicos, sociales, técnicos y económicos. Por ejemplo, para el ámbito social se debe tener en cuenta si la implementación beneficia o afecta a la población de la península de La Guajira en el municipio de Manaure. Se deben revisar detalladamente los diferentes componentes que se necesitan para asegurar el éxito de la técnica como es la ubicación, dirección del viento, velocidad del viento, características de los cuerpos nubosos existentes en la península, los tiempos exactos para implementar la técnica y los milímetros de pluviosidad existentes para comparar el porcentaje de éxito de la técnica. En el componente ecológico es fundamental proyectar los diferentes escenarios posibles posteriores a los bombardeos ya que se debe revisar el estado de la fauna y flora existente en la zona y si se denota un desplazamiento de algunas especies por la contaminación auditiva en el momento de la implementación. Finalmente en el componente económico se debe proyectar una serie de bombardeos para garantizar el éxito y realizar un presupuesto de posible inversión comparando con los escenarios de ganancia por reactivación de mercados. Estos tres componentes son vitales para la implementación de la propuesta.

5.3 Marco teórico

Este proyecto se realizó con la finalidad de provocar, crear y aumentar la pluviosidad en la zona específica del municipio de Manaure en el departamento de La Guajira, crear consciencia entre las personas interesadas y a la cual llegue la información, el calentamiento global es un problema de gran importancia en el mundo moderno, se deben crear varias técnicas y metodologías para contrarrestar el daño que ya se ha producido y de igual manera idear nuevos métodos para reducir sustancialmente los gases agresivos y dañinos para la atmosfera, de esta manera queda dictado que el bombardeo o

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

siembra de nubes no es una solución final para los cambios climáticos sino una ayuda inmediata y una solución temporal, los combustibles ya han ido cambiando a biocombustibles pero de igual manera se necesitan soluciones globales, un desarrollo sostenible para la humanidad debe ser de carácter obligatorio.

La regulación del ciclo hidrológico es el aspecto más importante a nivel mundial ya que se ha alterado todas las etapas de este ciclo, el recurso hidrológico es de vital importancia para garantizar la vida y de esta manera al regular este ciclo, paulatinamente los ciclos ligados a este se verán afectados directa e indirectamente de una manera positiva. La trazabilidad de la regulación de este ciclo culmina con la protección de todos los recursos renovables existentes en la región para un desarrollo sostenible eficaz en la zona estudiada. La región de la península de La Guajira en el municipio de Manaure posee las características para ser sustentable si se da un manejo adecuado a los recursos y se posee prioridad por las buenas prácticas en todos sus procesos ambientales sociales y económicos, el ambiente debe ser blindado por la ciudadanía teniendo en cuenta la educación ambiental brindada para su óptimo desarrollo. (Torres Reyes, J. R.1985).

El fenómeno de El Niño se ha incrementado por el calentamiento global, el cual produce que este sea más prolongado y su magnitud aumente exponencialmente, provocando sequias extremas las cuales afectan las regiones áridas comprometiendo los ciclos del suelo y biogeoquímicos, esto afecta a la sociedad y la economía. El ahorro del recurso hídrico originado por la pluviosidad hace parte de la educación ambiental y sería de gran ayuda en la península de La Guajira en el municipio de Manaure. Esto se realiza para maximizar y optimizar el uso del recurso hídrico, de esta manera se puede crear una economía donde la oferta siempre este presente y no se evidencie un aumento de precios para obtener un equilibrio socioeconómico en la zona para poseer un nivel adquisitivo el cual sea base para el desarrollo. (Barkin, D.2003).

El fenómeno de La Niña se ha venido maximizando de igual manera alterando las estadísticas que se tienen en la actualidad por las fuertes y prolongadas precipitaciones que se generan, esto ha conllevado a desastres ambientales comprometiendo a la sociedad afectada y su economía. El bombardeo de nubes con cañones antigranizo ha creado un factor determinante, así mismo, no ha sido del todo eficaz para disminuir los daños realizados por las tormentas. En el caso del fenómeno de El Niño el cual se caracteriza por la prevalencia de la sequía también ha sido foco de atención del bombardeo o siembra de nubes, este no ha obtenido en muchos casos los resultados esperados y de

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

igual manera se ha generado una oposición a la técnica, se buscara integrar los elementos y materiales que obtengan mayor grado de inocuidad hacia el ser humano y el bioma de la región para así minimizar los riesgos de salud ambiental. (Rodríguez López, O., Prieto González, R., & Colorado Ruiz, G. 2012).

5.4 Marco Conceptual

- Zona crítica: lugar específico en el espacio el cual necesita intervención del hombre. Se basa en las zonas las cuales han sido degradadas por diferentes actividades humanas y que se deben remediar con la misma interacción del hombre ya que el proceso natural de recuperación no es suficiente. (Torres Reyes, J. R, 1985).
- Nucleación: producir reacciones químicas dentro de la nube referente a las diferentes sustancias que pueden utilizarse para el bombardeo y provocar la precipitación en la zona determinada para la puesta en marcha de la actividad. (Torres Reyes, J. R, 1985).
- HIMAT: Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras. (Amórtegui, F., Huertas, L. A., Barbosa, W., Pulido, C., & Herrera, F, 1985).
- Abastecimientos artificiales de agua: captación de agua originada por el bombardeo de nubes para futuras crisis o para evitar el racionamiento del recurso hídrico cuando se enfrente a un déficit del mismo. (Barkin, D.,2003)
- Fenómeno de La Niña: precipitaciones por encima de los estándares normales en la región, este fenómeno es monitoreado anualmente ya que se perciben varias alteraciones por el cambio climático el cual puede afectar la zona de estudio. (Pabón, J. D., & Torres, G., 2007).
- Onda sonora: sonido que emite el bombardeo de las nubes que afecta la fauna, el desplazamiento de especies es un factor fundamental cuando se requiere hacer una evaluación de impacto ambiental para la revisión general del estado actual de la zona. (Amaya Núñez, D. N., Núñez, A., & Nicola, H., 2011).
- Hurto de agua: problemas sociales por manejo del recurso, en varias zonas por la falta del recurso hídrico se incremental los problemas sociales entre pobladores y empresas privadas que poseen este recurso. (Ibarra, R., 2012).

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

- Nubes cargadas: Cuerpos aptos para el bombardeo los cuales maximizan la garantía de resultados, se necesita impactar las nubes ideales para el éxito de la técnica. (Navarro, S. R., 2012).
- Inocuidad: características de los elementos químicos y sus diversos derivados que pueden impactar la salud humana y de la flora y fauna existente en la zona estudiada. (Rodríguez López, O., Prieto González, R., & Colorado Ruiz, G. 2012).
- DIM: Dardo de Investigación Meteorológica que se utilizaban para bombardear las nubes y evitar el granizo, serie de investigaciones para contrarrestar el fenómeno de La Niña y provocar una sequía necesaria en la zona de aplicación. (Blinder, D, 1976-1983).
- Líquido vital: Recurso hídrico necesario para mantener la normalidad en los diferentes ciclos naturales existentes en la zona estudiada y para la eficaz trazabilidad de la implementación de la técnica (Barkin, D.1998).
- Fenómeno de El Niño: Condición climática la cual se identifica por la escasez en la precipitación de las lluvias, la cual puede fácilmente desatar sequía y diversos problemas de índole ambiental. (Pabón, J. D., & Torres, G.2007).
- Temporada de lluvias: Inicio del fenómeno de La Niña, el cual se identifica por el inicio de las precipitaciones en la zona con un antecedente anual ya estudiado y analizado (Pabón, J. D., & Torres, G.2007).
- Lluvia artificial: Proceso en el cual la técnica del bombardeo o siembra de nubes provee efecto y da lugar a la precipitación en el área. (Navarro, S. R.2012).
- Proceso de aseguramiento: Actividad social que se basa en alistar los cultivos y actividades ganaderas para la precipitación venidera. Con esto se busca minimizar los resultados negativos y maximizar los positivos (BIOSCA TENORIO, E. D. U. A. R. D. O., & MONTOYA, L.2015).
- Modelo de lluvia: Conocimiento de la precipitación a priori de la actividad analizando y gestionando una implementación adecuada de la técnica para obtener resultados favorables de la misma. (Ramírez, L. P., & RAMÍREZ, L. P.2000).
- Biocapacidad de la naturaleza: Capacidad de la biosfera para recuperarse luego de un impacto recibido sin importar el generador de este. (Camacho, M. F.2014).

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

5.5 Marco normativo

Este marco normativo posee un compilado de diferentes actos legales los cuales dan soporte a la implementación de la técnica teniendo en cuenta que se cumple a cabalidad la ley y de este modo existe una zona legal donde se puede interactuar con el ambiente y sus diferentes variables. Este marco se hizo basado en el modelo de la pirámide de Hans Kelsen donde se prioriza la jerarquía de las leyes.

Tabla 1. Marco legal relacionado con la técnica del bombardeo de nubes con Yoduro de Plata.

MARCO LEGAL	ARTÍCULOS
Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo	La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, habiéndose reunido en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992, reafirmando la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, aprobada en Estocolmo el 16 de junio de 1972, y tratando de basarse en ella, con el objetivo de establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas, procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial, reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra, nuestro hogar,
Declaración de Estocolmo Sobre el Medio Ambiente Humano.	<i>Principio 1.</i> "El hombre tiene derecho fundamental (...) y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio ambiente de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio ambiente para las generaciones presentes y futuras (...)”.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

MARCO LEGAL	ARTÍCULOS
	<i>Principio 2.</i> Los recursos naturales de la tierra incluidos el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras, mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga. <i>Principio 3.</i> Debe mantenerse y, siempre que sea posible, restaurarse o mejorarse la capacidad de la tierra para producir recursos vitales renovables.
Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático - Ley 629 De 2000	Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997. <i>Artículo 2.</i> Con el fin de promover el desarrollo sostenible, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones i) Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional iv) Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.
Constitución Política de 1991	En la Constitución Política de 1991, el medio ambiente y energías alternativas no están incluidos en el capítulo de derechos fundamentales, sin embargo, aparece en el que se refiere a los derechos colectivos y del ambiente.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

MARCO LEGAL	ARTÍCULOS
	<i>Artículo 79.</i> Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. <i>Artículo 80.</i> El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
Código Nacional De Recursos Naturales Renovables Y De Protección De Medio Ambiente.	<i>Artículo 1.</i> El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. <i>Artículo 9.</i> El uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables, debe hacerse de acuerdo con los siguientes principios: a.- Los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente <i>Artículo 13.</i> Con el objeto de fomentar la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente y de los recursos naturales renovables, el Gobierno establecerá incentivos económicos.
Ley 23 de 1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones.
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA, y se dictan otras disposiciones.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

MARCO LEGAL	ARTÍCULOS
Ley 373 de 1997	“Por la cual se establece el uso eficiente y ahorro del agua.” <i>Artículo 1.</i> Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.
Ley 1931 de 2018	“Por la cual tiene por objeto establecer las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la Nación, Departamentos, Municipios, Distritos, Áreas Metropolitanas y Autoridades Ambientales principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de gases efecto invernadero, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos del mismo y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono”.
Resolución 2154 de 2010	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones
Resolución 1670 de 2017	Por el cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

MARCO LEGAL	ARTÍCULOS
Resolución 2254 de 2017	Por la cual se adopta el objeto, ámbito de aplicación y niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire
Decreto 3930 de 2010	El presente decreto establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.
NTC 1692:2005	El presente decreto establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.
NTC 4532:2010	El presente decreto establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.

Fuente: Elaboración propia

5.6 Marco geográfico

Manaure es un municipio del departamento colombiano de La Guajira reconocido principalmente por encontrarse en éste las salinas marítimas más importantes del país. Limita por el norte con el mar Caribe, por el noroccidente con el municipio de Uribía; por el sur con el municipio de Maicao y por el occidente con el municipio de Riohacha. (Alcaldía municipal de Manaure, 2017)

Posee un clima cálido tropical, refrescado por las brisas marinas del noreste, permanece todo el año con temperaturas que oscilan entre los 28 °C y los 38 °C. Debido a las altas temperaturas y a la intensidad de los vientos los cuales tienen una velocidad oscilante entre 19.9 Km/h y 24.3 Km/h. esto hace que la evaporación sea muy alta, los vientos del noreste ocasionan la época de mayor sequía, las lluvias son muy escasas y solo se presentan en los meses de mayo, junio, y otra franja es de octubre, noviembre. Las precipitaciones influidas por la dirección y velocidad de los vientos son cortas y fuertes, llegando a caer en algunos lugares hasta 150 milímetros en un solo lapso de precipitación. En general es una llanura plana pedregosa y suavemente ondulada, en la que predominan las dunas del

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

litoral, las lagunas marinas, playones arcillosos y salinas entre el Pájaro y Mayapo, sometidas a inundaciones prolongadas; entre Manaure y Ahuyama la costa se recorta en acantilados bajos las capas arcillosas que conforman la planicie de la Media y Alta Guajira. (Alcaldía municipal de Manaure, 2017)

Manaure pertenece a la cuenca del Caribe, donde sus corrientes de agua son en su mayoría arroyos caracterizados por su régimen esporádico o intermitentes: Pero con crecidas más largas y de intensidad media; en general el municipio está rodeado por el mar Caribe y la cabecera municipal es atravesada por el arroyo Limón para luego desembocar a orillas del mar Caribe. También presenta aguas subterráneas las que aprovechan los indígenas. El mar Caribe que bordea la costa, es la fuente más abundante de agua convirtiéndose no solo en generador de alimentos sino como elementos primarios para la industria de la sal, base de la economía de esta región. (Alcaldía municipal de Manaure, 2017)

El municipio de Manaure cuenta con 103.961 habitantes los cuales residen en su mayoría en el casco urbano dejando un bajo porcentaje en el casco rural. Se ha establecido el acompañamiento en la comunidad para potenciar diferentes maneras de ingreso aparte de las minas de sal marítima, esto con la intención de fortalecer la región económicamente y estrechar lazos con municipios aledaños para proyectos conjuntos multidisciplinarios. (Alcaldía municipal de Manaure, 2017)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

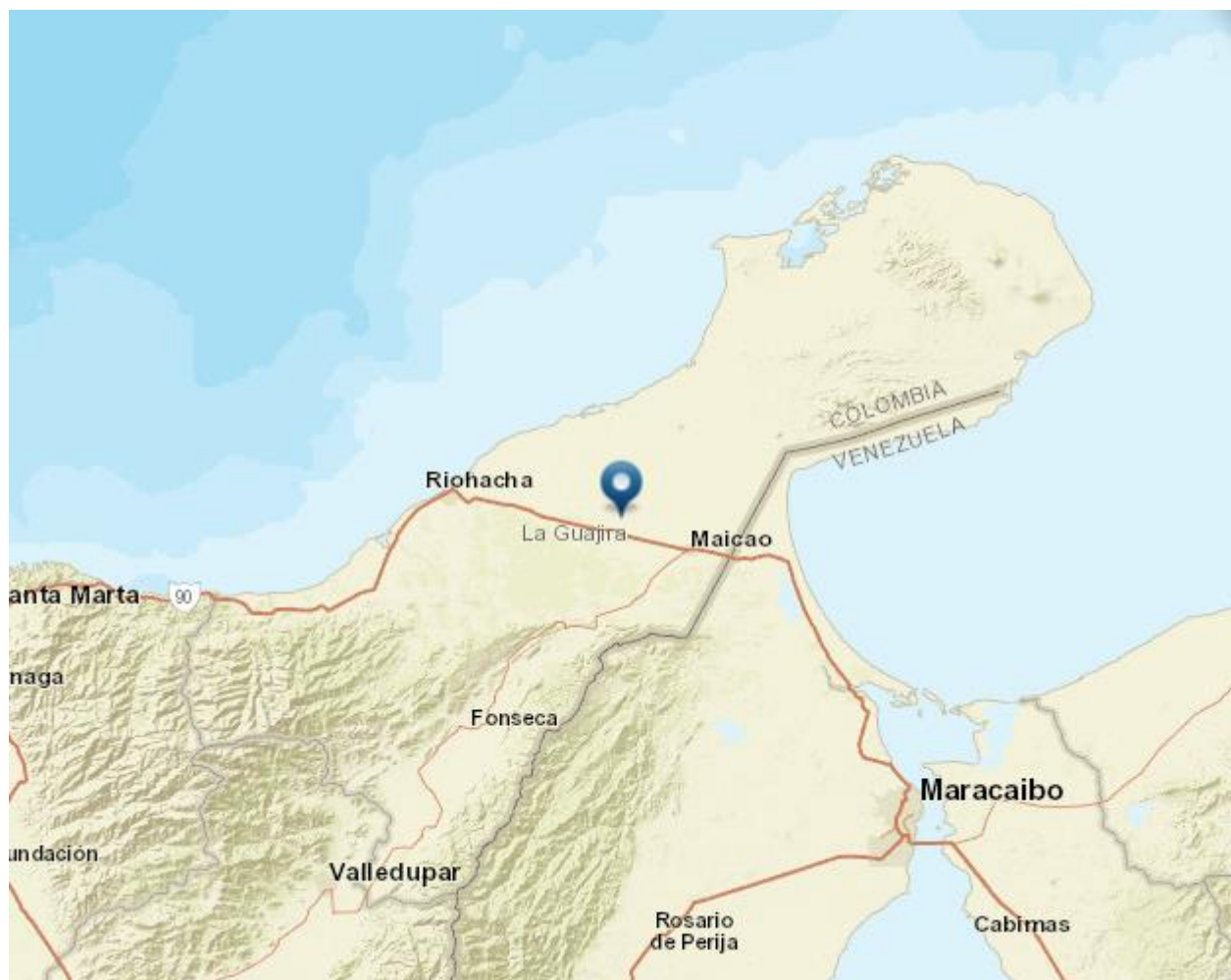
Figura 2. Representación gráfica de Colombia en el continente sudamericano



Fuente: (SIAC, 2019)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 3. Representación gráfica del departamento de La Guajira en el país, municipios pertenecientes a La Guajira



Fuente: (SIAC, 2019)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 4. Representación gráfica tomada de imagen satelital de la ubicación del municipio de
Manaure, La Guajira



(SIAC, 2019)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 5. Representación gráfica tomada de imagen satelital del casco urbano y rural perteneciente al municipio de Manaure, La Guajira. Incluyendo minas de las marítimas en la zona occidental del municipio



Fuente: (Google Earth Pro, 2019)

5.7 Marco institucional

Para la correcta propuesta metodológica del bombardeo de nubes con Yoduro de Plata es necesario poseer el conocimiento de las instituciones las cuales poseen jurisdicción en la zona estudiada para la implementación de esta técnica.

La gobernación de La Guajira es el ente político regulador de mayor autoridad en la zona, la cual es la responsable de velar por los derechos y deberes de los habitantes pertenecientes al departamento. La alcaldía municipal de Manaure es una conexión de los habitantes con la gobernación departamental, esta basa sus oficios en la zona específica municipal.

La corporación autónoma regional de La Guajira (Corpoguajira) es la encargada de todos los procesos ambientales efectuados en el departamento de La Guajira.

El ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible es el ente nacional el cual posee en sus facultades el estudio y análisis de proyectos próximos a implementación los cuales pueden afectar de manera negativa o positiva la zona de estudio.

El sistema de información del recurso hídrico (SIRH) posee la información acerca del agua superficial y subterránea en la región la cual es de gran importancia para la trazabilidad del proyecto y de igual manera para la futura implementación de la práctica.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

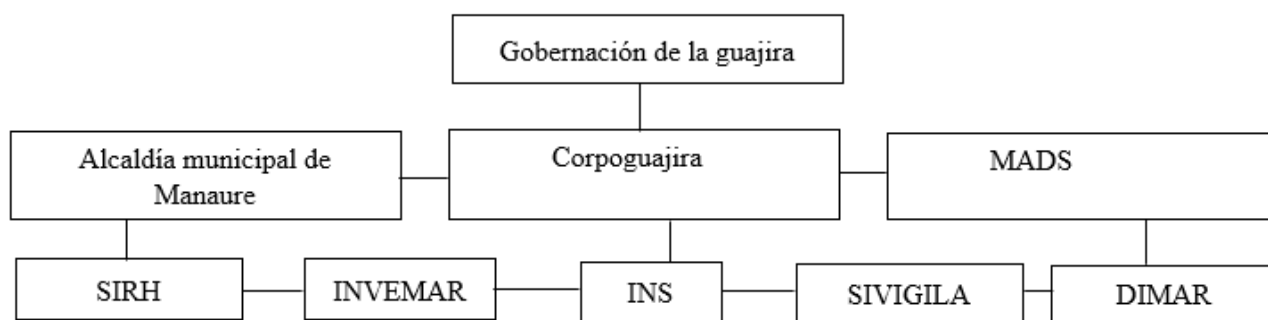
El Instituto de Investigaciones Marinas y costeras "José Benito Vives de Andrés" (INVEMAR) es el instituto de investigación marina y costera del país, este instituto está directamente ligado al ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.

El instituto nacional de salud (INS) es el ente encargado de analizar las diferentes amenazas en materia de salud las cuales pueda generar la implementación de este proyecto.

El sistema de vigilancia en salud pública (SIVIGILA) es el ente encargado de analizar y estudiar las diferentes fases y trazabilidad del proyecto relacionado a la salud pública de la región de Manaure.

La dirección general marítima (DIMAR) es quien posee la jurisdicción del recurso hídrico de índole marítimo perteneciente a la península de La Guajira y que analiza los aspectos fisicoquímicos y cambios en este recurso.

