



Facultad de Ciencias de la Vida
y Tecnológicas
Carrera de Ingeniería Ambiental

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS**

INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

Detección preliminar de la radiación ionizante ambiental en el bloque de agropecuaria de la facultad de Ciencias de la Vida y Tecnológicas (matriz) utilizando un contador Geiger

AUTOR:

Quijije Llorente Helen Anahí

DIRECTOR DE TESIS:

Blgo. Abrahan Isaac Velásquez Ferrín, M.Sc.

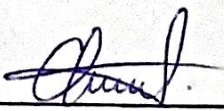
MANTA-MANABÍ-ECUADOR

2025-1

I. DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en la presente tesis corresponde exclusivamente al tutor y el patrimonio intelectual de la autora, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad De Ciencias De La Vida Y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

En tal virtud, afirmamos que el contenido, los impactos legales u académicos derivados del proyecto de investigación y posteriores de la redacción de este documento son y serán de nuestra autoría, bajo nuestra responsabilidad académica.



Quijije Llorente Helen Anahi

CI: 1316764958

II. CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

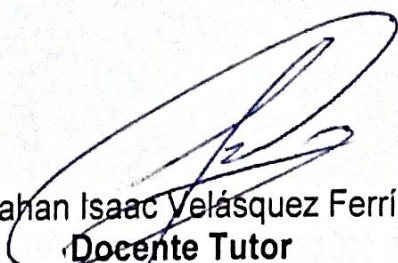
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante Quijije Llorente Helen Anahí, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Ambiental, período académico 2025-2026 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto "Detección preliminar de la radiación ionizante ambiental en el bloque de agropecuaria de la facultad de ciencias de la vida y tecnologías (matriz) utilizando un contador Geiger".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 15 de enero de 2026.

Lo certifico,



Abraham Isaac Velásquez Ferrín
Docente Tutor
Área: Química ambiental

III. AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, Blgo. Abrahan Isaac Velásquez Ferrín, M. Sc., por su orientación académica, disposición permanente y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo de investigación. Su conocimiento, criterio profesional y acompañamiento metodológico fueron fundamentales para el logro de los objetivos planteados.

A mi mejor amiga y compañera de carrera, Flor María Zambrano Vásquez, por su apoyo incondicional a lo largo de este trabajo de titulación y por ser parte de mi vida universitaria, gracias a sus consejos, su paciencia, sus palabras de aliento y sobre todo su compañía sincera ya que fueron un pilar fundamental para no rendirme y seguir adelante. Gracias a mis amigos de la carrera por acompañarme en todo este proceso y por hacer de esta etapa una experiencia maravillosa.

Asimismo, extendiendo mi agradecimiento a aquellos docentes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, quienes, a través de sus enseñanzas, conocimientos y compromiso con la formación profesional, contribuyeron de manera significativa a mi desarrollo académico y a la culminación de esta etapa universitaria. Finalmente, agradezco a todo aquel que estuvo en los momentos más importantes de mi desarrollo profesional brindándome su apoyo, para culminar mi etapa universitaria con éxito.

IV. DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía constante, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la constancia necesarias para culminar satisfactoriamente esta etapa de formación académica y profesional.

A mis padres, María Esther Llorente Sornoza y Galo Oswaldo Alvarado Carlos, por su apoyo permanente, orientación y sacrificio a lo largo de mi vida académica. Sus valores, su cariño, esfuerzo y confianza que me brindaron durante todo este proceso fueron pieza fundamental para avanzar y jamás decaer.

A mi fiel compañera y confidente mi hermana Andrea Jamilex Alvarado Llorente, por ser un gran apoyo en mis momentos difíciles incentivándome a seguir adelante y no rendir estando tan cerca de cumplir mis sueños.

Finalmente, dedico este logro a mí misma, por la fortaleza, la confianza que me tuve en todo este tiempo, por la constancia y dedicación invertida que se ha convertido en uno de los más importantes a lo largo de mi vida.

V. RESUMEN

La radiación ionizante ambiental constituye un componente natural del entorno, proveniente de fuentes como los rayos cósmicos, el radón y los radionúclidos presentes en el suelo, el aire y el agua. El monitoreo de estos niveles resulta fundamental para establecer líneas base ambientales y evaluar posibles riesgos para la salud humana y el medio ambiente. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar los niveles de radiación ionizante ambiental en el bloque de Agropecuaria de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, mediante una detección preliminar utilizando un contador Geiger-Müller portátil, mediante un enfoque cuantitativo, descriptivo y exploratorio, evaluando 21 áreas distribuidas en tres pisos del bloque académico. Para la toma de las muestras se realizó un monitoreo que duro un periodo de 6 semanas, con una frecuencia de tres mediciones semanales por área y un total de 18 repeticiones por punto, para la interpretación de datos se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, complementado con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, utilizando un nivel de significancia de 0,05, los resultados reflejaron que existe diferencia significativa únicamente en los valores de radiación máxima entre algunas áreas, mientras que la radiación mínima presentó un comportamiento homogéneo. En ningún caso se registraron niveles que superen los límites recomendados para ambientes no ocupacionalmente expuestos, concluyendo así

que la radiación ionizante ambiental en el bloque de Agropecuaria no representa un riesgo para la salud humana ni para el entorno ambiental durante el período de estudio.

Palabras clave: radiación ionizante, monitoreo ambiental, radiación de fondo

ABSTRACT

Environmental ionizing radiation is a natural component of the environment, originating from sources such as cosmic rays, radon, and radionuclides present in soil, air, and water. Monitoring these levels is fundamental for establishing environmental baselines and assessing potential risks to human health and the environment. In this context, the present study aimed to analyze ambient ionizing radiation levels in the Agricultural Sciences block of the Faculty of Life Sciences and Technologies at the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, thru preliminary detection using a portable Geiger–Müller counter, employing a quantitative, descriptive, and exploratory approach, and evaluating 21 areas distributed across three floors of the academic building. For sample collection, monitoring was conducted over a six-week period, with three weekly measurements per area and a total of 18 replicates per point. For data interpretation, a one-way analysis of variance (ANOVA) was applied, complemented by Tukey’s multiple comparisons test, using a significance level of 0.05. The results showed a significant difference only in maximum radiation values among some areas, while minimum radiation exhibited homogeneous behavior. In no case were levels recorded that exceeded the recommended limits for non-occupationally exposed environments, thus

concluding that environmental ionizing radiation in the Agricultural Block does not pose a risk to human health or the environment during the study period.

Keywords: ionizing radiation, environmental monitoring, background radiation

CONTENIDO

CAPITULO I.....	11
1. INTRODUCCION.....	11
1.1. Antecedentes	11
1.2. Planteamiento del problema	13
1.3. Pregunta de investigación.....	14
1.4. Hipótesis	14
CAPITULO II.....	15
2.1. Objetivo general.....	15
2.2. Objetivo específico	15
CAPITULO III.....	15

3. Metodología	15
3.1. Tipo de estudio	15
3.2. Áreas de estudio	16
3.3. Instrumento de medición	16
3.4. Protocolo de muestreo	16
3.5. Tabulación y análisis de datos	17
CAPITULO IV	17
4. Resultado	17
5.1. Prueba ANOVA	21
4.2. Prueba Tukey	24
4.3. Discusión	26
CAPITULO V	29
5.2. Conclusión	29
5.3. Recomendaciones	29
CAPITULO VI	30
6. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	30
CAPITULO VII	34
7. ANEXOS	34

Índice de tablas

Tabla 1 ANALISIS DE VARIANZA RADIACION MAXIMA	21
Tabla 2 ANALISIS DE VARIANZA RADIACION MINIMA	23
Tabla 3 Combinaciones que tienen diferencias significativas de radiación máxima entre las diferentes áreas de la ULEAM	25
Tabla 4 Combinaciones que tienen diferencias significativas de radiación mínima entre las diferentes áreas de la ULEAM	26

Índice de Anexos

Anexo 1 Muestras recolectadas en los 21 puntos seleccionados con 3 repeticiones semanales	18
Anexo 2 formato de tabulación de datos	34
Anexo 3 Estadística descriptiva radiación Maxima	36
Anexo 4 Estadística descriptiva radiación Mínima	38
Anexo 5 Prueba TUKEY radiación máxima	39
Anexo 6 Prueba TUKEY radiación mínima	47

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

1.1.Antecedentes

La radiación ionizante ambiental está presente de forma natural en nuestro entorno, debido a fuentes como los rayos cósmicos, el radón, los materiales radiactivos en el suelo y otros isótopos presentes en el aire y el agua, esta radiación cuenta con la capacidad de ionizar átomos y moléculas, lo que potencialmente puede producir efectos biológicos, como lo podría ser daño al ADN (Díaz y Cázares 2020), es por esta razón que en los últimos años, el interés científico por medir y monitorear los niveles de radiación de ambiental se ha incrementado, principalmente debido a la necesidad de establecer mapas de referencia, detectar posibles fuentes artificiales de radiación y evaluar riesgos asociados a eventos extraordinarios como accidentes nucleares o actividades industriales (Arismendi-Ramírez 2021).