Figura 6. Diagrama del marco institucional perteneciente al proyecto



Fuente: Elaboración propia

6. Diseño metodológico

La determinación de la factibilidad y trazabilidad para la implementación técnica de bombardeo de nubes con Yoduro de Plata en la península de La Guajira en el municipio de Manaure, se realizó mediante un diseño metodológico brindando por la revisión bibliográfica y las diferentes metodologías utilizadas alrededor del mundo teniendo en cuenta las características de la zona requerida para la técnica y la infraestructura de la misma. Se debe beneficiar y blindar los componentes ecológicos, sociales y económicos.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

6.1 Metodología

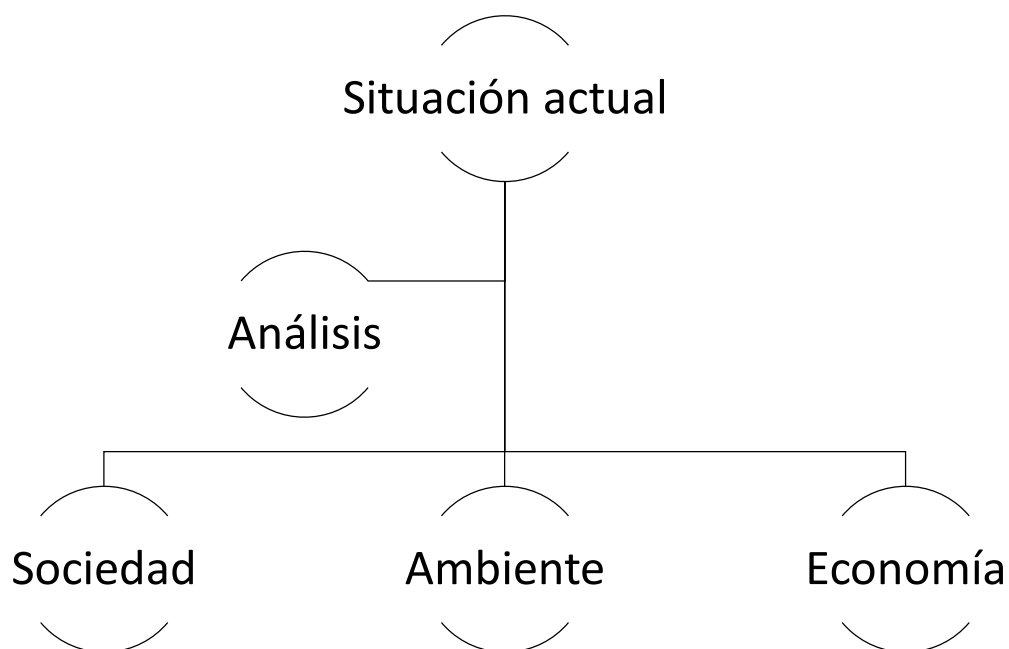
Esta investigación se basa en las diferentes alternativas y variables existentes para la elaboración y publicación de una propuesta para propiciar la precipitación en la península de La Guajira en el municipio de Manaure utilizando la metodología para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata, así mismo se debe entender que esta propuesta es una solución parcial para la problemática ambiental y crea un lapso de tiempo mientras se toma la decisión final o se elabora otra propuesta que tenga un alcance mayor que pueda ser definitiva. Todas las propuestas y/o alternativas deben tener presente una meta en común la cual es desarrollo sostenible. Las diferentes propuestas y metodologías planteadas conducen a una generación de alternativas para brindar a las futuras generaciones un ambiente sin deterioro o el menor posible. La pregunta de investigación para esta propuesta es la siguiente: ¿Existe la posibilidad de llevar a cabo la metodología propuesta en este proyecto para así dar una solución parcial a la crisis ambiental y de calentamiento global existente en Manaure, La Guajira?

Ante el siguiente cuestionamiento cabe destacar que se debe trabajar en todos los aspectos posibles tomando las posibles variables y rutas de riesgo de manera adecuada, ya que la zona de trabajo es muy sensible y su mayor punto de fricción es la parte social y de carácter educativo, allí se trabajara en planes de primera, segunda y tercera generación teniendo como pilar fundamental la educación ambiental y gestión de la misma.

La siguiente metodología mostrada en la figura 7 está basada en un análisis táctico de la situación actual teniendo en cuenta los pilares fundamentales del desarrollo sostenible y el desarrollo de los diecisiete (17) objetivos para el mismo.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 7. Metodología para el análisis



Fuente: Elaboración propia

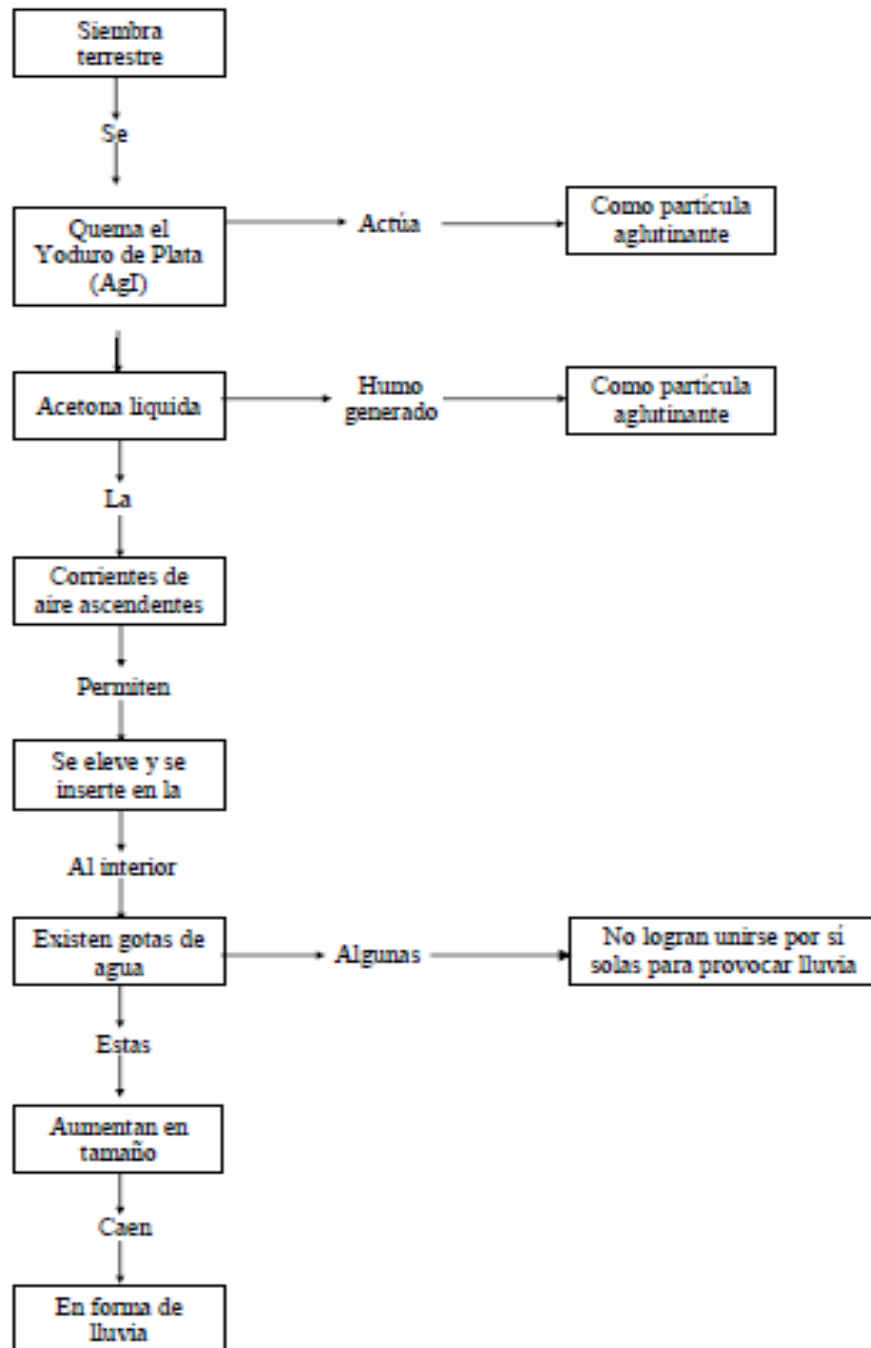
Metodología primer objetivo: *“Analizar las diferentes metodologías propuestas donde se utilicen compuestos químicos los cuales pueden llegar a ser eficientes con la técnica del bombardeo de nubes.”*

La búsqueda bibliográfica obtiene la metodología de la siembra terrestre con una trazabilidad óptima para la implementación de la técnica, esta se basa en la quema del Yoduro de Plata para que actúe como una partícula aglutinante combinada con acetona líquida para la generación de humo y la utilización del viento para el ascenso del humo generado. Luego del ascenso este humo se inserta y homogeniza con los componentes de la nube para la correcta unión de las partículas de agua y así brindar precipitación en el área de implementación esperada. (Navarro, S. R, 2012)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 8. Metodología de siembra terrestre

Siembra terrestre



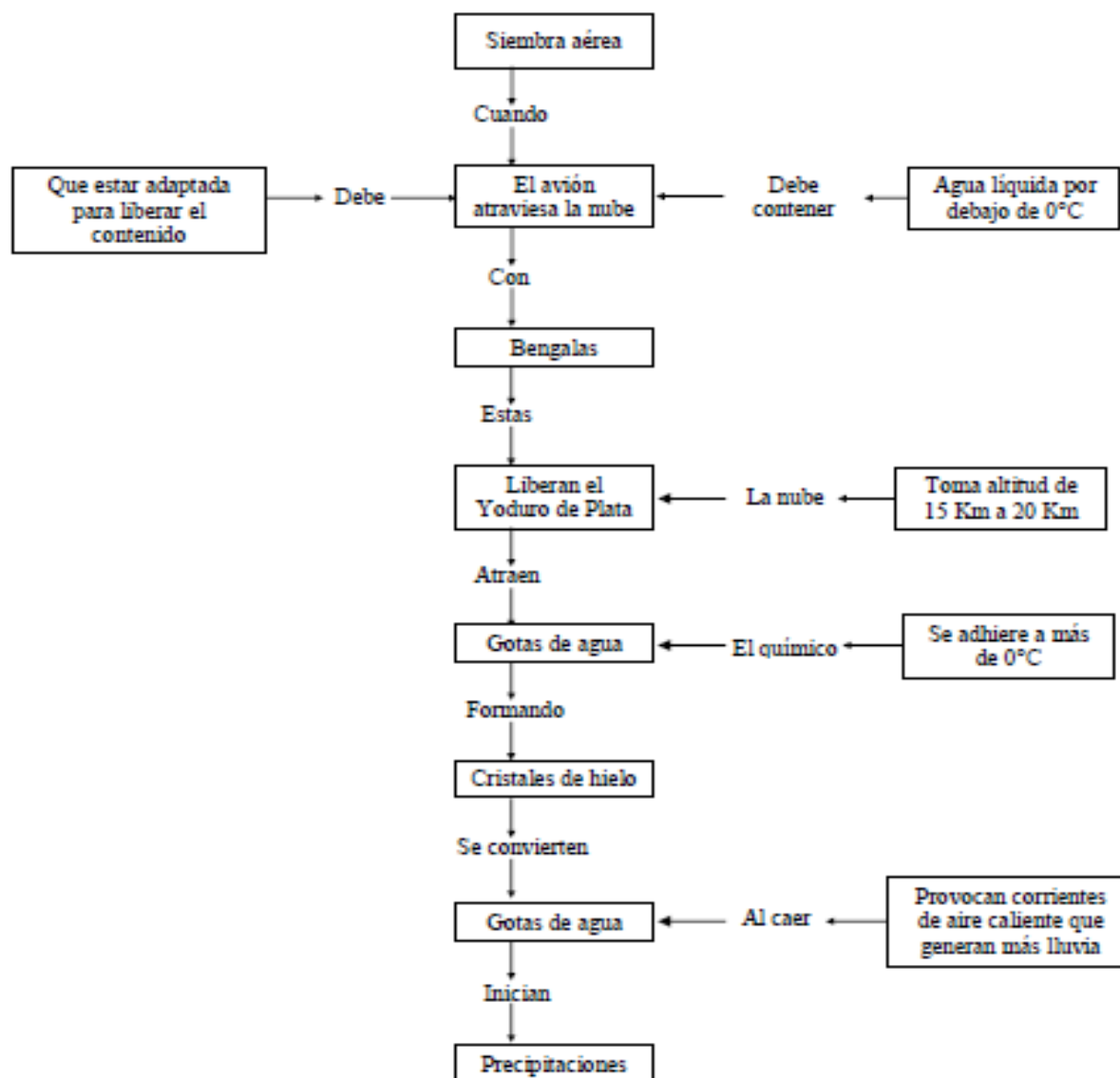
Fuente: Navarro, S. R, 2012

La búsqueda bibliográfica obtiene la metodología de siembra aérea del Yoduro de Plata con ayuda de aviones. Estos deben interceptar las nubes ideales las cuales poseen agua líquida con una

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

temperatura menor a cero grados centígrados (0°C). La trayectoria del avión debe traspasar la nube y liberar bengalas dentro de la misma, estas bengalas contienen cartuchos de Yoduro de Plata que se adhiere a las gotas del agua para la formación de cristales de hielo para su posterior conversión en gotas de agua, esta técnica posee la característica de provocación de corrientes de aire caliente el cual puede maximizar y optimizar el resultado propiciando mayores precipitaciones. (Navarro, S. R, 2012)

Figura 9. Metodología de siembra aérea



Fuente: Navarro, S. R, 2012

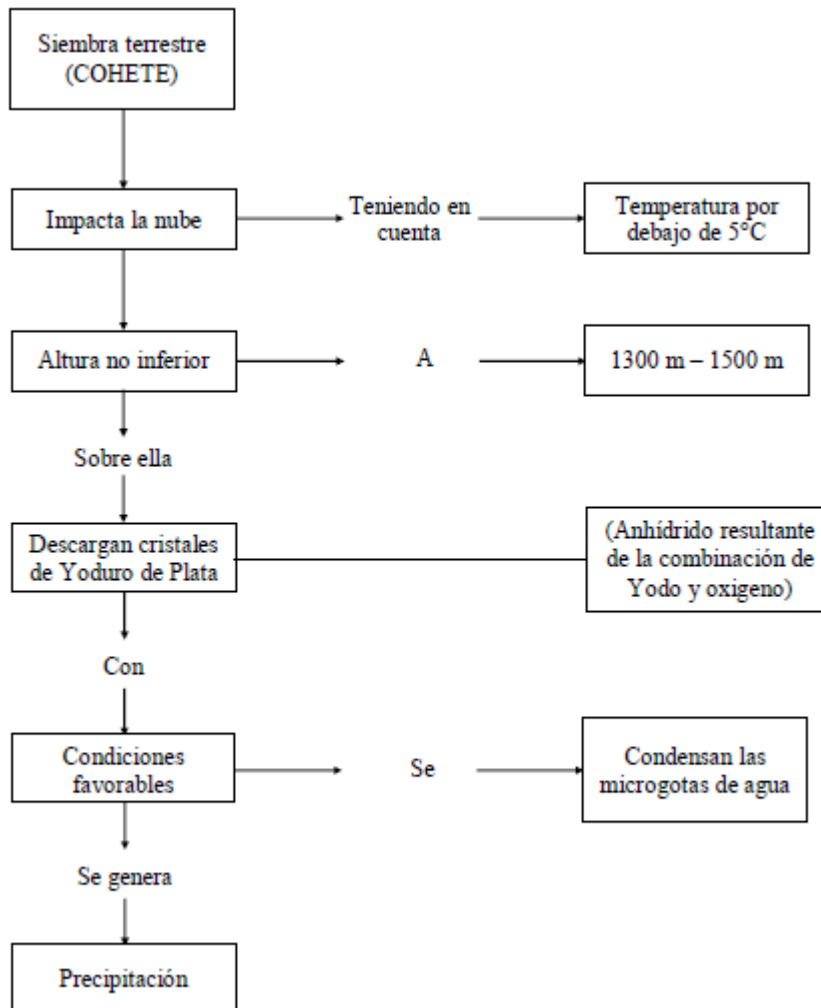
La búsqueda bibliográfica obtiene la metodología de siembra terrestre con el uso de cohetes utilizando principios básicos de física mecánica como un tiro parabólico. Estos cohetes deben impactar la nube

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

que presenta una temperatura menor a cinco grados centígrados (5°C) y debe estar a una altura aproximada de 1300m – 1500. El cohete descarga cristales de Yoduro de Plata los cuales funcionan como un Anhídrido resultante de dicha combinación, el resultado obtenido es la condensación de las microgotas de agua (Navarro, S. R, 2012)

Figura 10. Metodología de siembra terrestre con utilización de cohetes

Siembra terrestre (cohete)



Fuente: Navarro, S. R, 2012

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Hipótesis física de siembra

El concepto de siembra dinámica se aplica a nubes convectivas con composición de fases mixta, el cual se sustenta en la certidumbre termodinámica de que la conversión de agua líquida superenfriada a hielo dentro de la nube, libera calor latente de congelación, e incrementa así la temperatura interior de esta de acuerdo con la relación. (Pérez, C. A., Martínez, D., Gamboa, F., Petrov, V., Koloskov, B., & Danelyan, B., 2011).

$$dT = \frac{\alpha dp - Ldw_L}{cp}$$

Donde:

L: Calor latente de congelación ($\approx 80 \text{ cal/g}$).

dw_L : Variación en el contenido de agua líquida expresada en gramos por kilogramos

α : Volumen específico

cp: Calor específico a presión constante

Para una congelación isobárica, el aumento de temperatura puede ser de $\cong 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ por g/kg de agua superenfriada congelada a la temperatura de $-10 \text{ }^\circ\text{C}$. Un incremento adicional de temperatura aproximadamente de la misma magnitud tiene lugar por la deposición de vapor sobre los cristales de hielo, formados en el proceso anterior.

El calentamiento adicional afecta, directamente, la flotabilidad de la nube, la que está relacionada con la velocidad vertical de la corriente ascendente a través de la expresión:

$$\frac{dw}{dt} = \frac{\partial w}{\partial t} + w \frac{\partial w}{\partial z} = \left(\frac{T_v - T_{ve}}{T_{ve}} - Q_t \right) g - \mu w^2$$

Donde:

w: Velocidad vertical

T_v : Temperatura virtual

T_e : Temperatura ambiente en la vecindad de la nube

Q_t : Contenido total de agua

g: Aceleración de la gravedad

μ : Parámetro que tiene en consideración la mezcla de la nube con el medio

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

$\frac{T_v - T_{ve}}{T_{ve}}$: Representación de la flotabilidad de la nube

(gQ_t) : El peso del agua y se opone a la flotabilidad

(Pérez, C. A., Martínez, D., Gamboa, F., Petrov, V., Koloskov, B., & Danelyan, B., 2011).

Es precisamente el término de la flotabilidad el que, según la hipótesis adoptada, se debe alterar positivamente. Estudios realizados demuestran que en las nubes experimentales del Proyecto Cubano para la Modificación Artificial del Tiempo (PCMAT) es posible incrementar, de forma positiva, la flotabilidad e incluso revertir de negativo a positivo sus valores mediante un proceso de congelación isobárica. (Pérez, C. A., Martínez, D., Gamboa, F., Petrov, V., Koloskov, B., & Danelyan, B., 2011).

Metodología segundo objetivo: *“Determinar las épocas propicias, en el municipio de Manaure, La Guajira, para propiciar la precipitación.”*

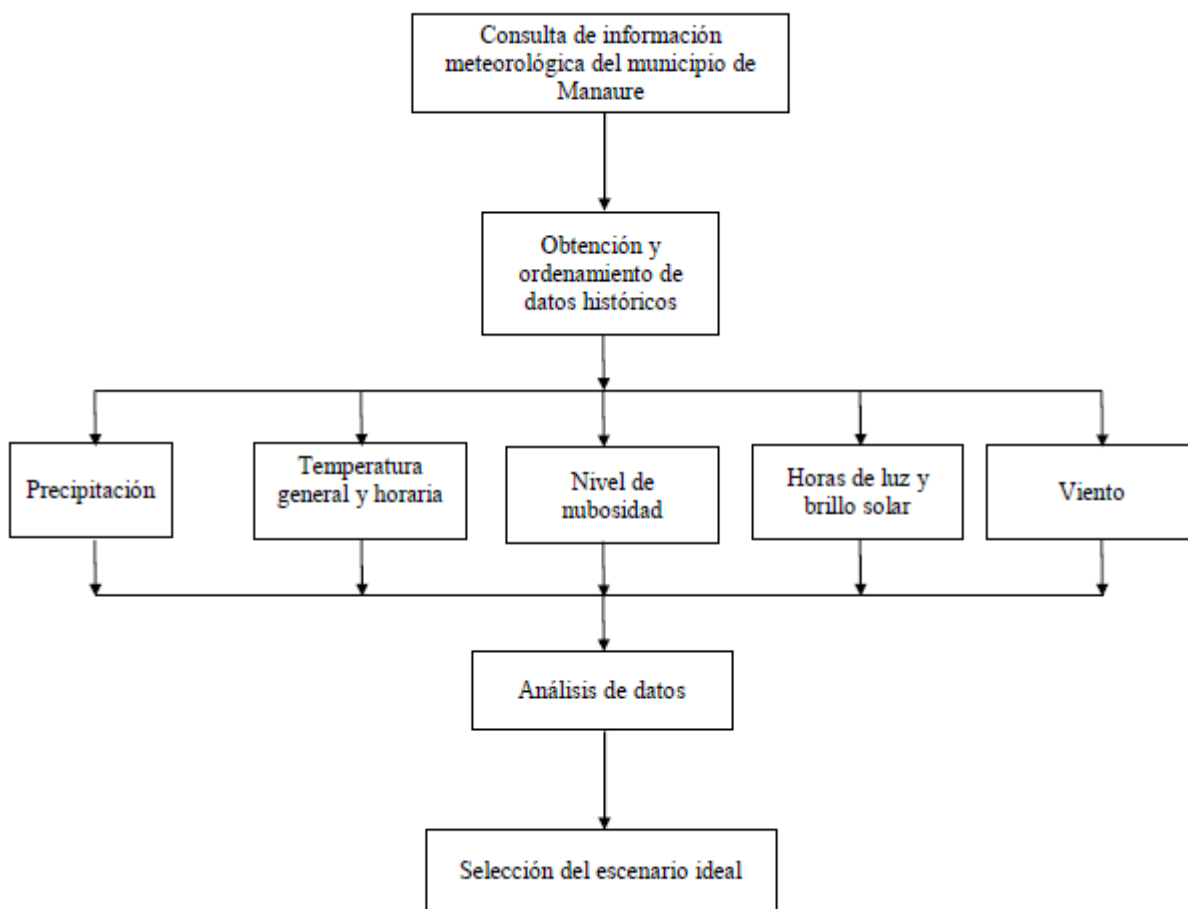
La metodología para el desarrollo del segundo objetivo se basó en consultar las bases de datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en la estación meteorológica situada en el municipio de Manaure, La Guajira. Esta recopilación de datos se hizo para obtener veracidad en los mismos y que de esta manera se pudiese crear correctamente los modelos necesarios para la posible implementación de la técnica en la zona.