Entre las herramientas más utilizadas para medir la radiación ambiental se tiene a los contadores de Geiger-Müller, ya que estos tienen la capacidad de detectar partículas alfa, beta y radiación gamma (González et al. 2024). Estos instrumentos han sido utilizados ampliamente en estudios como el de Dhami (2020), en el cual se cuantificó los niveles de radiación ambiental en zonas urbanas y rurales del distrito de Kanchanpur (Nepal), mediante el uso de un contador Geiger-Müller portátil, la toma de muestras se realizó en 47 localidades, con máximos de 33.93 ± 1.16 CPM, se encontraron por debajo de los niveles considerados de riesgo para la salud. Estos datos permitieron establecer un mapa de radiación de fondo de la región. Asimismo, Baena-Navarro et al. (2020) desarrollaron un sistema de monitoreo

acoplado a un hexacóptero para la detección remota de radiación en áreas de difícil acceso, logrando una validación con un error relativo promedio del 4 % frente a dosímetros estándar, por otro lado, Palacios (2020) evaluó la radiación ionizante natural en altitudes elevadas durante vuelos de corta y media duración. Las mediciones, realizadas con un detector Geiger-Müller, mostraron una dosis proporcional a la altitud, alcanzando hasta 3.5 $\mu\text{Sv/h}$ a 11.27 km. La dosis efectiva anual estimada fue de 1.4 mSv/año, dentro de los límites permisibles para personal ocupacionalmente expuesto.

Lo que aún no está completamente resuelto, y constituye un aspecto controversial, es la precisión y confiabilidad de los dispositivos de bajo costo y de diseño abierto en la medición de niveles muy bajos de radiación ambiental, a pesar de que los prototipos basados en plataformas como Arduino o Raspberry Pi demostrado ser funcionales y accesibles, su desempeño frente a instrumentos profesionales y bajo diferentes condiciones ambientales (temperatura, humedad, presión) sigue siendo motivo de discusión y requiere mayor validación (Arismendi et al. 2021).

En el contexto científico actual, el interés por desarrollar y validar dispositivos portátiles, económicos y de fácil integración a plataformas digitales responde a la creciente necesidad de monitoreo ambiental continuo. Esto es relevante no solo para la protección civil y ambiental, sino también para generar bases de datos confiables que permitan establecer políticas de gestión del riesgo radiológico y realizar investigaciones sobre los efectos a largo plazo de la exposición a bajas dosis de radiación ionizante.

1.2.Planteamiento del problema

La detección preliminar de la radiación ionizante ambiental es una actividad de vital importancia tanto desde el punto de vista científico como socioeconómico y ambiental. Desde una perspectiva científica, vigilar la cantidad de radiación ionizante que nos rodea nos ayuda a reunir información esencial para averiguar lo limpio que es nuestro medio ambiente y qué peligros podría representar para las personas y la naturaleza. La radiación natural es parte de nuestro planeta, pero cosas humanas como cavar minerales, el uso de materiales radiactivos en fábricas u hospitales, o incluso cuando las cosas van mal en lugares donde se manejan materiales radiactivos, puede aumentar los niveles.

Desde la perspectiva socioeconómica la radiación ionizante es un riesgo silencioso pero serio que puede acumularse con el tiempo y conducir a problemas de salud como cáncer o problemas genéticos (Puerta y Morales 2020), tener conocimiento de cómo funciona esta radiación permite a la gente a cargo y la comunidad tomar decisiones inteligentes que mantienen a todos sanos. Además, en territorios con actividades industriales, mineras o energéticas, la evaluación de las radiaciones ambientales es fundamental para el desarrollo sostenible y para cumplir las normas y estándares internacionales de seguridad.