Los ítems que se evaluaron en primera instancia fueron: precipitación, vientos y temperatura. Esto se realizó para el correcto modelamiento de la rosa de los vientos y así hallar las temporadas idóneas en el año para la posible implementación de la técnica teniendo en cuenta el análisis previo y de esta manera maximizar los resultados esperados con las condiciones correctas. La península de La Guajira posee niveles muy bajos de precipitación, las condiciones meteorológicas y el ciclo hidrológico que posee la zona restringe algunos espacios para la implementación de la técnica.

Se realizó una solicitud al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de datos desde el año 2000 en la península de La Guajira en el municipio de Manaure para poseer una amplia base de datos la cual puede ser analizada para proyectar los efectos negativos del cambio climático en la península de La Guajira y sus diferentes afectaciones en un futuro contemplando la temperatura general, la temperatura horaria, nivel de nubosidad, precipitación mensual, horas de luz y brillo solar, humedad y viento. Estos aspectos son fundamentales para la implementación de la técnica ya que se debe poseer un conocimiento meteorológico exacto de la zona.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 11. Metodología para la consulta de bases de datos meteorológicas



Fuente: Elaboración propia

Metodología tercer objetivo: *“Establecer los impactos negativos que puedan causar en la salud los diferentes reactivos químicos que se pueden utilizar en las diferentes metodologías de bombardeo de nubes.”*

La metodología para el tercer objetivo se basó en una revisión bibliográfica de los diferentes compuestos que pueden ser utilizados para la técnica en diferentes campos donde se prioriza la salud al ser humano y al medio ambiente, se filtró la búsqueda en el Yoduro de Plata para realizar una síntesis del mismo y exponer sus diferentes usos alrededor del mundo en diversas técnicas.

Los boletines compartidos por el sistema de vigilancia en salud pública (SIVIGILA) no poseen información acerca de agentes químicos como el Yoduro de Plata y de esta manera se debe recurrir a

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

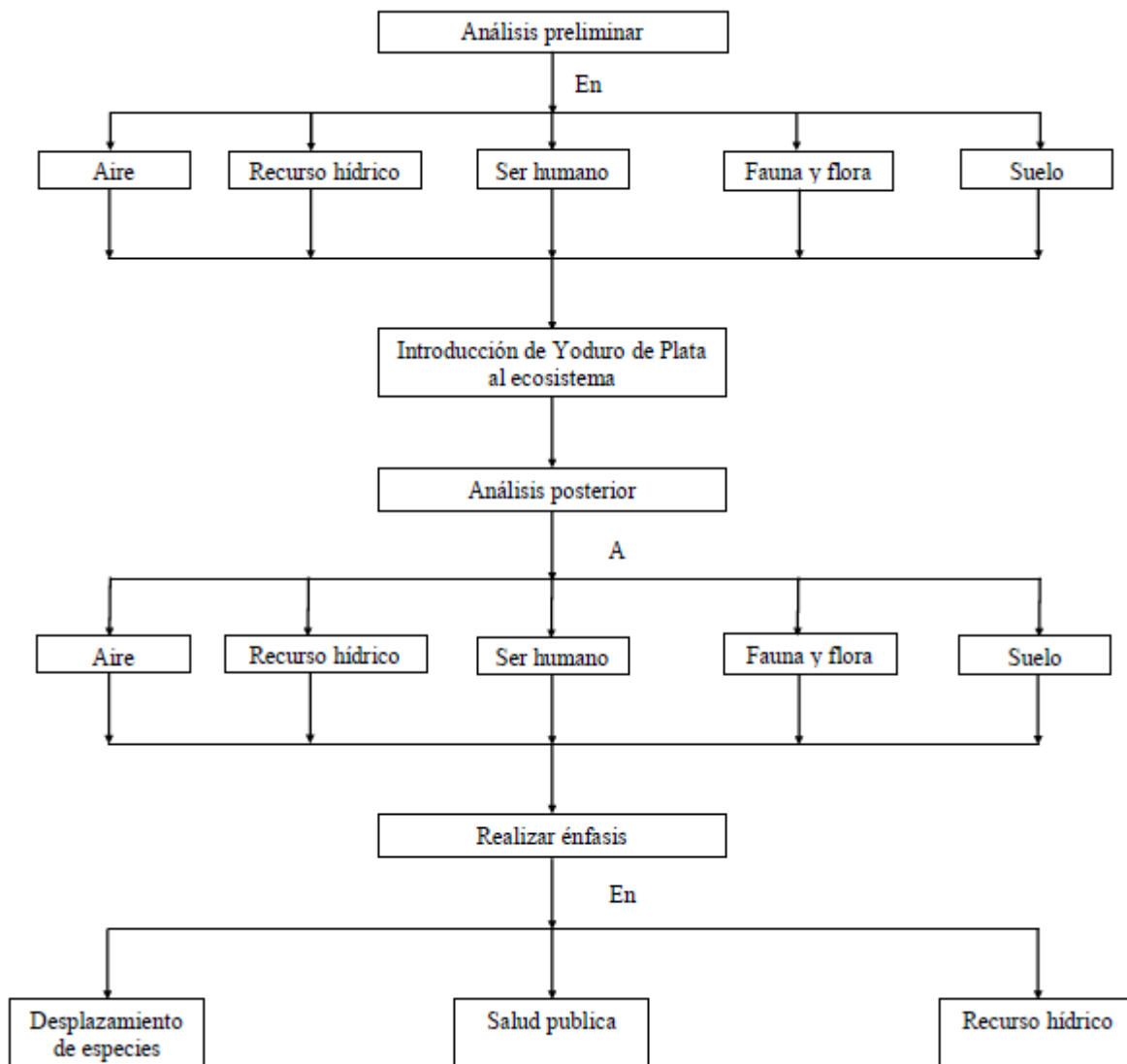
la base de datos bibliográfica para analizar los posibles riesgos y afectaciones que el compuesto posea.

El Yoduro de Plata posee una clasificación 2 en el segmento azul correspondiente a la National Fire Protection Association (NFPA) 407 y el diamante de fuego, este se usa para comunicar e informar los diferentes riesgos que posee los materiales peligrosos. La inocuidad del Yoduro de Plata ha sido estudiada en varias ocasiones, se ha analizado la inocuidad del componente químico en el proyecto Skywater donde se revisó en diferentes aspectos la cantidad y el esparcimiento de este compuesto inorgánico. (Rogers, 2009).

Para esta metodología presente en la figura 12 se realiza con un análisis preliminar el cual debe realizarse en cinco aspectos los cuales la técnica y el compuesto químico puede influir, estos son: aire, recurso hídrico, el ser humano, fauna y flora y el suelo, luego de obtener el estado de cada aspecto se procede a la implementación de la técnica la cual introduce el Yoduro de Plata al ecosistema. Luego de esto se realiza un análisis posterior a los mismos aspectos para evaluar en un sistema donde el tiempo es la variable fundamental para analizar y observar el resultado. Por último se realiza un énfasis más detallado al posible desplazamiento de especies por el ruido generado por diversas metodologías en la implementación de la técnica, la salud pública para verificar la inocuidad del compuesto en la población aledaña a la zona y el recurso hídrico para realizar pruebas físico-químicas del mismo para hallar una posible alteración al recurso.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 12. Metodología para analizar los impactos del Yoduro de Plata en los diferentes componentes seleccionados



Fuente: Elaboración propia

6.2 Enfoque

El enfoque para este proyecto de propuesta para propiciar la precipitación en la península de La Guajira en el municipio de Manaure utilizando la metodología para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata posee un enfoque cuantitativo y cualitativo. La medición de variables ambientales, económicas y sociales son identificadas como magnitudes numéricas las cuales hacen parte de los campos estadísticos. (Sampieri, 2014).

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

De manera simultánea se realiza una investigación y recopilación de datos e información los cuales sirven para soportar la investigación de la técnica propuesta con resultados a nivel mundial y a través del tiempo. (Sampieri, 2014).

Por estas componentes el enfoque a desarrollar en este proyecto es mixto. Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (Sampieri, 2014).

El enfoque mixto, se desarrolla ya que en la mayoría de las fases se encuentran los dos tipos de enfoques teniendo la posibilidad de encontrar diferentes caminos para conducirlo a una comprensión e interpretación lo más amplia del fenómeno de estudio. Es por esto que el enfoque mixto es el proceso que recolecta, analiza y vincula el tipo cuantitativo y cualitativo. (Sampieri, 2014).

6.3 Alcance

El tipo de investigación tendrá dos componentes, exploratorio y descriptivo. La técnica de bombardeo o siembra de nubes empleada en el proyecto es una solución innovadora que no ha sido estudiada para la zona de La Guajira, la cual necesita una regulación de su ciclo hídrico de manera acelerada. Este estudio posee la posibilidad de dar lugar a estudios y análisis futuros en esta misma zona o en la región afectándola de manera positiva. De igual manera se tiene una investigación de forma descriptiva la cual cuenta con una gran cantidad de variables dependientes e independientes para llegar a la culminación de la propuesta y dar paso a la implementación de la técnica. Se podrá mitigar y corregir los efectos adversos que ha afectado al bioma de Manaure. (Sampieri, 2014).

6.4 Método

Los métodos que se utilizaran para la trazabilidad de este proyecto de una propuesta para propiciar la precipitación en la península de La Guajira en el municipio de Manaure utilizando la metodología para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata serán deductivos e inductivos. La investigación bibliográfica probara y confirmara las teorías propuestas por diversos autores y las experiencias en diferentes zonas del planeta que intentaron lograr esta técnica. Así mismo se dará una respuesta directamente relacionada con los resultados que se obtuvieron en la investigación de fuentes de información a nivel mundial. (Sampieri, 2014).

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

La trazabilidad de la investigación y la obtención de resultados dictaminara y encaminara la propuesta para una futura implementación, ya que el enfoque de esta investigación es mixto se tendrán en cuenta las variables cuantitativas y cualitativas para analizar, estudiar y verificar la técnica más adecuada para la península de La Guajira en el municipio de Manaure y que esto obtenga impactos positivos sobre la región. (Sampieri, 2014).

Tabla 2. Diseño metodológico para cada objetivo del proyecto

Objetivo General: Proponer la metodología para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata para propiciar la precipitación en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.			
Objetivos Específicos	Actividad	Técnica	Instrumento
Analizar las diferentes metodologías propuestas donde se utilicen compuestos químicos los cuales pueden llegar a ser eficientes con la técnica del bombardeo de nubes.	Revisión de la documentación acerca de las metodologías utilizadas a través del mundo y de la historia para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata. Adicionalmente se analizara la metodología más acertada para la implementación de la técnica teniendo en cuenta las características	La técnica que se utilizó en la presente investigación fue la toma de datos relevantes de diferentes investigaciones incluyendo componentes ambientales, sociales y económicos para el correcto empalme en el municipio de Manaure, La Guajira.	Documentos institucionales Literatura aplicada Sistemas de información geográfica Mapas Coordenadas geográficas Datos técnicos de la técnica de bombardeo de nubes con Yoduro de Plata Computador

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Objetivos Específicos	Actividad	Técnica	Instrumento
	meteorológicas del municipio.		
Determinar las épocas propicias, en el municipio de Manaure, La Guajira, para propiciar la precipitación.	Revisión de documentación oficial brindada por el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM) correspondientes a la estación meteorológica situada en el municipio de Manaure, La Guajira.	Métodos cualitativos y cuantitativos para el desarrollo de la rosa de los vientos la cual brinda resultado y evidencia de gran importancia para la futura implementación	Literatura aplicada Computador Programas de diseño Software para la creación del modelo de rosa de los vientos Programa Excel office para la correcta organización y visualización de los datos brindados por el IDEAM
Establecer los impactos que puedan causar en la salud los diferentes reactivos químicos que se pueden utilizar en las diferentes metodologías de	Búsqueda en boletines de salud pública asociados a la toxicidad del Yoduro de Plata en el ecosistema, adquiriendo como eje central el ser humano, fauna, flora y el	Revisión de boletines asociados a la salud pública a nivel nacional e internacional para obtener datos relevantes acerca del comportamiento	Computador Literatura aplicada Informes de salud pública a nivel nacional e internacional Revisión de fichas de seguridad del compuesto

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Objetivos Específicos	Actividad	Técnica	Instrumento
bombardeo de nubes.	recurso hídrico existente en la zona de influencia.	del compuesto al interactuar con el ecosistema y los componentes existentes en el mismo.	Revisión de normas técnicas para la movilización de compuestos peligrosos

Fuente: Elaboración propia

7. Plan de trabajo

7.1 Cronograma

Este proyecto para una propuesta para propiciar la precipitación en la península de La Guajira en el municipio de Manaure utilizando la metodología para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata comenzó la tercera semana de febrero de 2018 y el final esperado el mismo será en la cuarta semana de mayo de 2019. Se implementaron varias actividades para verificar la trazabilidad del mismo y de igual manera para la posterior evaluación de las rutas de riesgo las cuales pueden alterar los tiempos estipulados en el cronograma del proyecto.

Figura 13. Cronograma estudio de investigación

	Febrero 2.018				Marzo 2.018				Abril 2.018				Mayo 2.018				Junio 2.018				Julio 2.018				Agosto	
ACTIVIDADES	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
Selección de tema																										
Postular posibles títulos																										
Investigación de la problemática																										
Postular objetivos																										
Investigación del tema																										
Revisión bibliográfica																										
Análisis de metodologías																										
Solución de metodología																										
Análisis de normatividad																										
Análisis de la situación actual																										
Planteamiento de soluciones																										
Investigación de alternativas																										
Estudio de procesos																										
Presentación y sustentación de avances																										
Análisis de implementación																										
Investigar metodologías de implementación																										

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

	Julio 2.018				Agosto 2.018				Septiembre 2.018				Octubre 2.018				Noviembre 2.018				Diciembre 2.018				
ACTIVIDADES	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
Asignación de líneas de investigación																									
Asignación de áreas de aplicación																									
Revisión teórica																									
Presupuesto																									
Presustentación monografía																									
Sustentación con director																									
Análisis de estado actual																									
Anexar los resultados a la monografía																									
Elaborar las recomendaciones																									
Finalización de la monografía																									
Sustentación final																									
Elaborar la propuesta de artículo																									
Fin del trabajo de grado																									

	Marzo 2.019				Abril 2.019				Mayo 2.019																
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4													
Asignación de líneas de investigación																									
Asignación de áreas de aplicación																									
Revisión teórica																									
Presupuesto																									
Presustentación monografía																									
Sustentación con director																									
Análisis de estado actual																									
Anexar los resultados a la monografía																									
Elaborar las recomendaciones																									
Finalización de la monografía																									
Sustentación final																									
Elaborar la propuesta de artículo																									
Fin del trabajo de grado																									

Fuente: Elaboración propia

7.2 Presupuesto

Las diferentes actividades planteadas en el cronograma tienen una relación directamente proporcional con el presupuesto, de esta manera se presenta el presupuesto con los diferentes rubros que se poseen. El talento humano se basa en el estudiante, sus gastos en diferentes rubros.

La institución Universidad el Bosque brinda el rubro de software. En este caso representa Arcgis. Se hace una sumatoria en pesos y se da el presupuesto final del proyecto.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Tabla 3. Presupuesto proyecto de investigación

Nombre del proyecto:	propuesta para propiciar la precipitación en la		
Responsable del proyecto	Andrés Felipe Delgado Rozo		
Área responsable:	Programa de Ingeniería Ambiental		
Fecha de inicio y terminación del proyecto:	Febrero 2.018	Mayo 2.019	
Presupuesto general			
Rubros	TALENTO HUMANO	INSTITUCIÓN	Total en pesos
1. Personal	3'124.968	0	3'124.968
2. Equipos - compra	0	0	0
2.1. Equipos propios	2'500.000	0	2'500.000
3. Materiales	500.000	0	500.000
4. Material bibliográfico - cartográfico	50.000	0	50.000
8. Servicios técnicos	200.000	0	200.000
9. Software	0	1'750.000	1'750.000
10. Otros	500.000		500.000
TOTALES			8'624.968

Fuente: Elaboración propia

8. Resultados y análisis

El presente capítulo, tiene como objetivo principal presentar los resultados obtenidos de la metodología desarrollada para determinar la técnica correcta para la implementación del bombardeo de nubes con Yoduro de Plata en la península de La Guajira en el municipio de Manaure. Se optó por plasmar en un mismo capítulo los resultados, análisis y discusión de los mismos para tener mayor compresión y orden en el desarrollo de estos. Los resultados son mostrados según cada objetivo específico como se evidencia a continuación.

8.1 Analizar las diferentes metodologías propuestas donde se utilicen compuestos químicos los cuales pueden llegar a ser eficientes con la técnica del bombardeo de nubes.

Para conocer el reactivo más eficiente se consultaron diferentes pruebas alrededor del mundo donde la utilización de diversas sustancias brindo las pruebas para que el Yoduro de Plata fuese el compuesto idóneo a utilizar por sus características y adaptabilidad a los diferentes tipos de cuerpos nubosos en las diferentes características que pueden existir en los ecosistemas predeterminados donde se pueda implementar la formula.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

En la actualidad existen tres metodologías, las cuales se usan a menudo para el ejercicio del bombardeo o siembra de nubes, estas son: terrestre basándose en la evaporación de los diferentes compuestos los cuales poseen características de volatilidad para su incorporación con el cuerpo nuboso, terrestre con utilización de proyectiles los cuales trazan un tiro parabólico para impactar en el cuerpo nuboso seleccionado para así crear las reacciones fisicoquímicas necesarias para brindar la precipitación necesaria en la zona seleccionada y aérea con el uso de aviones los cuales son previamente equipados con el compuesto de Yoduro de Plata en forma de cartuchos insertados en bengalas y de esta manera interceptar y atravesar la nube para soltar la carga del compuesto dentro de la nube para el éxito de la técnica. (Navarro, S. R, 2012).

8.1.1 Análisis de las metodologías propuestas para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.

Las metodologías que se utilizan frecuentemente alrededor del mundo por las diferentes empresas las cuales presentan los servicios de control meteorológico y bombardeo y/o siembra de nubes poseen como línea base las anteriormente mencionadas. Las condiciones meteorológicas en la península de La Guajira, en el municipio de Manaure denotan la dificultad para la implementación de la técnica ya que posee vientos que recorren la península de una manera muy acelerada y las propiedades de los mismos como su velocidad e intensidad recrean un complejo sistema meteorológico donde la técnica debe ser llevada a cabo con todas las precauciones y análisis pertinentes antes, durante y después del suceso. (Alcaldía municipal de Manaure., 2017).

La metodología por medio de cohetes lanzados desde tierra posee un panorama más favorable para la utilización de la misma en la península de La Guajira en el municipio de Manaure. Esta se basa en un lanzamiento de cohetes describiendo trayectorias parabólicas, estas trayectorias poseen dificultades las cuales pueden ser corregidas con una correcta planeación, de esta manera existe la posibilidad de la implementación de la técnica con los cohetes para la intercepción de la nube requerida para la maximización de la precipitación. (Navarro, S. R.2012).

Los cálculos mostrados a continuación se basan en la trayectoria e intercepción de la nube, esto hace parte de fundamentos de cálculo integral y vectorial los cuales pueden ser aplicados en esta técnica, se utilizó el software de Geogebra para visualizar y proyectar la posible trayectoria en un espacio ideal donde las condiciones sean óptimas. Se debe realizar un análisis riguroso a los comportamientos de los vientos en diferentes horas y meses para formular los parámetros negativos y así tener éxito en la implementación de la técnica con esta metodología.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

$$v = \int_a^b \pi[(R_E)^2] - [(R_i)^2]dx \quad R_E = (3 - \sin x) \quad R_i = (3 - \sqrt{x})$$

$$\int_4^5 \pi[(3 - \sin x)^2 - (3 - \sqrt{x})^2]dx$$

$$\pi \int (3 - \sin x)^2 - (3 - \sqrt{x})^2 dx$$

$$\pi \left(\int (3 - \sin x)^2 dx - \int (3 - \sqrt{x})^2 dx \right)$$

$$\int (\sin^2 x - 6\sin x + 9) dx$$

$$\int (\sin^2 x dx) - \int 6(\sin x dx) + \int 9 dx$$

$$9x + \frac{1}{2} \left(x - \frac{1}{2} \sin(2x) \right) + 6\cos x$$

$$\int (3 - \sqrt{x})^2 dx$$

$$\int (x - 6\sqrt{x} + 9) dx$$

$$\int x dx - \int 6\sqrt{x} dx + \int 9 dx$$

$$\frac{x^2}{2} - 4x^{3/2} + 9x$$

$$\pi \left(9x + \frac{1}{2} \left(x - \frac{1}{2} \sin(2x) \right) + 6\cos x - \left(\frac{x^2}{2} - 4x^{3/2} + 9x \right) \right)$$

$$\pi \left(4x^{3/2} - \frac{x^2}{2} + \frac{1}{2} \left(x - \frac{1}{2} \sin(2x) \right) + 6\cos x \right)$$

$$\lim_{x \rightarrow 4^+} \left(\pi \left(4x^{3/2} - \frac{x^2}{2} + \frac{1}{2} \left(x - \frac{1}{2} \sin(2x) \right) + 6\cos x \right) \right)$$

$$\pi \left(26 - \frac{\sin(8)}{4} \right) + 6\cos(4)$$

$$\lim_{x \rightarrow 5^-} \left(\pi \left(4x^{3/2} - \frac{x^2}{2} + \frac{1}{2} \left(x - \frac{1}{2} \sin(2x) \right) + 6\cos x \right) \right)$$

$$\pi \left(-10 + 20 * \sqrt{5} - \frac{\sin(10)}{4} + 6\cos(5) \right)$$

$$\pi \left(-10 + 20 * \sqrt{5} - \frac{\sin(10)}{4} + 6\cos(5) \right) - \pi \left(26 - \frac{\sin(8)}{4} \right) + 6\cos(4)$$

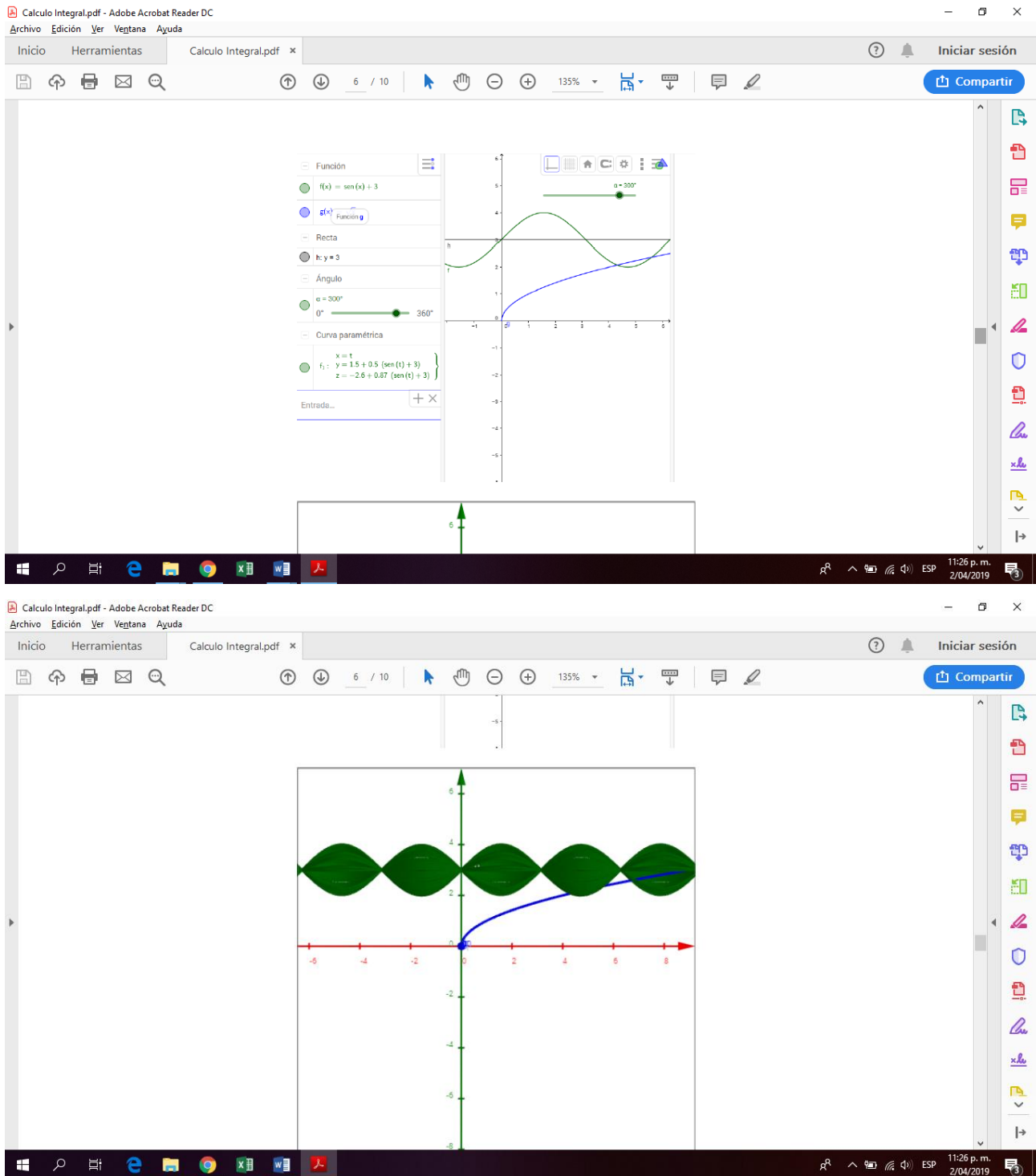
PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

$$\frac{1}{4}\pi(-144 + 80\sqrt{5} + \sin(8) - \sin(10) - 24\cos(4) + 24\cos(5))$$

$$= 27.34u^3$$

Fuente: elaboración propia

Figura 14. Cálculos metodología tierra-aire



Fuente: Elaboración propia

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

La metodología aérea basada en la utilización de aeronaves cargadas con cartuchos con Yoduro de Plata en compartimientos determinados para la interceptación del cuerpo nuboso y allí descargar el compuesto es la metodología idónea para la península de La Guajira en el municipio de Manaure. Con esta metodología se pueden minimizar los escenarios desfavorables por las difíciles condiciones climáticas y meteorológicas. En esta metodología al usar aeronaves se posee mayor exactitud en los diversos cuerpos nubosos donde se quiera hacer la descarga de los compuestos y de igual manera la selección de los puntos dentro de los mismos. La implementación de esta metodología es utilizada en muchas zonas alrededor del mundo donde se practica la técnica ya que su optimización y maximización en los resultados se puede ver afectada de manera favorable por la precisión de las descargas. (Pérez, C. A., Martínez, D., Gamboa, F., Petrov, V., Koloskov, B., & Danelyan, B., 2011).

Los cálculos mostrados a continuación se basan en la trayectoria e interceptación de la nube, esto hace parte de fundamentos de cálculo integral y vectorial los cuales pueden ser aplicados en esta técnica, se utilizó el software de Geogebra para visualizar y proyectar la posible trayectoria en un espacio ideal donde las condiciones sean óptimas. Se debe realizar un análisis riguroso a los comportamientos de movimiento de las nubes para trazar de manera óptima la ruta de la aeronave desde su despegue hasta interceptar la nube de manera exitosa

Parte 1

$$x = y^2 \quad x = 1 \quad \text{alrededor de } x = 1$$

$$v = \int_{-1}^1 \pi(1 - y^2)^2 dy$$

$$2 \int_0^1 \pi(1 - y^2)^2 dy$$

$$2\pi \int_0^1 (1 - 2y^2 + y^4) dy$$

$$2\pi \left[y - \frac{2}{3}y^3 + \frac{1}{5}y^5 \right] \Big|_0^1$$

$$2\pi \frac{8}{15}$$

$$\frac{16}{15} \pi u^3$$

Parte 2

$$L = \int_a^b \sqrt{1 + [F'(x)]^2} dx$$

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

$$F(x) = x^3$$

$$F'(x) = 3x^2$$

$$L = \int_1^4 \sqrt{1 + (3x^2)^2} dx$$

$$\int_a^b F(x) dx = \frac{h}{3} [F(x_0) + 4F(x_1) + 2F(x_2)]$$

$$n = 11 \qquad h = \frac{4-1}{10} = \frac{3}{10}$$

$$x_0 = 1 \rightarrow F(x_0) = \sqrt{1 + 9(1)^4} = \sqrt{10} = \sqrt{10}$$

$$x_1 = 1 + \frac{3}{10} \rightarrow F(x_1) = \sqrt{1 + 9\left(\frac{13}{10}\right)^2} = 4.026 * 4 = 16.104$$

$$x_2 = 1 + 2\left(\frac{3}{10}\right) \rightarrow F(x_2) = \sqrt{1 + 9\left(\frac{8}{5}\right)^2} = 4.9 * 2 = 9.8$$

$$x_3 = 1 + 3\left(\frac{3}{10}\right) \rightarrow F(x_3) = \sqrt{1 + 9\left(\frac{19}{10}\right)^2} = 5.78 * 4 = 23.12$$

$$x_4 = 1 + 4\left(\frac{3}{10}\right) \rightarrow F(x_4) = \sqrt{1 + 9\left(\frac{11}{5}\right)^2} = 6.6 * 2 = 13.2$$

$$x_5 = 1 + 5\left(\frac{3}{10}\right) \rightarrow F(x_5) = \sqrt{1 + 9\left(\frac{5}{2}\right)^2} = 7.5 * 4 = 30$$

$$x_6 = 1 + 6\left(\frac{3}{10}\right) \rightarrow F(x_6) = \sqrt{1 + 9\left(\frac{14}{5}\right)^2} = 8.4 * 2 = 16.8$$

$$x_7 = 1 + 7\left(\frac{3}{10}\right) \rightarrow F(x_7) = \sqrt{1 + 9\left(\frac{31}{10}\right)^2} = 9.35 * 4 = 37.4$$

$$x_8 = 1 + 8\left(\frac{3}{10}\right) \rightarrow F(x_8) = \sqrt{1 + 9\left(\frac{17}{5}\right)^2} = 10.2 * 2 = 20.4$$

$$x_9 = 1 + 9\left(\frac{3}{10}\right) \rightarrow F(x_9) = \sqrt{1 + 9\left(\frac{37}{10}\right)^2} = 11.1 * 4 = 44.4$$

$$x_{10} = 1 + 10\left(\frac{3}{10}\right) \rightarrow F(x_{10}) = \sqrt{1 + 9(4)^2} = 12.04 * 2 = 24.08$$

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

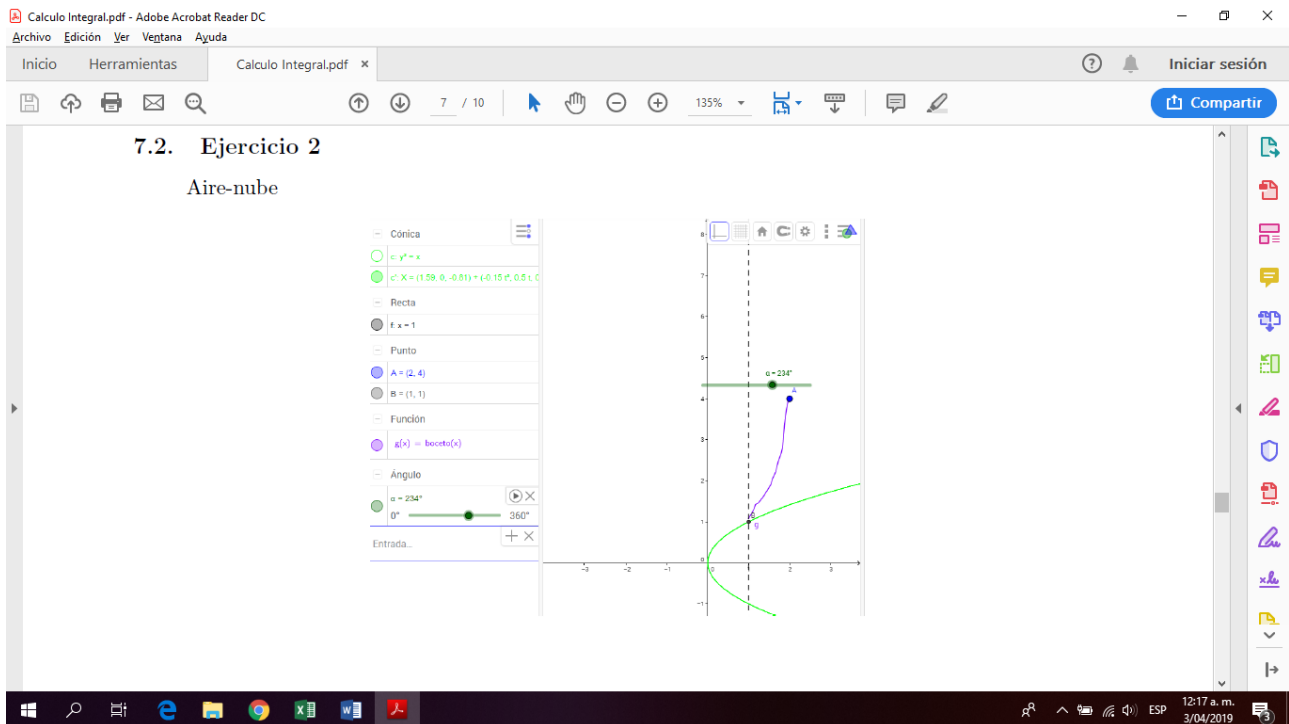
$$x_{11} = 1 + 11\left(\frac{3}{10}\right) \rightarrow F(x_{11}) = \sqrt{1 + 9\left(\frac{45}{10}\right)^2} = 12.9 = 12.9$$

$$\sum total = 251.3662777$$

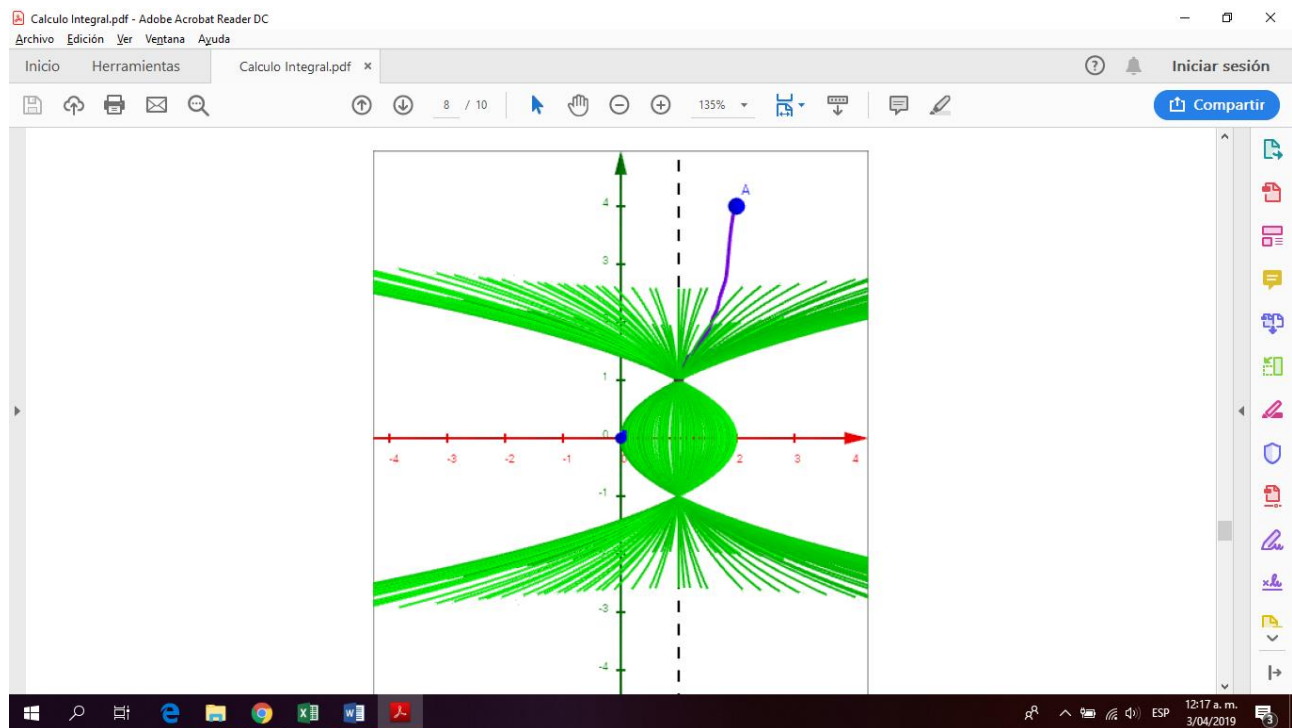
$$\frac{h}{3}[251.3662777] \rightarrow \int_1^4 \sqrt{1 + 9x^4} dx \approx 25.13662777$$

Fuente: elaboración propia

Figura 15. Cálculos metodología aérea



PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA



Fuente: Elaboracion propia

8.1.2 Selección de metodología para la posible implementación de la técnica en el municipio de Manaure, La Guajira

Las características y condiciones meteorológicas en la península de La Guajira en el municipio de Manaure. Crean un escenario desfavorable para la utilización de algunas metodologías, los vientos en la península de La Guajira en el municipio de Manaure recorren un trayecto Oeste a Este y de Oesudoeste hacia el Estenoreste y una velocidad oscilante entre 5 y 28 Km/h. Esto hace que la metodología por evaporación se dificulte ya que los compuestos no alcanzaran la altitud necesaria y se dispersaran en poco tiempo impidiendo el éxito de la técnica en esta zona, por este motivo la metodología en tierra con el uso de evaporación de compuestos no es idónea para la zona específica, la rosa de los vientos realizada brinda la información necesaria para la determinación final de la técnica ya que en todos los meses del año la velocidad puede variar en los kilómetros recorridos pero no se encuentra un lapso donde esta pueda efectuarse con el éxito esperado. (Alcaldía municipal de Manaure., 2017).

La metodología utilizada desde el suelo con cohetes para la intercepción de la nube puede ser replicada en el municipio de Manaure en la península de La Guajira, para esto se debe tener en

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

cuenta la velocidad y dirección de las corrientes del viento en primera instancia para calcular la resistencia del cohete hacia las mismas ya que existirá una desviación notoria por factores independientes los cuales pueden causar dificultades para la intercepción el cuerpo nuboso, los cohetes deben contar con diseños aerodinámicos para que de esta manera se obtenga el resultado esperado.

La metodología aérea es la más acertada para realizarse en la península de La Guajira en el municipio de Manaure, el componente aéreo crea una atmosfera de exactitud la cual puede verse representada en el seguimiento de la nube y de esta manera se poseen equipos de precisión dentro de la aeronave los cuales pueden ser de gran ayuda para el éxito de la técnica, la sincronización de la altura y las diferentes corrientes de aire donde se sitúa la nube puede minimizar los riesgos, así mismo, la aeronave debe trazar la ruta óptima para la intercepción con la nube y de esta manera con el apoyo en tierra se puede lograr el éxito en la técnica.

8.1.3 Análisis de compuestos químicos los cuales pueden ser utilizados para la técnica de bombardeo de nubes.

A través de las diferentes metodologías e implementaciones de diferentes técnicas para el bombardeo de nubes se han analizado y evaluado diferentes compuestos los cuales poseen características fisicoquímicas idóneas para crear una reacción en el cuerpo nuboso el cual puede influir directamente en la descarga de agua en estado líquido y así formar la precipitación necesaria, se realizó un análisis de bases de datos con compuestos como: Yoduro de Plata, Acetona, Dióxido de Carbono, Cloruro de Sodio, Cloruro de Potasio. (Cantero, J. G., 2018).

En la siguiente tabla se puede analizar las diferentes implementaciones que ha tenido la técnica y de igual manera la metodología utilizada para los resultados con los diferentes rendimientos y condiciones específicas de las zonas donde se realizó.