Desde el contexto ambiental y territorial, esta investigación responde a la necesidad de alinear las políticas nacionales y regionales en materia de protección radiológica, seguridad ambiental y salud pública. En muchos países y regiones, los planes de desarrollo territorial y los marcos regulatorios, como los establecidos por los ministerios de ambiente, salud o energía, y por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), exigen la realización de estudios que permitan identificar y controlar fuentes de exposición a la radiación.

Actualmente, se carece de información específica sobre los niveles de radiación ionizante ambiental en el bloque de Agropecuaria de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica de Manabí. La ausencia de tener una base de datos sobre los niveles de radiación en esta institución dificulta la evaluación de posibles riesgos que afecten a la salud y al ambiente de la comunidad educativa, limitando así la capacidad institucional de implementar medidas preventivas y de mitigación. Siendo así la principal problemática, la falta de monitoreo y registros de niveles de radiación ionizante ambiental en el área de agropecuaria de la ULEAM, lo que impide un manejo adecuado de posibles fuentes de exposición y una correcta gestión del riesgo radiológico.

1.3. Pregunta de investigación

¿Cuáles son los niveles de radiación ionizante ambiental presentes en el bloque de Agropecuaria de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías (Matriz) y cómo se comparan con los límites de referencia establecidos para ambientes no ocupacionalmente expuestos?

1.4. Hipótesis

Los niveles de radiación ionizante ambiental detectados en el bloque de Agropecuaria de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías (Matriz), medidos con un contador Geiger, se encuentran fuera de los rangos considerados seguros para ambientes no ocupacionalmente expuestos según las normativas internacionales de protección radiológica.

CAPITULO II

2.1. Objetivo general

Analizar los niveles de radiación ionizante ambiental en el bloque de Agropecuaria de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías obtenidos mediante una detección preliminar utilizando un contador Geiger.

2.2. Objetivo específico

-Monitorear la radiación ionizante en todas las áreas del bloque de Agropecuaria utilizando un contador Geiger durante 6 semanas.

-Calcular la variabilidad de datos obtenidos por y entre cada área del bloque de Agropecuaria utilizando un contador Geiger.

-Identificar si los resultados obtenidos representan de riesgo potencial para la salud humana o el medio ambiente.

CAPITULO III

3. Metodología

3.1. Tipo de estudio

El presente trabajo corresponde a un estudio cuantitativo, descriptivo y exploratorio, cuyo objetivo es realizar una detección preliminar de los niveles de radiación ionizante ambiental en el bloque de Agropecuaria de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías (Matriz).

3.2. Áreas de estudio

El estudio se desarrollará en 21 áreas del bloque de agropecuaria

- En el primer piso 6 áreas: sala de profesores A, sala de profesores B, secretaría, dirección de carrera, aula Agrop1 y ASO estudiantil.
- En el segundo piso 7 áreas: sala de profesores C, aula Agrop2, aula Agrop3, aula Agrop4, laboratorio de análisis, sala de eventos y archivo.
- En el tercer piso 7 áreas: aula Agrop5, aula Agrop6, aula Agrop7, aula Agrop8, laboratorio de lácteos, laboratorio de frutas y laboratorio de aguas.

3.3. Instrumento de medición

Se utilizará un contador Geiger-Müller portátil, calibrado de acuerdo con los estándares del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST). Este equipo permitirá detectar y cuantificar partículas alfa (α), beta (β) y radiación gamma (γ), expresando los resultados en conteos por minuto (CPM) y su conversión a dosis equivalente en microsieverts por hora ($\mu\text{Sv/h}$). La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), recomienda 20mSv/año de dosis efectiva como límite de dosis ocupacional; excepto para mujeres en estado gestacional, para las cuales será de 2mSv durante todo el periodo de gravidez. Para el público en general se considera como límite recomendado 1mSv/año. Es necesario aclarar que para la limitación de dosis se excluyen las fuentes naturales y las exposiciones como pacientes

3.4. Protocolo de muestreo

Tiempo de muestreo: 6 semanas

Frecuencia: Miércoles - Jueves - Viernes

Horario: 7am – 9 am

Repeticiones: 18 por área

Uso del equipo: en el centro de cada área hasta que se obtenga un dato estable

3.5. Tabulación y análisis de datos

Se utilizará la tabla (Anexo 1) para tabular los datos por área con su respectiva codificación para facilitar su posterior tratamiento.