Tabla 4. Análisis de implementaciones de la técnica de bombardeo de nubes

LUGAR	SUSTANCIA S	CONDICIONE S	RENDIMIEN T O	AUTORES
Emiratos Árabes Año : 2001- 2005	Yoduro de Plata Cloruro de potasio y	Método de Siembra: Aérea :200 vuelos -10°C	Aumento de Precipitaciones: 35%	(Aftab Kazmi, 2013)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

	Cloruro de sodio	0,01 microgramos por litro a 5 microgramos por litro	Aumento atmosfera turbia:15%	
Camagüey , Cuba Año: 1979	Yoduro de Plata	Método de siembra aérea: 2000 km² Cristalización : 50-60 % Tiempo de vida de la nube : 21% Altura máxima : 17% Volumen de lluvia: 95% Se sembraron: 115 nubes	Aumento de Precipitaciones : 50% Pluviometría: 15 %	(koloskov,B.,1996) (Martinez, y otros, 2005)
Región de Atacama, Chile Año: 2012-2013	Yoduro de Plata	Método de siembra: Aérea 13 vuelos Descarga de Yoduro de Plata : 8000g Tiempo de vuelo en siembra durante el año 2012: 4 horas 2013: 16:50:00	Aumento de Precipitación : 10%-15% Pluviometría: No se midió	(Comisión Nacional de Rieg,2013)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Israel Año:2009	Yoduro de Plata	Método de siembra: Aérea Febrero: 146 horas de vuelo Actualmente : 290 horas de vuelo Terrestre : 30 quemadores de tierra en tres regiones de tierra	Aumento de Precipitaciones : 13% 60 millones de m ³ se añaden al suministro de agua	(Zurroff, 2009)
San Ángelo, Texas Año: 1989	Yoduro de Plata.	Método de siembra: Bengalas extraíbles: produciendo 20 g de Yoduro de Plata. Temperatura: -8 ° C a – 12 pc.	-Aumento de precipitaciones con variaciones de 7 % a 29 %. -Las precipitaciones de 1989 fue del 19 %.	Fuente especificada no válida.
Moscú (RUSIA) Año: 2003 – 2006	Yoduro de Plata.	Medios de siembra: -Aérea: 256 Yoduro de Plata pirotécnico pV- 26 bengalas -Temperatura: - 6.7°C y los 12.9°C -Vuelos: 182	-Reducción de nieve “exceso” de las nubes. - Aumento de las precipitaciones en 2-10 %.	Fuente especificada no válida.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Arabia Saudita (ZONA SUROCCIDENTAL) Año entre 2008 y 2009	Yoduro de Plata.	Fase de la nube: - 5 km de diámetro. Medios de siembra: -Aérea: 6 Penetraciones en la nube (2009). Concentración: FSSP numb conc (cm ³) (1: 470; 2: 520; 3: 530; 4:700; 5: 500; 6: 430. Temperatura: - 7°C	La precipitación asciende entre 10% a 25%. -Fueron 9 las precipitaciones.	Fuente especificada no válida.
Utah 1989 -90	Yoduro de Plata.	Medios de siembra: Tanque de Yoduro de Plata gaseoso. -Temperatura: - 3 a -5°C -Altura de la nube: 6 a 8 kilómetros de altura.	Incremento de 10- 15 % de precipitaciones.	Fuente especificada no válida.
Lugar	Sustancia	Condiciones	Rendimiento	Autor

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Ártico	Yoduro de Plata, hielo seco	-Año: 1997 -Medio de siembra: Aéreo, rocíos oscilando entre 4g a 10g sobre las nubes. Nubes: Temperatura de -34°C	-Pluviosidad: Las lluvias oscilaron entre 20% y 56% variando en cada estación. -Estadísticas: Se tomó un censo de 8 días para tener resultados específicos	Fuente especificada no válida.
Lugar	Sustancia	Condiciones	Rendimiento	Autor
Sudáfrica	Yoduro de Plata	-Año: 1990 -Medio de siembra: Aéreo por debajo de nubes de tormenta. 3.4 Kg/h -Nubes: 6.5°C a 9°C	-Pluviosidad: Oscilante entre 2% a 52%, gotas superior a 100 micras de diámetro	Fuente especificada no válida.
Lugar	Sustancia	Condiciones	Rendimiento	Autor
Colorado, USA	Yoduro de Plata	-Año: 1960-1965 -Medio de siembra: Terrestre, misiles (3) cada hora 125g aproximadamente.	-Pluviosidad: Oscilando entre 6.8% a 54.6%, la lluvia aumento en su lapso de tiempo alrededor de 1 hora.	Fuente especificada no válida.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

		-Nubes: 8°C aproximadamente		
	Sustancia	Condiciones	Rendimiento	Autor
Buenaventura, Colombia	Yoduro de Plata, sal	-Año: 1963 -Medio de siembra: Terrestre -Nubes: 10°C -Lugar: Rio Anchicayá	-Precipitación: 2.5mm equivalente a un 13% -Zona: Las nubes excitadas se movieron a otro departamento (Tolima)	Fuente especificada no válida.
Lugar	Sustancia	Condiciones	Rendimiento	Autor
Estados unidos “OCCIDENTE”	Yoduro de Plata	2.7400e+6g . Medios de siembra: -Aérea: 2 a 4 kilos por hora -Terrestre: 5 a 25 g de AgI por hora -Temperatura: - 5°C para mejor condensación.	-Vida útil del Yoduro de Plata: oscila entre 1 y 2 horas. -la precipitación asciende entre 10% a 20%	(WMA, 2009)
Lugar	Condiciones	Sustancia	Rendimiento	Autor
MEXICO “DF” Año 1983	Medios de siembra:	Yoduro de Plata	-La precipitación puede incrementarse en	(Ramos, 1983)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

	Aéreo: Cartuchos 10 a 20 g de AgI según magnitud nube. Véngalas: de 70g tiempo se quema 20 Min -Temperatura: -2°C y -10°C para mejor condensación. Aviones Utilizados: Cessna 310 y 420		un 15% se observa después de 35 Min	
Lugar	Condiciones	Sustancia	Rendimiento	Autor
Venezuela “Zulia” Año 2014	- Aérea: 2000g a 4000g por hora -Terrestre: 5 a 25 g de AgI por hora -Para que una nube pueda ser sembrada debe encontrarse entre los 6 y 8	Yoduro de Plata	-La incrementación en la precipitación un 15-30% - puede ser hasta un 90% efectivo	(Panorama, 2014)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

	kilómetros de altura. -La precipitación debe ocurrir en un plazo no mayor de 20 minutos.			
Lugar	Sustancia	Condiciones	Rendimiento	Autor
China “Pekín” Años 2003-2004	Yoduro de Plata	-Años 2003-2004 -Medios de siembra: Aéreo: 10 a 20 g de AgI - gotas frías que el punto de congelación, 32°F o 0 °C)	-10% Aumento en invierno -100 veces menos que las emisiones de la industria a la atmósfera.	(S.J.SOLANKI, 2012)

Fuente: Elaboración propia

8.1.4 Selección de los compuestos químicos los cuales pueden ser utilizados para la técnica de bombardeo de nubes.

Las diferentes compañías alrededor del mundo que prestan el servicio de control meteorológicos aumentando o anticipando la precipitación utiliza el compuesto de Yoduro de Plata (AgI) por sus características fisicoquímicas y por la maximización del rendimiento en las pruebas, los diferentes ecosistemas donde se ha realizado son aptos para el compuesto y este reacciona de manera positiva en las nubes. Las pruebas realizadas han brindado el conocimiento del compuesto y su adaptabilidad con los cuerpos nubosos sin importar las condiciones.

La metodología que se debe utilizar para la implementación debe ser idónea respecto a las condiciones meteorológicas existentes en la zona, la variable de mayor importancia es el viento, su dirección y velocidad es de gran importancia para así hallar la manera de optimizar y maximizar los resultados de la implementación. La rosa de los vientos de cada zona donde se implemente la

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

técnica es el pilar fundamental de la metodología ya que por medio de esta información se podrá determinar una metodología tradicional o la innovación de una metodología que sea previamente estudiada y analizada para su trazabilidad.

8.1.5 Identificación de los cuerpos nubosos existentes en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.

Existen diferentes cuerpos nubosos existentes en el planeta y cada ecosistema posee sus cuerpos específicos, para la implementación de la técnica se debe saber que no todos los cuerpos nubosos son aptos para ser bombardeados ya que no reaccionan de la misma manera al compuesto utilizado en la técnica, existen nubes con diferentes densidades los cuales no pueden soportar un cambio drástico de sus propiedades químicas dentro de la nube y se pueden diluir en un estado gaseoso el cual maximiza la evaporación y la nube desaparecerá sin brindar resultados positivos.

Los cuerpos nubosos ideales para el bombardeo son los denominados Cumulonimbos, estos cuerpos nubosos son ideales debido a su composición física y de las características que estas pueden brindar a la técnica, este cuerpo nuboso posee la capacidad de añadir otros cuerpos nubosos lo que brinda un desarrollo vertical de la nube con presencia de aire cálido y húmedo en su zona inferior, en la parte superior de la nube se denota su densidad por un proceso de convección el cual permite que se maximice el tamaño de la nube y al estabilizarse la nube puede recorrer grandes distancias y de esta manera ser seleccionada para el bombardeo. (SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN MUNICIPAL, 2012)

Estos cuerpos nubosos suelen estar a una altura de 1.800 a 2.000 metros, esto crea la necesidad de la implementación de la metodología aérea utilizando aviones, en este caso la mayoría de las veces se utilizan avionetas Cessna adaptadas para realizar la descarga, la resistencia del viento puede crear inconvenientes los cuales pueden ser minimizados con la utilización de otro tipos de aeronaves con mayor corpulencia, las aeronaves que se utilizaran para el bombardeo o siembra de nubes deben estar adaptados previamente para el éxito de la técnica.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

8.2 Determinar las condiciones climáticas ideales para propiciar la precipitación artificial en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.

Las condiciones climáticas en la península de La Guajira en el municipio de Manaure son poco favorables para las actividades humanas, se poseen dos periodos de posible precipitación en el año lo cual crea la necesidad de la implementación de la técnica en esta zona específica, esta investigación tiene como objetivo identificar las características climáticas ideales para implementar la técnica y de esta manera realizar la precipitación artificial, las temporadas anuales donde se presentan precipitaciones pueden servir para maximizar el fenómeno y se buscan las condiciones ideales para la técnica durante el periodo del fenómeno del niño.

8.2.1 Descripción de las características ambientales en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.

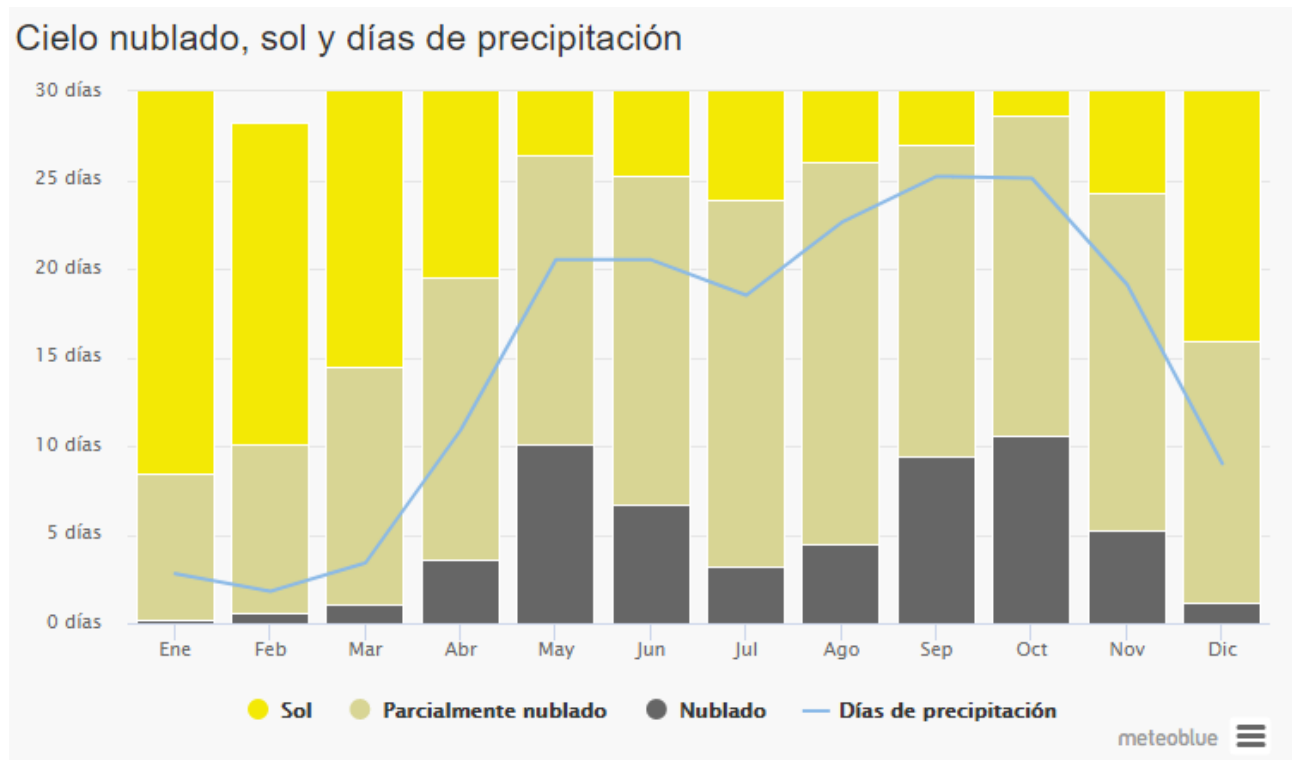
Las características meteorológicas en la península de La Guajira en el municipio de Manaure posee un conjunto de variables las cuales pueden ser utilizadas de manera correcta para la implementación de la técnica, de esta manera se describirá la nubosidad, precipitación, temperatura, viento y la dirección del viento para que de esta manera se determine la época propicia para este fin.

8.2.1.1 Nubosidad

La nubosidad es un índice el cual indica la magnitud y frecuencia de cuerpos nubosos en temporadas específicas del año, con este índice se puede determinar la temporada ideal para la implementación de la técnica del bombardeo de nubes con Yoduro de Plata, los tipos de nubes existentes son de gran importancia para su selección y así trazar la trayectoria que cumplirá la aeronave y el momento específico para descargar los cartuchos con el compuesto. (Meteoblue, 2019)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 16. Nubosidad en el municipio de Manaure, La Guajira



Fuente: Meteoblue, 2019

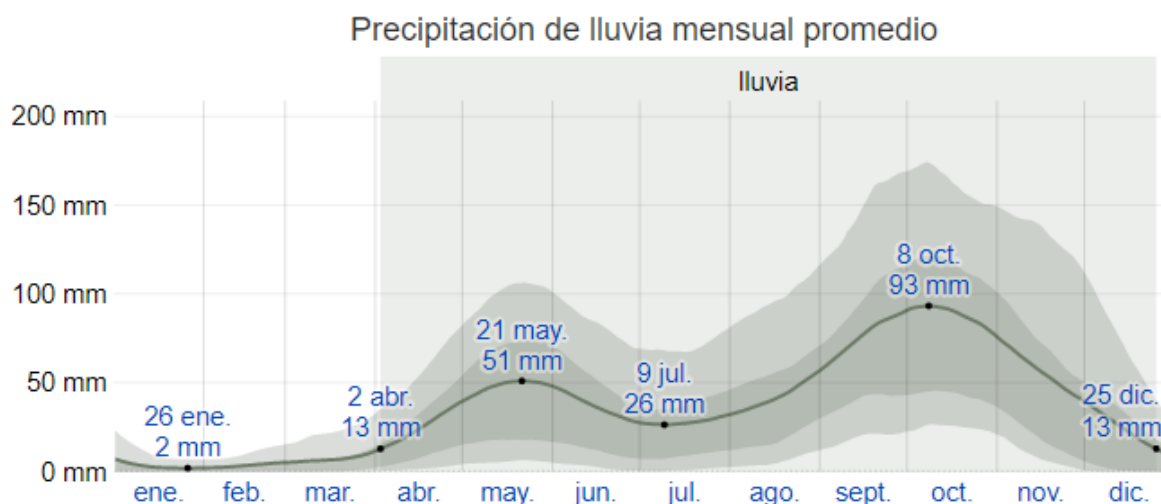
En el municipio de Manaure se puede dar una relación directamente proporcional a las tormentas eléctricas por la presencia de nubes Cumulonimbos las cuales son de gran importancia para la implementación, se debe analizar la nubosidad existente por octantes y de esta manera seleccionar la época propicia para la realización de lluvia artificial.

8.2.1.2 Precipitación

La precipitación en el municipio de Manaure en el departamento de La Guajira posee dos temporadas las cuales brindan un soporte hidrológico al ecosistema y a las actividades humanas que allí se realizan, estas temporadas son divididas en picos de intensidad los cuales empiezan desde el mes de abril y se prolongan hasta el mes de noviembre, el mes de mayo y octubre poseen la mayor cantidad de milímetros con 51 mm y 93 mm respectivamente. En estas épocas se puede realizar la implementación de la técnica para maximizar su resultado en cantidad y durabilidad del fenómeno, así mismo, el objetivo de este proyecto es brindar equilibrio hidrológico en las temporadas denominadas como el fenómeno de El Niño. (Weatherspark, 2019).

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 17. Precipitación en el municipio de Manaure, La Guajira

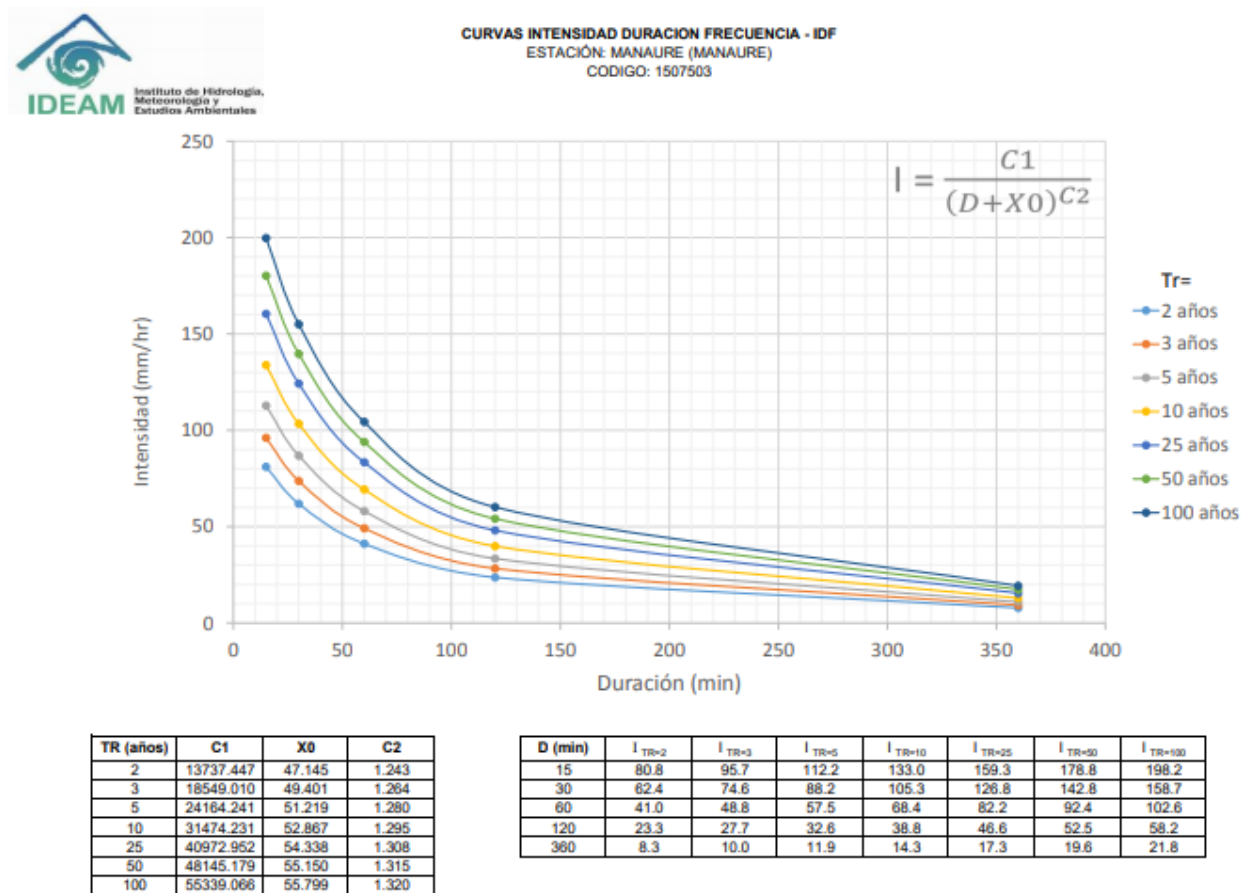


Fuente: Weatherspark, 2019

La curva de intensidad-duración-frecuencia o curvas IDF representan el fenómeno de la precipitación dividiéndolo en tres variables las cuales son medidas con diferentes unidades para así generar una gráfica la cual puede demostrar las falencias del ciclo hidrológico en cada ecosistema, cuando la precipitación es alterada esta afecta los demás cuerpos de agua y así se altera el ciclo. La finalidad de este proyecto es brindar una solución parcial para la regulación del mismo. (IDEAM, 2019)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 18. Curvas IDF para Manauere, La Guajira



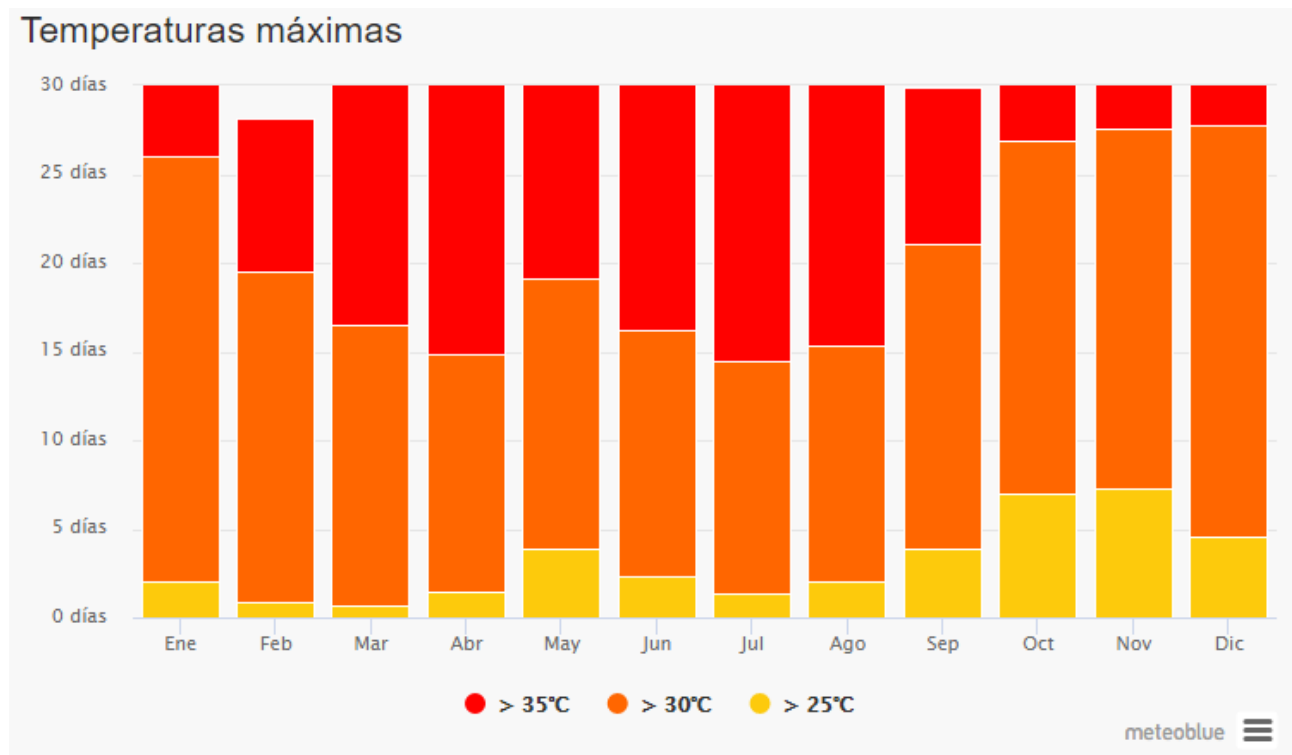
Fuente: IDEAM, 2019

8.2.1.3 Temperatura

El municipio de Manauere posee temperaturas altas que oscilan entre 28°C a 38°C. Con el calentamiento global y la prolongación del fenómeno de El Niño se han tomado registros de días en los cuales la temperatura supera los 40°C, esto crea un desequilibrio ecosistémico el cual puede verse reflejado en el desplazamiento de especies a zonas más frías, así mismo, las actividades humanas las cuales dependen de los animales pueden ser afectadas y se crea una atmosfera con una problemática social. (Meteoblue, 2019)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 19. Temperaturas máximas en el municipio de Manaure, La Guajira



Fuente: Meteoblue, 2019

La temperatura no afecta la implementación de la metodología aérea para el bombardeo ya que las nubes poseen una temperatura diferente y esta es óptima para la realización, la realización de la técnica puede recrearse durante la noche donde la temperatura baja a sus límites mínimos y de esta manera se pueden minimizar los riesgos de alteración de la temperatura. El Yoduro de Plata debe ser conservado en una temperatura óptima para que no se cree una reacción en tierra o en el avión por los cambios drásticos de temperatura afuera del cuerpo nuboso. Se espera que con el éxito de la implementación la temperatura disminuya de manera significativa para afectar positivamente las esferas ambientales, económicas y sociales.