Los datos tabulados se utilizarán para calcular la variabilidad de cada área (18 repeticiones) y entre las diferentes áreas (21 áreas) utilizando un ANOVA de una vía y Tukey al 0,05 se significancia. Con estos resultados se podrá determinar el cumplimiento de las normativas pertinentes y su posible afectación ambiental.

CAPITULO IV

4. Resultado

Anexo 1 Muestras recolectadas en los 21 puntos seleccionados con 3 repeticiones semanales

AREA	CODIGO DE AREA	LECTURA (uSv/h)	SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4			SEMANA 5			SEMANA 6		
			MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	MARTES 11n	MIÉRCOLES	JUEVES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
Aula Agrop1	A1	Máximo	0,19	0,15	0,17	0,18	0,16	0,17	0,19	0,17	0,16	0,21	0,19	0,20	0,15	0,17	0,19	0,21	0,17	0,16
		Media	0,12	0,10	0,12	0,15	0,13	0,11	0,13	0,09	0,11	0,13	0,11	0,12	0,09	0,12	0,13	0,15	0,12	0,11
Sala de profesores A	A2	Máximo	0,18	0,15	0,17	0,16	0,15	0,17	0,21	0,17	0,16	0,20	0,18	0,17	0,15	0,19	0,17	0,19	0,18	0,17
		Media	0,10	0,09	0,09	0,11	0,11	0,10	0,12	0,12	0,10	0,12	0,13	0,11	0,08	0,12	0,12	0,14	0,14	0,10
Sala de profesores B	A3	Máximo	0,15	0,17	0,18	0,14	0,15	0,16	0,17	0,21	0,17	0,21	0,16	0,16	0,14	0,20	0,16	0,17	0,16	0,21
		Media	0,12	0,11	0,11	0,12	0,11	0,08	0,09	0,13	0,12	0,11	0,09	0,11	0,09	0,13	0,11	0,13	0,11	0,10
Sala de profesores C	A4	Máximo	0,17	0,14	0,15	0,21	0,16	0,16	0,17	0,16	0,21	0,20	0,18	0,19	0,18	0,21	0,20	0,17	0,18	0,19
		Media	0,13	0,10	0,10	0,13	0,11	0,12	0,10	0,12	0,13	0,10	0,12	0,09	0,09	0,14	0,14	0,11	0,14	0,11
Secretaría	A5	Máximo	0,22	0,20	0,21	0,22	0,18	0,19	0,21	0,23	0,21	0,19	0,20	0,21	0,18	0,22	0,19	0,21	0,22	0,20
		Media	0,11	0,13	0,14	0,11	0,13	0,12	0,13	0,10	0,11	0,11	0,13	0,11	0,11	0,12	0,14	0,11	0,11	0,13
Dirección de la carrera	A6	Máximo	0,17	0,20	0,18	0,19	0,19	0,17	0,22	0,20	0,20	0,17	0,21	0,21	0,18	0,18	0,21	0,23	0,23	0,21
		Media	0,13	0,12	0,13	0,14	0,11	0,11	0,15	0,09	0,12	0,14	0,14	0,15	0,11	0,11	0,14	0,15	0,16	0,12
ASO estudiantil	A7	Máximo	0,17	0,15	0,16	0,17	0,18	0,16	0,19	0,16	0,18	0,19	0,17	0,19	0,18	0,19	0,16	0,19	0,15	0,18
		Media	0,10	0,11	0,09	0,14	0,13	0,09	0,13	0,09	0,11	0,13	0,11	0,10	0,13	0,12	0,09	0,12	0,11	0,13
Aula Agrop2	A8	Máximo	0,19	0,13	0,17	0,19	0,17	0,18	0,15	0,18	0,19	0,19	0,19	0,21	0,17	0,20	0,17	0,19	0,18	0,19
		Media	0,10	0,08	0,13	0,12	0,11	0,10	0,12	0,11	0,11	0,12	0,14	0,16	0,12	0,11	0,10	0,14	0,11	0,13
Aula Agrop 3	A9	Máximo	0,21	0,20	0,21	0,17	0,17	0,18	0,16	0,21	0,20	0,20	0,21	0,19	0,24	0,22	0,17	0,19	0,18	0,17
		Media	0,17	0,09	0,16	0,13	0,09	0,12	0,11	0,13	0,16	0,11	0,17	0,14	0,13	0,14	0,12	0,15	0,13	0,13
Aula Agrop 4	A10	Máximo	0,17	0,21	0,20	0,16	0,17	0,19	0,16	0,21	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,15	0,20	0,18	0,17	0,21