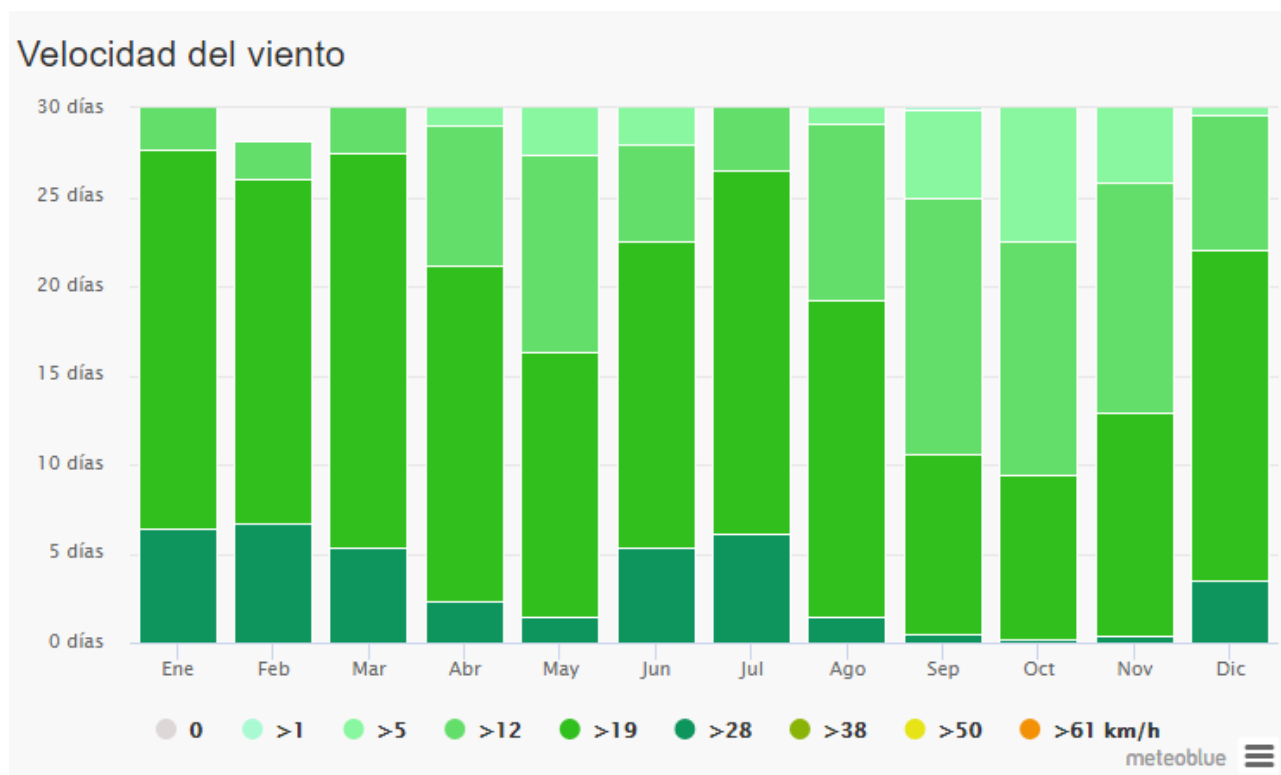
8.2.1.4 Velocidad del viento

El viento existente en la península de La Guajira en el municipio de Manaure es el factor más importante para la posible implementación de la técnica junto a la disponibilidad de cuerpos nubosos. La velocidad del viento alcanza los 30 Km/h. Por este motivo se selecciona la metodología aérea ya que la velocidad es muy alta y puede maximizar el riesgo en la implementación de la técnica, aun así se debe poseer un conocimiento de las diferentes variables las cuales posee la península y de esta

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

manera trazar la ruta de la aeronave donde se eviten corrientes las cuales creen resistencia a las herramientas utilizadas en la técnica. (Meteoblue, 2019)

Figura 20. Velocidad del viento en Manaure, La Guajira



Fuente: Meteoblue, 2019

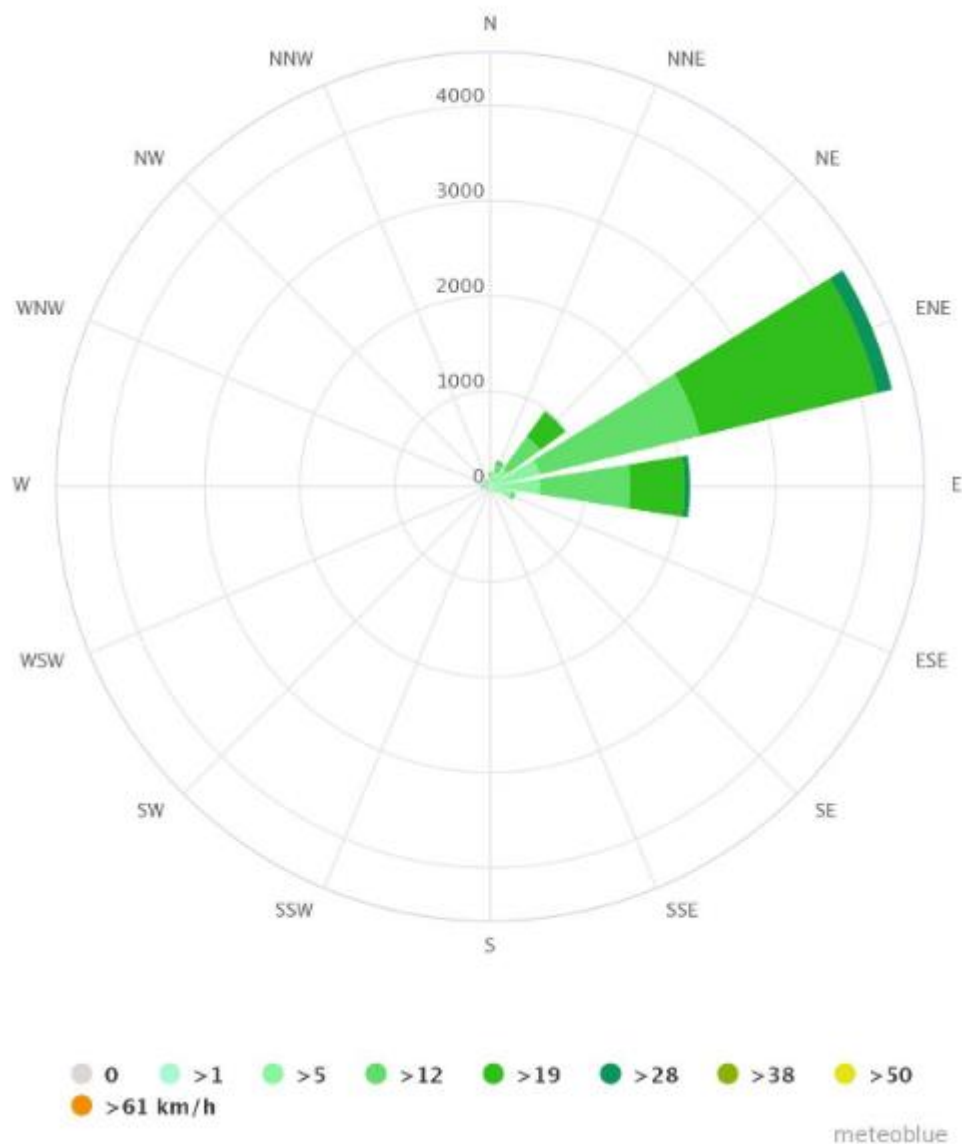
La velocidad del viento haciendo un promedio es mayor de 19 Km/h, para la posible implementación de otras metodologías se debe revisar periódicamente en que días o que factores dictaminan que la velocidad del viento disminuya y de esta manera realizar el bombardeo de nubes con cohetes o con la evaporación de los compuestos seleccionados.

8.2.1.5 Dirección del viento

La dirección del viento en la península de La Guajira en el municipio de Manaure recorre un vector desde el oesudoeste y oeste hacia el estenoreste y este, con la información de la rosa de los vientos se puede facilitar la selección de cuerpos nubosos para así analizar y proyectar la distancia que recorrerá y el momento idóneo para bombardearla teniendo en cuenta el lapsus que se necesita para que los reactivos químicos se activen y desequilibren las características de las nubes. (Meteoblue, 2019)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 21. Rosa de los vientos de Manaure, La Guajira



Fuente: Meteoblue, 2019

Los cuerpos nubosos que se pueden bombardear serian aquellos que recorren los departamentos del Cesar y Magdalena, la orografía del territorio nacional con presencia de las tres cordilleras de los Andes puede facilitar la creación de las nubes y sus diferentes tipos, la Sierra Nevada de Santa Marta provee características climatológicas idóneas para esto y facilita la implementación de la técnica con la variable de la jurisdicción de nubes.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

8.2.2 *Análisis de las características ambientales en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.*

Las características ambientales de la península de La Guajira en el municipio de Manaure poseen variables las cuales deben ser analizadas de manera individual para luego crear un conjunto donde se pueda realizar la técnica, la temporada de lluvias comienza en el mes de abril y finaliza en el mes de noviembre, la técnica puede ser utilizada para la maximización o aparición de la precipitación en la península, el déficit hídrico en la zona es el motivo por el cual se selecciona la época de sequía desde el mes de diciembre hasta marzo, los componentes previamente estudiados son de vital importancia para la implementación ya que sin estos no se poseen bases meteorológicas de las diferentes temporadas que posee la península. (Weatherspark, 2019)

La técnica se puede implementar en cualquier franja horaria del día mientras se den las condiciones óptimas para esto, existen variables más importantes que otras como son los cuerpos nubosos y los tipos existentes de los mismos, no todas las nubes son aptas para el bombardeo ya que el rendimiento de los compuestos se pueden ver alterados y la necesidad de regular el ciclo hidrológico es de vital importancia para la sostenibilidad de la población.

El viento es el segundo factor más importante para obtener la posibilidad de la implementación de la técnica ya que se debe tener en cuenta su velocidad y dirección mientras la duración e implementación, de esta manera se puede observar que los niveles más bajos de velocidad del viento que recorren la península es en las noches, existe la posibilidad de vuelos nocturnos de las aeronaves con la carga química teniendo en cuenta que la temperatura tiende a estar en sus niveles más bajos, así mismo, se minimizan los riesgos de una reacción involuntaria de los reactivos por los cambios de temperatura existentes fuera de la aeronave. La complicación de los vuelos nocturnos es la baja visibilidad de los tripulantes de la aeronave lo cual podría complicar la ruta trazada y selección de los cuerpos nubosos, para controlar las variables se determina la implementación de la técnica con obtención de luz solar para facilitar los ítems anteriormente mencionados y que la obtención de resultados sea más eficaz.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

8.2.3 Selección de la temporada ideal para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.

La implementación de la técnica del bombardeo de nubes con Yoduro de Plata se hará en la temporada de sequía donde el fenómeno de El Niño es predominante en la península, de esta manera se espera restablecer el ciclo hidrológico y evitar el desplazamiento de especies. Las diferentes variables analizadas son de gran importancia para la selección de la temporada ideal para el bombardeo de nubes con Yoduro de Plata en la península de La Guajira en el municipio de Manaure.

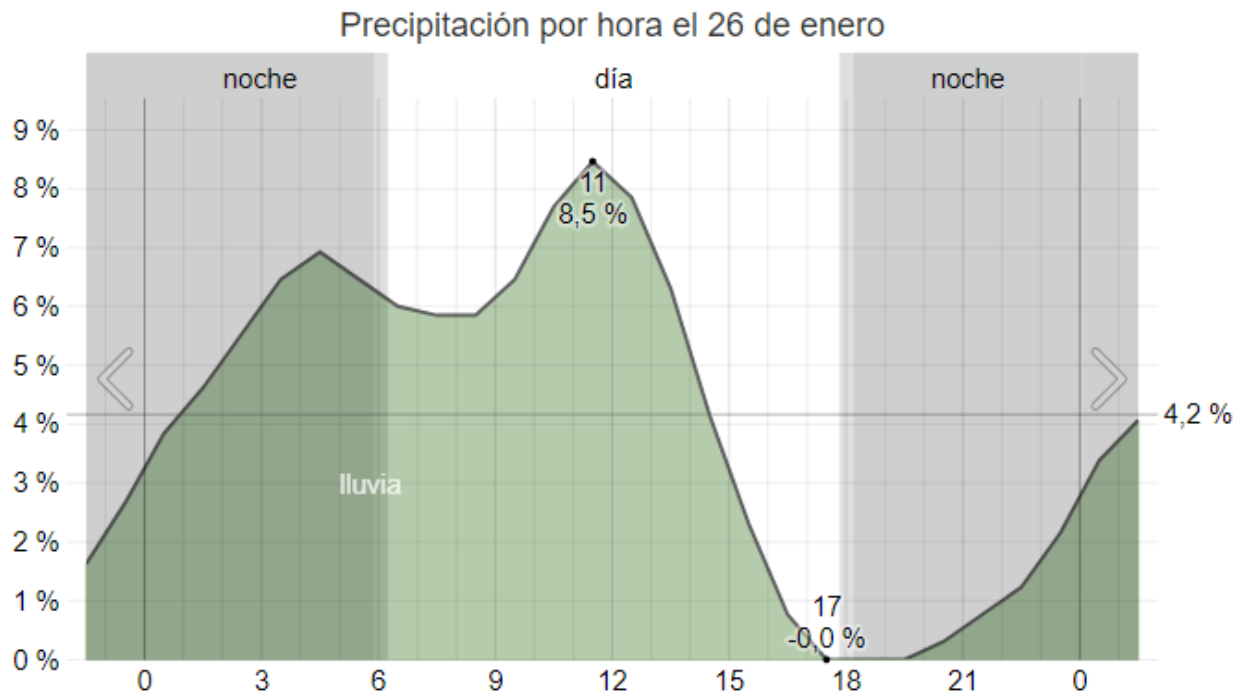
En primera instancia se debe analizar la temporada de sequía, donde la precipitación es muy baja y nula pero existe la presencia de nubes en el cielo.

Los meses de enero y febrero deben ser seleccionados ya que la precipitación en esta temporada oscila entre 2 milímetros y 6 milímetros de lluvia por periodos anuales mientras que la nubosidad que existe en esta temporada alcanza un 40%. La franja horaria para la realización de la técnica es de 11 am a 1pm la cual da el lapso de tiempo necesario para que el Yoduro de Plata cumpla con su vida útil y de esta manera se podrá maximizar la posibilidad de precipitación en esa semana.

En la siguiente grafica se muestra el porcentaje de probabilidad de precipitación en el día con sus respectivas horas para seleccionar el momento justo para la realización de la metodología aérea en la cual se puede descargar el reactivo y se simplifica la toma de muestras y la obtención de resultados por la baja precipitación demostrando inmediatamente del impacto negativo o positivo de la técnica. (Weatherspark, 2019)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 22. Precipitación específica en la temporada ideal

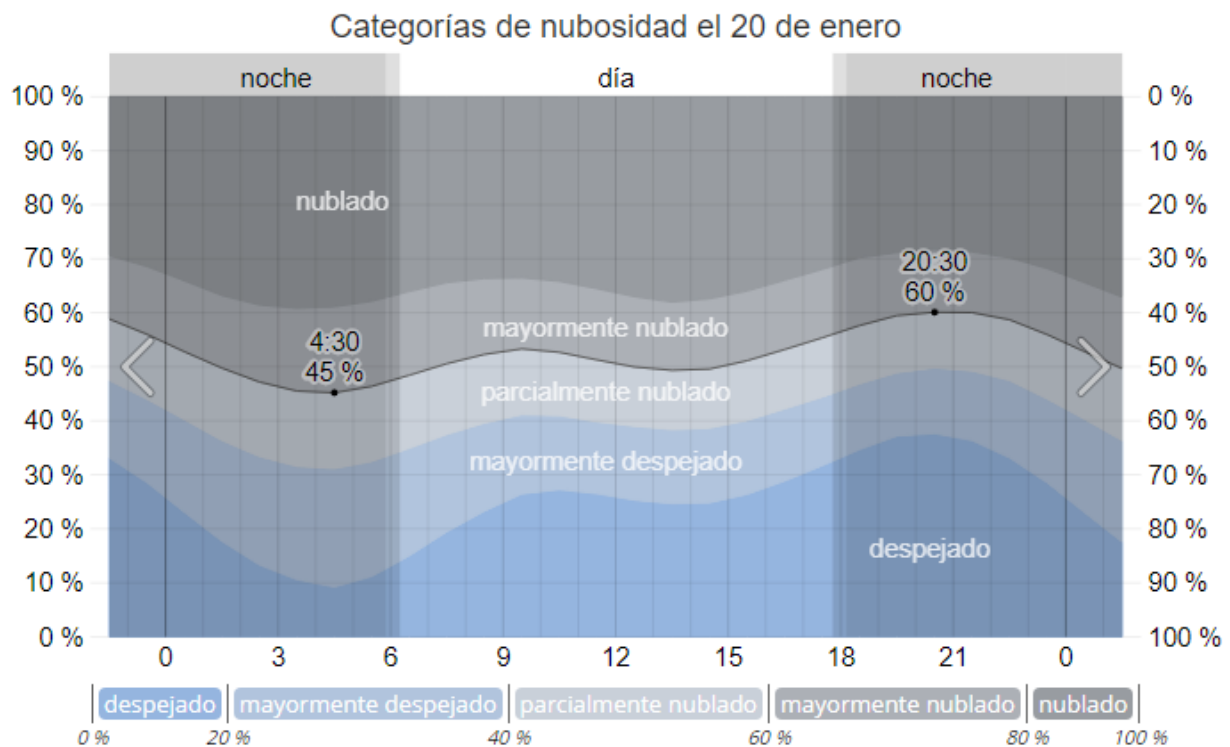


Fuente: Weatherspark, 2019

En la siguiente grafica se muestra el porcentaje de probabilidad de presencia de cuerpos nubosos en el día con sus respectivas horas para seleccionar el momento justo para la realización de la metodología aérea en la cual se puede atravesar la nube y descargar el reactivo con las condiciones óptimas y minimizando la resistencia que tendrá la aeronave en esta temporada. (Weatherspark, 2019)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 23. Nubosidad específica en la temporada ideal

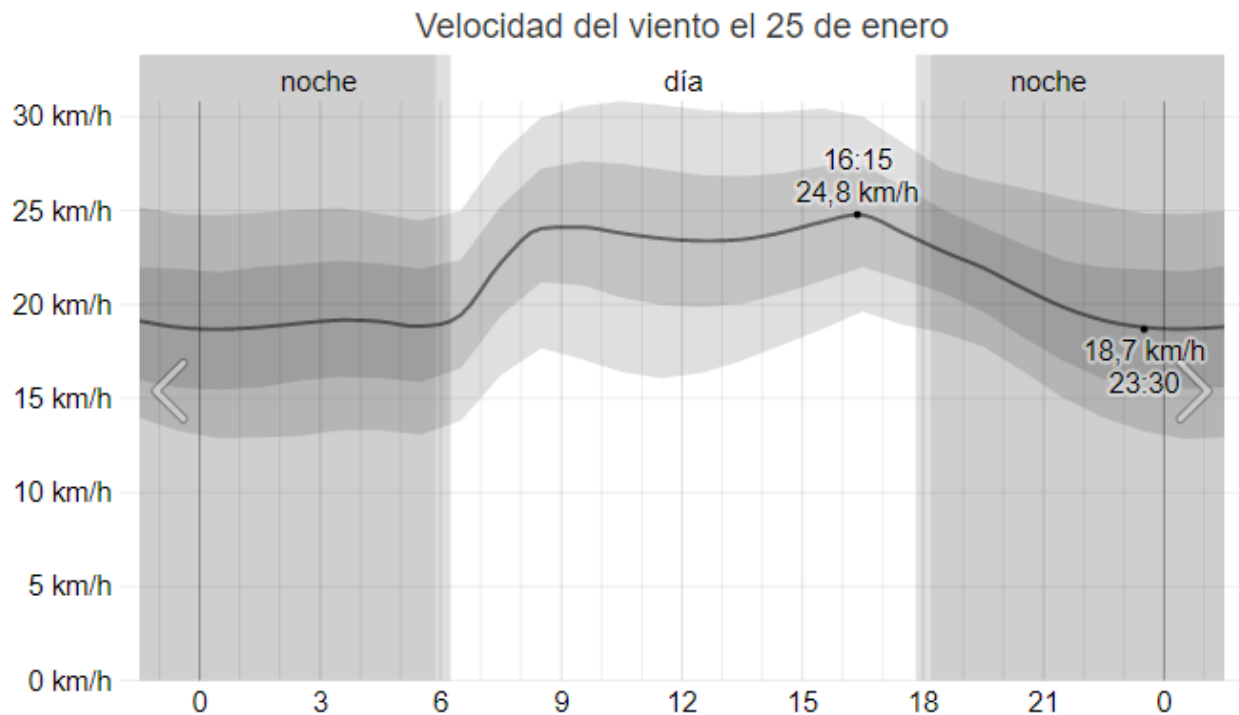


Fuente: Weatherspark, 2019

El factor del viento para la temporada ideal para el bombardeo posee una velocidad de 23,7 Km/h la cual puede ser favorable para la trazabilidad de la ruta de la aeronave optimizando la misma con la corriente de aire. (Weatherspark, 2019)

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

Figura 24. Velocidad del viento específica en la temporada ideal



Fuente: Weatherspark, 2019

Las variables precipitación, nubosidad y velocidad del viento han sido analizadas en diferentes días donde predomina el fenómeno de El Niño y se crea un lapso temporal desde el día 20 de enero hasta el día 2 de febrero. Se obtiene un espacio de 12 días para realizar diferentes intentos y así obtener el resultado positivo necesario para la regulación del ciclo hidrológico de Manaure.

8.3 Establecer los impactos que puedan causar en la salud los diferentes reactivos químicos que se pueden utilizar en las diferentes metodologías de bombardeo de nubes.

Los posibles compuestos químicos postulados para la implementación de la técnica tienen una alta capacidad de inocuidad dependiendo de su concentración y las atmósferas con las cuales interactúan. El Yoduro de Plata ha sido estudiado como un compuesto que afecte la salud humana ya que no se han obtenido pruebas contundentes de esto en los resultados post-implementación de las diferentes metodologías, la calificación que le da la National Fire Protection Association (NFPA) 407 es un código azul en el diamante de fuego con el número 2, el cual lo hace acreedor de riesgos a la salud y al ecosistema. Las pruebas realizadas en campo durante los diferentes experimentos determinan lo contrario lo cual es positivo para ser el reactivo ideal para la técnica. (Howe, P. D., Dobson, S., & World Health Organization., 2002).

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

8.3.1 Toxicidad del Yoduro de Plata en el ser humano

Las pruebas de toxicidad hacia el Yoduro de Plata alrededor del mundo concluyen en que el reactivo depende totalmente de su concentración y cantidad ingerida del mismo, el ion de la Plata es toxico si se obtiene una concentración significativa por los medio de ingreso al cuerpo humano, en el año de 1972 Bernard Vonnegut realizo un estimado de las posibilidades de que el Yoduro de Plata tuviese complicaciones a la salud humana la cual arrojó resultados positivos. Se realizó un estudio de cohorte con poblaciones cercanas. Un porcentaje de la población había estado en contacto frecuente con el ion Plata lo cual dio como resultado un brote de argiria, esta enfermedad se vio directamente relacionada por la ingesta de plata en grandes cantidades por largos periodos de tiempo, Vonnegut se refirió al compuesto Yoduro de Plata como inofensivo para la salud humana, es el ion Plata el que causa esta pigmentación en la piel. (Standler, R. B., & Vonnegut, B., 1972).

En las conclusiones del estudio el cual deseaba identificar la toxicidad del Yoduro de Plata para la salud humana se describió y concluyo que el compuesto era inocuo para el ser humano, las complicaciones se manifestaban solamente cuando se ingería el ion Plata repetidamente por un largo periodo de tiempo, así mismo, Vonnegut defendió su hipótesis concluyendo que las personas las cuales ingerían el agua producida por la siembra de nubes no poseían niveles de toxicidad en su sangre y que la combinación de los compuestos Yodo y Plata restaban toxicidad al ion Plata, de esta manera Vonnegut no encontró complicaciones para seguir implementando la técnica de sembrar nubes con el compuesto Yoduro de Plata. (Standler, R. B., & Vonnegut, B., 1972).

8.3.2 Toxicidad del Yoduro de Plata en el ambiente

En el año 2016 se realizó una prueba piloto para hallar la toxicidad del Yoduro de Plata en ambientes estratégicos de EEUU, esta prueba se efectuó en laboratorios con diferentes individuos de fauna y flora los cuales son especies endémicas de las zonas estudiadas, en estas pruebas se denoto que el Yoduro de Plata el cual es utilizado con frecuencia en el bombardeo de nubes posee propiedades toxicas demostradas en el laboratorio, el Yoduro de Plata se vuelve toxico cuando toca el agua o el suelo, así mismo, se demostró que es muy poca la concentración del compuesto que llega al suelo ya que en su mayoría es dirigido a la atmosfera por la reacción química en la nube. (C. Fajardo, G. Costa, L.T. Ortiz, M. Nande, M.L. Rodríguez-Membibre, M. Martín, S. Sánchez-Fortún, 2016).

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

El estudio concluyo que cuando el Yoduro de Plata se dirige a la atmosfera posee propiedades de inocuidad ya que no afecta el ecosistema, las partículas del compuesto que llegan al suelo pueden causar afectaciones a nivel ambiental a través del tiempo teniendo en cuenta la variable de continuidad, esto quiere decir que se puede afectar el ambiente si el bombardeo de nubes se implementa en la misma zona específica repetidamente y que las partículas del reactivo posean la misma zona de influencia como un “hotspot” donde el reactivo este presente la mayoría del tiempo en un lapso prolongado. (C. Fajardo, G. Costa, L.T. Ortiz, M. Nande, M.L. Rodríguez-Membibre, M. Martín, S. Sánchez-Fortún, 2016).

Las pruebas de laboratorio pueden ser muy eficaces ya que se obtienen los resultados en escenarios controlados pero se omite la adaptabilidad del medio ambiente ante una amenaza o un cambio no contemplado como es la introducción de un agente químico en él, los ecosistemas poseen propiedades de regeneración independiente lo cual puede favorecer al uso de este compuesto en la implementación de la técnica mientras no se sobrepase su carga ambiental y los niveles sean los adecuados para no generar un impacto negativo al medio ambiente. (Jones, A. M., & Bailey, J. A., 1974).

8.3.3 Análisis de la toxicidad del Yoduro de Plata

El Yoduro de Plata es un agente toxico dependiendo de su concentración y del grado de prevalencia en un mismo punto en el ecosistema, de esta manera se han revisado diferentes informes analíticos y de salud pública los cuales concluyen que la concentración es el factor relevante para dictaminar el riesgo del compuesto en la salud, así mismo, no se ha realizado un análisis en campo donde se tengan en cuenta todas las variables necesarias para hacer una correcta afirmación del Yoduro de Plata como un reactivo realmente perjudicial para el medio ambiente y para las formas de vida existentes en el mismo.

Diferentes organizaciones a nivel mundial en pro del ambiente y la salud publica lo clasifican de acuerdo a su uso, el Yoduro de Plata no es utilizado solamente en el bombardeo sino en la industria de la nanotecnología controlando los iones con otros compuestos para reducir su volatilidad y de igual manera su toxicidad, en diferentes campos de utilidad el Yoduro de Plata puede ser de gran utilidad como tinte para la observación de bacterias y microorganismos los cuales reaccionan de diferente manera ante sus propiedades físicas y químicas. (Standler, R. B., & Vonnegut, B., 1972).

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

9. Conclusiones

En el desarrollo de esta investigación se analizaron las diferentes metodologías utilizadas a nivel mundial para la implementación de la técnica de bombardeo y/o siembra de nubes para el control meteorológico, se tuvieron en cuenta las diferentes características de los ecosistemas y espacios donde se han realizado estas técnicas, así mismo, se comparó con las condiciones meteorológicas existentes en la península de La Guajira en el municipio de Manaure, de esta manera analizando las diferentes metodologías se concluye que si se desea implementar esta técnica en la península se debe hacer utilizando la metodología aérea la cual posee menores riesgos para su éxito en la aplicación. Las condiciones meteorológicas han de ser ideales para maximizar los resultados esperados en cualquier metodología.

La metodología aérea posee facilidades las cuales son idóneas para su implementación, uno de estos puntos a favor es la dirección de los vientos hacia la península la cual proviene del mismo territorio nacional y evita la confrontación de gobiernos por la jurisdicción de las nubes como se ha presentado a nivel sudamericano en países como Chile y Argentina. La gobernación de La Guajira puede disponer de las aeronaves para la implementación de la técnica, en las zonas donde las corrientes de viento son fuertes como en la península de La Guajira se utilizan aviones corpulentos para corregir la resistencia a las corrientes, así mismo, la adecuación de las aeronaves para esta técnica no posee un alto grado de dificultad ya que solo se necesita una caída libre de los compuestos sin presión o potencia para que estos reaccionen con el cuerpo nuboso y de esta manera tener el éxito esperado en la técnica.

El compuesto que se eligió para la posible implementación de la técnica de bombardeo y/o siembra de nubes es el Yoduro de Plata (AgI). Este compuesto se seleccionó por el rendimiento que tiene en diferentes ambientes y con diferentes cuerpos nubosos los cuales no necesitan ser necesariamente cumulonimbos para obtener un rendimiento eficiente, así mismo, la reacción pronta en el cuerpo nuboso y su tiempo de vida de la nube para la reacción es óptima comparado a otros compuestos estudiados los cuales poseen características más específicas para un correcto funcionamiento. El Yoduro de Plata al ser el compuesto mayormente utilizado por las empresas que ofrecen este servicio tienen un mayor número de estudios los cuales crean una confiabilidad y aptitud para ser utilizado en la península, adquirir este compuesto no posee un grado de dificultad el cual cree un escenario desfavorable para la implementación y de igual manera se debe poseer la seguridad pertinente para el embalaje, uso y movilización del compuesto para evitar accidentes antes de su utilización.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

La manipulación climatológica puede generar impacto en los diferentes componentes del desarrollo sostenible, se basa en las técnicas utilizadas y su propósito lo que determina si el impacto es positivo o negativo. Al momento de la implementación se debe hacer un análisis de la situación actual de todos los componentes que tienen la posibilidad de ser alterados directa e indirectamente por la metodología utilizada. El punto con mayor importancia y relevancia en esta técnica es brindar una ayuda para los diferentes componentes, las especies de fauna son de gran importancia para evitar el desplazamiento de especies forzado y por eso se buscan implementar técnicas las cuales no sobrepasen los niveles normales en cuestión de decibeles para no interrumpir los ciclos naturales de la fauna existente en la península, por este motivo los cañones son una metodología poco probable para ser utilizada en esta zona determinada. Así mismo, toma más importancia la metodología aérea la cual solo necesita precisión para la descarga específica de los cartuchos con Yoduro de Plata mientras se atraviesa la nube seleccionada.

La segunda parte del estudio fue la determinación de las épocas propicias para la implementación y realización de la técnica en la península de La Guajira, este análisis se hizo teniendo en cuenta las bases de datos existentes de los diferentes lugares donde se ha practicado e intentar realizar un análisis comparativo con las características meteorológicas de la península de La guajira y específicamente en el municipio de Manaure, se utilizaron software de geolocalización como el sistema de información para Colombia (SIAC) y Google Earth Pro, de esta manera se determinó el espacio específico donde se debería implementar la lluvia artificial para no interrumpir las actividades humanas de la población y minimizar un impacto social y económico por la implementación de la técnica.

Se solicitó al instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM) los datos pertenecientes a las estaciones de la estación meteorológica de Manaure y a la estación del aeropuerto Almirante Padilla situado en la ciudad de Riohacha, esto con el fin de tener los datos precisos de la información correspondiente al viento, como la dirección y su velocidad ya que en la estación de Manaure no se encuentran los equipos pertinentes para esta medición.

Existen problemáticas de orden social en Manaure, la estación meteorológica fue violentada y saqueada, perdiendo de esta manera registros y equipos para mediciones de diferentes variables las cuales eran indispensables para este estudio, por este motivo se recurrió a investigar las diferentes estaciones meteorológicas avaladas por el IDEAM que entre sus mediciones existiese el componente de vientos, por este motivo se recurrió a la ciudad de Riohacha y a la estación Almirante Padilla. La información brindada por la estación Almirante Padilla no obtuvo la relevancia esperada para la

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

investigación ya que existían varios datos faltantes, así mismo, se encuentran registros hasta el año 2013, esto quiere decir que no se obtiene información relevante reciente y crear una rosa de los vientos o un sistema para información de esta variable con datos de hace seis años no es confiable para la posible implementación de la técnica en esta zona. Por este motivo se optó por investigar en diferentes bases de datos meteorológicas más actualizadas que brindaran confiabilidad para las diferentes determinaciones que esta investigación requeriría, así mismo, se tuvieron en cuenta los valores que brindo el IDEAM para realizar una comparación y un análisis para rectificar la confiabilidad de estos datos, las bases de datos meteorológicas que se utilizaron para este punto fue Meteoblue, weatherspark y accuweather.

El objetivo de este proyecto es la regulación del ciclo hidrológico en la temporada de sequía denominada como el fenómeno de El Niño el cual se basa en los bajos niveles de pluviosidad y de esta manera afecta directamente varios procesos naturales y actividades humanas presentes en la zona, si bien se pueden maximizar las lluvias existentes en el fenómeno de La Niña el factor social es afectado de gran manera por la sequía y por esto se elige la temporada de sequía, para la determinación de la temporada de baja pluviosidad se compararon todas las bases de datos existentes incluyendo el IDEAM y la gobernación de La Guajira y la alcaldía municipal de Manaure. De esta manera se analizaron los meses de la temporada y las características meteorológicas ideales con sus respectivos tiempos de implementación para crear un margen favorable para la implementación de la metodología aérea, este margen se fundamenta en las variables: dirección del viento, velocidad del viento, nubosidad y precipitación existente.

Se definieron dos escenarios los cuales poseían variables de diferentes aspectos, la metodología aérea se puede hacer en gran parte de la franja horaria del día, solo depende de la nubosidad existente del área y de la selección ideal del cuerpo nuboso a interceptar, por este motivo se propuso un cambio en la metodología aérea la cual tuviese la posibilidad de realizarse en la franja nocturna de los días seleccionados ya que esto puede favorecer la temperatura dentro de la aeronave del compuesto y evitar reacciones fisicoquímicas involuntarias, así mismo, se analizaron los puntos en contra de la implementación de la metodología en esta franja horaria y la dificultad en la visión de los pilotos para la selección y marcación del cuerpo nuboso puede maximizar los riesgos para no obtener el éxito ni los rendimientos esperados por el compuesto al reaccionar con el cuerpo nuboso, por otra parte se debe cuidar la contaminación auditiva de la zona la cual posee niveles estándar de decibeles como en cualquier otro municipio del departamento de La Guajira, se debe velar por la seguridad ambiental de todo el municipio y por estos motivos se descartó la implementación de la metodología en esta franja horaria.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

El lapso temporal que se determinó como ideal para la implementación de la técnica fue del 20 de enero al 2 de febrero, es un lapso de 12 días los cuales permiten la práctica de esta técnica más de una vez y así maximizar el rendimiento y los resultados esperados para el municipio de Manaure, este lapso se seleccionó teniendo en cuenta las características y valores de cada variable necesaria para su selección, la franja horaria será desde las 11 am a las 2 pm la cual no interfiere con las actividades humanas que se realizan a diario en el municipio y el control de decibeles por parte de las rutas aéreas no se verá afectado de manera significativa. Se debe tener una sincronización de factores como la ruta trazada para la intercepción del cuerpo nuboso, desde tierra se deberá monitorear constantemente los radares con ayuda del centro de control del aeropuerto Almirante Padilla para no ocasionar posibles colisiones de las aeronaves comerciales y privadas con las utilizadas para la implementación de la técnica.

El componente Yoduro de Plata (AgI) no ha sido estudiado de manera adecuada para este tipo de técnicas, el compuesto es utilizado en diferentes industrias de la salud pero para la sinergia con el medio ambiente o ecosistema al cual se introducirá los estudios son muy limitados, así mismo, se debe hacer un monitoreo constante del estado de las especies de fauna y flora existentes en el lugar y su posible afectación al interactuar con las propiedades del compuesto. La salud pública del municipio de Manaure es primordial para la consecución de esta técnica en este área determinada ya que se debe velar por un ambiente sano para las diferentes actividades y que esto no perjudique directa o indirectamente las mismas, se debe hacer una gestión social antes de la implementación de la técnica explicando a la población que se va a hacer y cómo va a proceder la metodología para minimizar la resistencia social ante la implementación, de igual manera se debe proyectar una situación ideal la cual tenga a la población como participante fundamental en los planes del proyecto y así dar una solución parcial para que la educación ambiental sea el pilar fundamental en Manaure con campañas en pro de la técnica y obtener la seguridad necesaria para que la población sea consciente que esto se hace por su bienestar y no se verá afectada de ninguna manera.

La concentración del Yoduro de Plata para esta técnica es vital para no afectar las esferas ambientales y sociales al implementar la técnica, por este motivo se analizó en las bases de datos los diferentes compuestos y su concentración, así mismo, su vida útil para la técnica y el número de intentos que se realizó para que de esta manera de minimice la posibilidad de afectaciones a la salud de la población y de la fauna y flora existente en el lugar, se han realizado estudios los cuales demuestran los daños que puede causar el Yoduro de Plata en los componentes ambientales, así mismo, se ha obtenido una resistencia ante las conclusiones de este tipo de estudios de laboratorio ya que se realizan en ambientes controlados omitiendo diferentes factores como la autorecuperación del ecosistema ante

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

una amenaza externa a él, por este motivo al implementar la técnica en la península de La Guajira en el municipio de Manaure se hará una prueba piloto para determinar la toxicidad del Yoduro de Plata y sus diferentes afectaciones al bioma existente en la zona.

10. Recomendaciones

Este proyecto tiene un gran fundamento y aporte a la ingeniería ambiental desde diversos puntos, posee como pilar fundamental el desarrollo sostenible y sus diferentes objetivos para lograr las metas propuestas, el factor social, ambiental y económico pueden crear un ambiente sostenible en la península de La Guajira en el municipio de Manaure, la población es lo más importante para la implementación de este proyecto, por este motivo se debe brindar canales óptimos de comunicación para aclarar las diferentes dudas que puede tener la población respecto a la metodología que se implementara y las posibles afectaciones que tenga en la zona donde ellos residen y realizan sus actividades diarias.

La educación ambiental en el municipio es de gran importancia para el futuro cercano luego de la implementación de la técnica, las malas prácticas maximizan el daño y deterioro ambiental, así mismo, si se logra inculcar el valor y el sentido de pertenencia por el medio ambiente y el ecosistema existente en la zona se podrá ser sostenible con planes de segunda y tercera generación los cuales tendrán como prioridad el ambiente y las buenas prácticas para obtener la posibilidad de coexistir con la fauna y flora del lugar.

En el momento de la implementación debe realizarse una medición específica de las diferentes interacciones del ecosistema con el Yoduro de Plata ya que al no poseer estudios contundentes en el campo es una posibilidad para determinar su afectación de una manera práctica, así mismo, se puede dar la colaboración a la industria que utiliza este compuesto y aclarar los mitos que existen acerca de la relación del reactivo y la naturaleza incluyendo el ser humano.