		Media	0,10	0,16	0,11	0,13	0,08	0,14	0,13	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,11	0,09	0,13	0,11	0,11	0,15
Sala de reuniones	A11	Máximo	0,16	0,20	0,21	0,16	0,18	0,17	0,18	0,21	0,18	0,16	0,21	0,17	0,18	0,16	0,21	0,16	0,17	0,17
		Media	0,10	0,14	0,12	0,10	0,11	0,09	0,11	0,13	0,13	0,09	0,17	0,10	0,09	0,11	0,12	0,09	0,09	0,13
Laboratorio de análisis	A12	Máximo	0,20	0,21	0,21	0,18	0,16	0,18	0,16	0,20	0,18	0,17	0,19	0,22	0,23	0,18	0,19	0,17	0,19	0,21
		Media	0,11	0,15	0,13	0,12	0,09	0,11	0,10	0,13	0,11	0,11	0,12	0,15	0,10	0,13	0,13	0,10	0,11	0,12
Sala de eventos	A13	Máximo	0,22	0,27	0,24	0,20	0,15	0,19	0,17	0,19	0,21	0,19	0,20	0,23	0,18	0,24	0,16	0,19	0,15	0,17
		Media	0,16	0,08	0,13	0,14	0,09	0,12	0,11	0,13	0,14	0,10	0,14	0,15	0,11	0,15	0,09	0,13	0,09	0,10
Archivos	A14	Máximo	0,15	0,21	0,17	0,15	0,14	0,19	0,18	0,18	0,19	0,20	0,19	0,19	0,18	0,21	0,18	0,18	0,17	0,15
		Media	0,12	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,12	0,14	0,18	0,09	0,16	0,12	0,15	0,13	0,11	0,12	0,09
Aula Agrop 5	A15	Máximo	0,20	0,16	0,19	0,17	0,18	0,18	0,16	0,16	0,21	0,19	0,15	0,18	0,19	0,21	0,20	0,17	0,19	0,16
		Media	0,10	0,11	0,12	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,16	0,14	0,09	0,09	0,15	0,14	0,13	0,09	0,11	0,08
Aula Agrop 6	A16	Máximo	0,19	0,19	0,18	0,15	0,16	0,20	0,17	0,18	0,22	0,19	0,16	0,17	0,18	0,17	0,18	0,19	0,18	0,16
		Media	0,12	0,09	0,14	0,09	0,11	0,12	0,10	0,11	0,15	0,13	0,10	0,11	0,12	0,12	0,11	0,10	0,14	0,09
Aula Agrop 7	A17	Máximo	0,19	0,18	0,20	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18	0,21	0,17	0,18	0,19	0,18	0,19	0,18	0,17	0,18	0,19
		Media	0,10	0,11	0,13	0,09	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,10	0,11	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10
Aula Agrop 8	A18	Máximo	0,19	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,18	0,19	0,22	0,18	0,19	0,17	0,18	0,16	0,19	0,19	0,21	0,20
		Media	0,12	0,10	0,11	0,10	0,09	0,12	0,13	0,12	0,10	0,13	0,12	0,15	0,11	0,11	0,14	0,12	0,13	0,10
Laboratorio de lácteos	A19	Máximo	0,18	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,17	0,20	0,21	0,22	0,19	0,18	0,21	0,19	0,20	0,19	0,19
		Media	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,12	0,11	0,13	0,11	0,15	0,14	0,13	0,12	0,13	0,12	0,11	0,12
Laboratorio de frutas	A20	Máximo	0,17	0,19	0,16	0,17	0,20	0,18	0,19	0,19	0,21	0,19	0,18	0,22	0,24	0,22	0,15	0,16	0,19	0,17
		Media	0,09	0,12	0,09	0,11	0,14	0,12	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,12	0,08	0,10	0,12	0,13
Laboratorio de aguas	A21	Máximo	0,19	0,19	0,17	0,15	0,18	0,21	0,21	0,17	0,18	0,21	0,19	0,17	0,24	0,19	0,21	0,18	0,18	0,23
		Media	0,13	0,11	0,12	0,09	0,13	0,14	0,11	0,11	0,15	0,13	0,11	0,12	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09	0,13