11. Referencias

- accuweather. (2019). accuweather. Recuperado el 01 de 04 de 2019, de accuweather: <https://www.accuweather.com/es/co/manaure/109950/weather-forecast/109950>
- Aftab Kazmi, B. C. (29 de 09 de 2013). 124 cloud seeding operations since start of year. Recuperado el 26 de 10 de 2014, de gulfnews: <http://gulfnews.com/news/gulf/uae/weather/124-cloud-seeding-operations-since-start-of-year-1.1236770>

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

- Agency of atmospheric technologies, CA. (sf). Cloud seeding operation to modify weather conditions over cities: 2003-2009. Obtenido de <http://perig.files.wordpress.com/2013/06/Koloskovrussia130329152756-phpapp01.pdf>
- Alcaldía municipal de Manaure. (2017). *Plan de desarrollo Manaure*. Manaure, Guajira: Alcaldía municipal de Manaure
- Alon, U. (septiembre de 2009). How to Choose a Good Scientific Problem. *Molecular Cell*, 35, 726-728.
- Álvarez Rivas, L. V., Bolaños Munguía, S. B., & Pérez Cabrera, C. Y. (2015). *Factores que determinan el índice de repetición de las películas radiográficas descartadas en el Departamento de Radiología e Imágenes en la Unidad Médica de Quezaltepeque del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, en el periodo de Enero a Junio de 2015* (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Amaya Núñez, D. N., Núñez, A., & Nicolay, H. (2011). Propuesta para la implementación del departamento de medio ambiente en el cantón Pujilí.
- Amórtegui, F., Huertas, L. A., Barbosa, W., Pulido, C., & Herrera, F. (1985). Chingaza: agua para el año 2000¿Y mientras tanto? *Ingeniería e Investigación*, (13), 17-30.
- Arellano Díaz, J. (2002). Introducción a la ingeniería ambiental. México: Alfaomega.B
- Balarezo, M. (1909). Breve resena sobre las minas de plata y cobre de nuestro pais. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 5, 133-145.
- Barkin, D. (1998). La producción de agua en México: aportación campesina al desarrollo mexicano. *Ecología Política*, 153-160.
- Barkin, D. (2003). La producción campesina de agua: aportación para el equilibrio social, económico y ecológico. In *Memorias de la XI Conferencia Internacional Sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia*.
- Best, A. (2 de Mayo de 2013). Mountain Town News. Why Los Angeles messes with storms in the Rocky Mountains.
- BIOSCA TENORIO, E. D. U. A. R. D. O., & MONTOYA, L. (2015). EL SEGURO DE INVERNADEROS EN MEXICO.
- Blinder, D. El origen del misil Cóndor II (1976-1983). *Rector: Carlos Ruta*, 61.
- C. Fajardo, G. Costa, L.T. Ortiz, M. Nande, M.L. Rodríguez-Membibre, M. Martín, S. Sánchez Fortún. (2016). *Potential risk pf acute toxicity induced by AgI cloud seeding on soil and freshwather biota*. ELSEVIER.
- (Camacho, M. F.2014). UNA ALTERNATIVA ÉTICA AL DESARROLLO: SUMAK KAWSAY1.
- Cantero, J. G. (2018). La geoingeniería como técnica de lucha contra el cambio climático. *bie3: Boletín IEEE*, (10), 1001-1018.
- Changnon Jr, S. A. (1969). Recent studies of urban effects on precipitation in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 50(6), 411-421.
- Chavarría, M., Ponciano-Rodríguez, G., & García-Prieto, L. (2014). Evaluación del efecto del Microdyn, Elibac, Nibac y Trop-Fen sobre huevos de céstodos. *Salud pública de Mexico*, 26(5), 456-461.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

- Codelco. (2011). Importante innovación en programa de estimulación de precipitaciones. Recuperado el 6 de abril de 2018, de Codelco, orgullo de todos: http://www.codelco.com/importante-innovacion-en-programa-de-estimulacion-de-precipitaciones/prontus_codelco/2011-06-05/194600.html
- Comisión Nacional de Riego. (18 de 06 de 2013). Informe Programa de Estimulación de precipitaciones. Recuperado el 26 de abril de 2017, de Comisión nacional de riego: <http://www.cnr.cl/Home/Documents/informe%20programa%20estimulacion%20de%20precipitaciones.pdf>
- Cooper, C. F., & Jolly, W. C. (1970). Ecological effects of silver iodide and other weather modification agents: a review. *Water Resources Research*, 6(1), 88-98.
- Correa Gallego, H. (2012). Potencia termoeléctrica y conductividad iónica en Yoduro de Plata (AgI). *Revista Colombiana de Física*, 44(1), 67.
- CURIEL, G. T. (2015). *DERIVADOS DEL PIRROL COMO AGENTES ANTITUBERCULOSOS* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE).
- Davis, R. J. (1972). The Law of Precipitation Enhancement in Victoria. *Land & Water L. Rev.*, 7, 1.
- Dessens, J., Sanchez, J. L., Berthet, C., Hermida, L., & Merino, A. (2016). Hail prevention by ground-based silver iodide generators: Results of historical and modern field projects. *Atmospheric research*, 170, 98-111.
- Día, D. E. (19 de Junio de 2012). Los 5 mitos y verdades del bombardeo de nubes. Recuperado el 14 de marzo de 2016, de Diario el día: <http://diarioeldia.cl/articulo/5-mitosverdades-bombardeo-nubes-aplicado-cielos-region>
- Domeyko, I. (1855, January). Jeología: sobre la situacion, criadero i minerales de las minas de plata de Tres puntas (provincia de Atacama). In *Anales de la Universidad de Chile* (pp. ág-312).
- Donato, N. R., & León, J. D. J. F. LABORATORIO DE QUIMICA PARA INGENIEROS (SEMI-MICROESCALA).
- Enciso, L., Pacheco, D., Rivera, D., & Guerrero, M. (2014). Análisis de factores de riesgo en trabajadores de ladrilleras de Ubaté. *IIEC*, 3(3), 5-10.
- Estrada, R. (29 de octubre de 2006). Guerra en el cielo por el robo de nubes .El mundo, págs. 8-9.
- Fernández, M. G., Barrios, W. G., Godoy Guglielmone, M. V., & Gendin, G. (2013). Arte y TIC: Experiencias iniciales con herramientas de software en la formación de Licenciados en Artes Combinadas. In *XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*.
- Fukuta, N. (1967). An airborne generator of metaldehyde smoke. *Journal of Applied Meteorology*, 6(5), 948-951.
- Google Earth Pro. (2019). Google Earth Pro. Recuperado el 02 de 22 de 2019, de Google Earth Pro: <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>
- Guimarães, R. P. (2001). La sostenibilidad del desarrollo entre Rio-92 y Johannesburgo 2002: eramos felices y no sabíamos. *Ambiente & Sociedade*, 4(9), 1-20.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

- Güiza Suárez, L. (julio de 2011). Perspectiva jurídica de los impactos ambientales sobre los recursos hídricos provocados por la minería en Colombia. *Opinión jurídica*, 10 (20), 123-140.
- Harper, K. C. (2008). Climate control: United States weather modification in the cold war and beyond. *Endeavour*, 32(1), 20-26.
- Helmbach, J. A., & Stone, N. C. (2012). Ascent of surface-released silver iodide into summer convection Alberta 1975. *The Journal of Weather Modification*, 16(1), 19-26.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista, P. (2010). Perspectiva teórica: comentarios adicionales. En R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, & P. Baptista, *Metodología de la Investigación* (págs. 50-75). México: McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México. 2014• Hernández, R. *Metodología de la Investigación*. 6a Edición, Mc Graw Hill, México.
- Hernández, M. F. (2012). Estudio del impacto en la calidad del aire de las fuentes puntuales en la ciudad de Pinar del Río. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 28(1).
- Herndon, J. M. Evidencias de actividades deliberadas para derretir los glaciares y acelerar el calentamiento global.
- Houtart, Y. (2012). EL BRÓCOLI AMARGO. Quito: Instituto de Altos Estudios Nacionales.
- Houtart, F., & Yumba, R. (2013). El brócoli amargo. *Ciencias Sociales*, 35, 283-300.
- Howell, W. E. (1977). Environmental impacts of precipitation management: Results and inferences from Project Skywater. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 58(6), 488-501.
- Howe, P. D., Dobson, S., & World Health Organization. (2002). Silver and silver compounds: environmental aspects.
- Ibarra, R. (2012). Desplazados entre la tristeza y la sed.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (01 de 04 de 2019). IDEAM. Obtenido de IDEAM: <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/index.jsf>
- Jiménez, E. (2011). Habitantes de la zona protegida de Wirikuta señalan que su territorio es sagrado.
- Jiménez, S. G. (1985). Los mosquitos de Mazarrón. *Monteagudo: Revista de literatura española, hispanoamericana y teoría de la literatura*, (1), 7-9.
- Jones, A. M., & Bailey, J. A. (1974). Effect of silver from cloud seeding on cecal flora of rabbits. *Water, air, and soil pollution*, 3(3), 353-363.
- Kahan, A. M., Stinson, J. R., & Eddy, R. L. (1969). progress in precipitation modification. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 50(4), 208-215.7
- Kumsaikaew, P., Jackman, J., & Dark, V. J. (julio de 2006). Task relevant information in engineering problem solving. *Journal of Engineering Education*, 95(3), 227-239. Retrieved. *Journal of Engineering Education*, 95(3), 227-239.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

- Lanzos, F. C. (1975). Perspectivas de la guerra meteorológica y geofísica. Un ejemplo concreto: Las operaciones de lluvias provocadas en Indochina. *Boletín de Información*, (93), 4.
- Ledesma, M. (1958). Estimulación artificial de la precipitación.
- Lozano, D., Barragán, J. N., & Guerra, S. (2017). El cine: el negocio de la cultura. *Innovaciones de Negocios*, 6(12).
- Luque Casanave, M. (2017). Tecnologías para la prevención y mitigación de desastres naturales.
- MacCready Jr, P. B., & Baughman, R. G. (1968). The glaciation of an AgI-seeded cumulus cloud. *Journal of Applied Meteorology*, 7(1), 132-135.
- Martin, S., & Griswold, W. (2009). Human health effects of heavy metals. *Environmental Science and Technology briefs for citizens*, 15, 1-6.
- Martinez, D., Perez, C., Gamboa, F., Puente, G., Chang, E., Ibero, I., Martínez, M. (2005). PROYECTO DE INCREMENTO ARTIFICIAL DE LA LLUVIA POR SIEMBRA DE NUBES EN CUBA. Recuperado el 26 de 10 de 2014, de <http://www.cbmet.com/cbm-files/14-6f7615cf6af8832c656f8dd30820b673.pdf>
- Martínez, D., Pérez, C. A., Gamboa, F., Puente, G., Chang, E., Novo, S.,... & Danielian, B. (2010). Proyecto de incremento artificial de la lluvia por siembra de nubes en Cuba. Resultados preliminares del 2005. *Revista Cubana de Meteorología*, 16(1), 65-76.
- Martínez, D., Pérez, C. A., Puente, G., Gamboa, F., Novo, S., Rivero, I.,... & Rodríguez, M. (2011). Programa de incremento artificial de la lluvia por siembra de nubes. Logros y dificultades en el período 2005-2010. *Revista Cubana de Meteorología*, 17(2), 3-23.
- Mayor, Y. G., Montejó, I. B., & Castro, D. M. (2014). Simulación numérica de la dispersión del Yoduro de Plata en la región oriental de Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, 20(2), 87-97.
- Medina-Garcia, G., Echavarría-Chairez, F. G., Diaz-Padilla, G., Ruiz-Corral, J. A., Soria-Ruiz, J., & Sánchez-Cohen, I. (2014). Inducción de lluvia mediante sembrado de nubes con yoduro de plata en la región norte-centro de México en la temporada de lluvia 2012. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(SPE10), 1951-1962.
- Meteoblue. (2019). Meteoblue. Recuperado el 01 de 04 de 2019, de Meteoblue: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/manaure_colombia_3675504
- Ministerio de Ambiente, V. y. (6 de Abril de 2010). Alcaldía de Bogotá. Obtenido de Alcaldía de Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39330>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2015). Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio: http://comunidad.udistrital.edu.co/javalerof/files/2015/09/titulo_d_version_prueba.pdf

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

- Moraga Taibo, V. (2014). Comparación de la conductancia hidráulica transdientaria con distintos tiempos de aplicación de solución desensibilizantes en base a fluodiamino de plata/yoduro de potasio, en un modelo in vitro.
- Morín, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. (M. V. Gómez, Trad.) París: UNESCO.
- Moseman, A. (19 de February de 2009). Does Cloud Seeding work? Scientific American.
- Moskvitch, K. (28 de 03 de 2010). Moscú "siembra" nubes para hacer llover. Recuperado el 20 de 10 de 2014, de BBC: http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2010/03/100327_2029_rusia_manipula_clima_1f.shtml
- (Navarro, S. R.2012). Eloy Ortega Soto: pionero en la comunicación de la astronomía y meteorología en Ecuador. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 25(1).
- Nava-Alonso, F., Elorza-Rodríguez, E., Pérez-Garibay, R., & Uribe-Salas, A. (2007). Análisis químico de cianuro en el proceso de cianuración: revisión de los principales métodos. *Revista de metalurgia*, 43(1), 20-28.
- Nettle, K. (03 de 11 de 2010). Experto afirma que bombardeo de nubes requiere al menos 10 años de estudio. Recuperado el 20 de mayo de 2017, de El observatodo: <http://www.elobservatodo.cl/admin/render/noticia/18679>
- Olcina Cantos, J., Rico, A., & Jiménez Rodríguez, A. (1998). Las tormentas de granizo en la Comunidad Valenciana: cartografía de riesgo en la actividad agraria. *Investigaciones geográficas*, nº 19, 1998; pp. 5-29.
- Ortigosa, T. S. (2018). El yoduro de plata y la siembra de nubes. *MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*, (32), 6.
- (Pabón, J. D., & Torres, G.2007). Impacto socioeconómico de los fenómenos El Niño y La Niña en la Sabana de Bogotá durante el siglo XX. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, (16), 81-94.
- Palacios Sánchez, K. M., Herrera, T., & Luján, L. (2007). *Evaluación de la eficiencia del filtro de cerámica utilizado para la depuración del agua de consumo en la Comunidad de Chacraseca-Sector Raúl Cabezas del Municipio de León* (Doctoral dissertation).
- Panorama. (8 de Julio de 2014). Efectividad de 90% tendría bombardeo de nubes en Zulia. Panorama.com.ve, pág. 1.
- Pérez, A. R. (1980). El proyecto de intensificación de la precipitación y su desarrollo actual en España. *Paralelo* 37, (4), 199-208.
- Pérez, R. C., & Martínez, H. H. Índice de Evidencia de la Siembra (IES) de Nubes Graniceras con Ioduro de Plata por medio de Aviones en la Provincia de Mendoza.
- Pérez, C. A., Martínez, D., Gamboa, F., Petrov, V., Koloskov, B., & Danelyan, B. (2011). Diseño del experimento de incremento artificial de la lluvia en áreas extensas de Camagüey por siembra de nubes aleatorizada (ESPAREX). *Revista Cubana de Meteorología*, 17(1), 3-14.
- Pino, Joel; Ministerio de Ambiente. (14 de abril de 2010). Siembra de nubes aumento las 50 precipitaciones. Recuperado el 24 de marzo de 2016, de Correo del Orinoco

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

- <http://www.correodelorinoco.gob.ve/ambiente-ecologia/siembra-nubes-ha-aumentado-50-precipitaciones/> IAGUA. (16 de agosto de 2014). Siembra de Nubes. Recuperado el 14 de marzo de 2016, de El Tiempo: <http://www.tiempo.com/ram/94852/siembra-de-nubes-solucion-o-problema/>
- POR, S., PAZ, I. M. F., GARCÍA, K. J. A., & RIVERA, M. L. H. (2019). FACULTAD DE PREGRADO TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN “ANÁLISIS DE LA LIBERACIÓN DEL MERCADO ENERGÉTICO DE HONDURAS”.
 - Ramírez, L. P., & RAMÍREZ, L. P. (2000). Laboratorio virtual de física de cuerpos rígidos. *REPOSITORIO NACIONAL CONACYT*.
 - Ramos. (1983). Como hacer llover. Boletín Enseñanza, 54-55-56-57 [8.] Martínez, M. (2 de Febrero de 2012). Conozca en que consiste el “bombardeo de nubes”. (V. C. Schmidt, Entrevistador)
 - Ramos-Aguilar, C., & Villanueva-Verduzco, C. (1998). Producción de germinados de frijol mungo (*Vigna radiata*) y calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma*). *Revista Chapingo serie horticultura*, 4(2), 95-100.
 - Räuchle, F., & Tavares, C. (2001). El agua-aspectos ambientales. *Revista de Química*, 15(2), 184-196.
 - Rico, G. (7 de Noviembre de 2014). Revista Semana. Obtenido de Revista Semana: https://www.researchgate.net/profile/Guillermo_Rico/publication/267926136_La_lucha_por_el_agua/links/545d064b0cf2c1a63bfa5db1/La-lucha-por-el-agua.pdf
 - Riella, A., & Mascheroni, P. (2015). *Asalariados rurales en América Latina*. CLACSO.
 - Rodríguez López, O., Prieto González, R., & Colorado Ruiz, G. (2012). Estado del arte de la ingeniería climática.
 - Rodríguez, L. A., Correa, H., Vargas, R. A., Diosa, J. E., Santamaría, J., García, J., & León, C. (2007). CREACIÓN DE FRONTERAS DE ALTA MOBILIDAD POR DIFUSIÓN DE IONES DE PLATA EN COMPUESTOS IÓNICOS BASADOS EN AgI. *Revista Colombiana de Física*, 39(1).
 - Rogers, J. S. (2009). *Historic Reclamation Projects Buerau of Reclamation*. Andrew H. Gahan.
 - Romero, M. E., & Veloso, C. M. (2016). Peligrosidad de los componentes del paquete radiográfico intraoral y líquidos de procesado.
 - Rosengaus Moshinsky, M., & Bruintjes, R. (2002). Estimulación de lluvia por sembrado higroscópico.

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

- Sánchez, J. L., Dessens, J., Marcos, J. L., & Fernández, J. T. (1999). Comparison of Rainwater Silver Concentrations from Seeded and Non-seeded Days in León (Spain). *The Journal of Weather Modification*, 31(1), 87-90.
- Schleusener, R. A. (1968). Hailfall damage suppression by cloud seeding—a review of the evidence. *Journal of Applied Meteorology*, 7(6), 1004-1011.
- Science. 26 noviembre de 1971: Vol. 174... No. 4012, pp. 945 a 946 DOI: 10.1126/science.174.4012.945. Nucleación de hielo por precipitado de yoduro de plata y bromuro de plata, B. Vonnegut 1 y Henry Chessin 2.
- SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN MUNICIPAL. (2012). *Esquema de ordenamiento territorial municipio de Albania, La Guajira*. Albania: Centro de documentación e información municipal.
- Sistema de información ambiental de Colombia. (2019). SIAC. Recuperado el 22 de 02 de 2019, de SIAC: <http://www.siac.gov.co/>
- S.J.SOLANKI. (10 de Marzo de 2012). ARTIFICIAL RAINS. Recuperado el 25 de Octubre de 2014, de http://nfsm.gov.in/blog/artificial_rains.aspx
- Standler, R. B., & Vonnegut, B. (1972). Estimated Possible Effects of AgI Cloud Seeding on Human Health. *Journal of Applied Meteorology*, 11(8), 1388-1391.
- Steinhoff, Harold W., and Jack D. Ives, Eds., 1976: Ecological Impacts of Snowpack Augmentation in the San Juan Mountains, Colorado. Final Report to the Bureau of Reclamation, 489 pp.
- Super, A. B., & Boe, B. A. (1988). Microphysical effects of wintertime cloud seeding with silver iodide over the Rocky Mountains. Part III: Observations over the Grand Mesa, Colorado. *Journal of Applied Meteorology*, 27(10), 1166-1182.
- TIEMPO, E. (23 de Mayo de 2009). EL TIEMPO. Obtenido de EL TIEMPO: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-3456299>
- Torres Reyes, J. R. (1985). Política para una mejor administración y el desarrollo de los recursos forestales del Ecuador.
- Trujillo, J. A., Quiñones, E. E., Cortés, L. E., & Vargas, R. A. (2008). Transiciones de Fase y Conductividad Iónica en los Sistemas $x\text{AgI}-(1-x)\text{KI}$ y $x\text{AgI}-(1-x)\text{AgBr}$ a Altas Temperaturas. *Revista Colombiana de Física*, 40(1).
- Tsiouris, S. E., Aravanopoulos, F. A., Papadoyannis, I. N., Sofoniou, M. K., Polyzopoulos, N., Christodoulou, M.,... & Constantinidou, H. I. A. (2002). solL siuVER coNTENT OF

PROPUESTA PARA PROPICIAR LA PRECIPITACIÓN EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA EN EL MUNICIPIO DE MANAURE, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA PARA EL BOMBARDEO DE NUBES CON YODURO DE PLATA

AGRICULTURAL AREAS SUBJECTED TO CLOUD SEEDING WITH SILVERIODIDE. *pathways*, 3(4), 5-6.

- VICTOR, M., & GONZALEZ, R. (1983). Cómo hacer llover.
- Villaverde, M. N. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de educación*, (1), 195-217.
- Warburton, J. A., & Young, L. G. (1972). Determination of silver in precipitation down to 10-11M concentrations by ion exchange and neutron activation analysis. *Analytical chemistry*, 44(12), 2043-2045.
- Weatherspark. (2019). Weatherspark. Recuperado el 01 de 04 de 2019, de Weatherspark: <https://es.weatherspark.com/y/25357/Clima-promedio-en-Manaure-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Whiteside, M., & Herndon, J. M. Cenizas volantes de carbón aerosolizadas: factor de riesgo de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y de enfermedades respiratorias.
- WMA. (2009). DECLARACIÓN DE LA ASOCIACIÓN PARA LA MODIFICACIÓN DEL CLIMA SOBRE EL IMPACTO QUE CAUSA EN EL MEDIO AMBIENTE. WEATHER MODIFICATION ASSOCIATION, 1,2,3,4.
- Yepesa, J. D. C., Gallego, H. C., Gonzaleza, E. A. G., & Zapatac, R. A. V. (2012). 4.11. Modelo cuántico de conducción super-Iónica para el yoduro de plata (AgI) en sus fases α Y β . *Nanotecnología para Energías en Latinoamérica*, 87.
- Younger, R. L., & Crookshank, H. R. (1978). Chronic exposure of sheep to silver iodide. *Water, Air, and Soil Pollution*, 9(3), 281-287.
- Zurroff, A (31 de enero de 2009). Cloud seeding seen as blessed solution for Israel? S dry winter. Recuperado el 26 de marzo de 2018, de Israel national news: <http://israelnationalnews.com/news/news.aspx/130196.VE3FIZTZJIU>