En el **Anexo 2** se presentan los datos de las muestras correspondientes a la toma de mediciones de radiación ionizante máxima registradas durante un período de seis semanas. El monitoreo se realizó con una frecuencia de tres repeticiones semanales en cada área evaluada, considerando para el análisis estadístico los valores de radiación máximas obtenidas de forma independiente, con un total de 21 áreas codificadas (A1–A21) y 18 observaciones por área, lo que permitió una adecuada representación temporal de los niveles de radiación ambiental.

En el **Anexo 3** en la tabla tres se reflejan los valores del promedio de radiación ionizante máxima los cuales oscilan entre 0,17056 y 0,205, siendo el valor mínimo registrado en el área A3 y el máximo en el área A5, estos promedios reflejan que se mantiene una distribución relativamente homogénea de la radiación entre los distintos puntos de medición. En cuanto a la variabilidad de los datos, las desviaciones estándar se mantienen en rangos bajos, comprendidos aproximadamente entre 0,01166 y 0,03304, lo que se traduce que los valores no son variables entre sí. Este comportamiento es corroborado por los valores de error estándar, que en todas las áreas se sitúan por debajo de 0,008, evidenciando una dispersión limitada de los datos y una alta precisión en las estimaciones de los promedios.

Del mismo modo en el **Anexo 4** se presentan los resultados de la estadística descriptiva correspondientes a las mediciones de radiación ionizante mínima registradas durante el mismo período de monitoreo de seis semanas, con una frecuencia de tres repeticiones semanales por área. El promedio de radiación ionizante mínima reflejado de las muestras se mantiene en un rango aproximado de 0,10 y 0,13, el valor promedio más bajo se registró en el área A3, mientras que el valor promedio más alto corresponde al área A9, estos promedios reflejan que la distribución es homogénea en los niveles mínimos de radiación ionizante entre los distintos puntos evaluados del bloque de agropecuaria en la ULEAM.

En los valores de desviaciones estándar, se logró observar que son bajos, con valores que oscilan aproximadamente entre 0,012 y 0,024, lo que indica una dispersión limitada dentro de cada área, la reducida variabilidad entre las áreas sugiere que los niveles mínimos de radiación ionizante se mantuvieron estables a lo largo del período de estudio, sin elevaciones significativas, lo que podría asociarse que la toma de muestras se realizó en condiciones ambientales uniformes.

Los resultados muestran que los niveles de radiación ionizante mínima presentan un comportamiento consistente y controlado en todas las áreas evaluadas, mientras que la radiación máxima, presenta un comportamiento relativamente homogéneo, para poder tener una idea más clara y construir una base más sólida se aplicó la prueba Tukey de comparaciones múltiples con una significancia de 0,05 la cual nos arrojó los siguientes resultados.

Prueba ANOVA

Tabla 1 ANALISIS DE VARIANZA RADIACION MAXIMA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Prob>F
Modelo	20	0,02875	0,00144	3,61254	4,77E-07
Error	357	0,14206	3,98E-04		
Total	377	0,17081			

Con el objetivo de determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las medias de radiación ionizante máxima registradas en las áreas

evaluadas, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, considerando como factor de análisis las 21 áreas de monitoreo (A1–A21). El análisis se realizó con un nivel de significancia de 0,05.

El planteamiento de hipótesis fue el siguiente:

- Hipótesis nula (H_0): Las medias de radiación ionizante máxima son iguales en todas las áreas evaluadas.
- Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una de las medias de radiación ionizante máxima es significativamente diferente a las demás.

El ANOVA nos indicó que el modelo presenta 20 grados de libertad, asociados a la variabilidad entre las áreas, mientras que el error experimental cuenta con 357 grados de libertad, lo que refleja un tamaño muestral adecuado y una correcta representación de la variabilidad entre los bloques de agropecuaria. En este análisis también se calculó la suma de cuadrados de las muestras siendo 0,028, mientras que la suma de cuadrados del error fue de 0,14, lo que demuestra que una proporción relevante de la variabilidad total puede atribuirse a las diferencias entre áreas.

Para el cuadrado medio se alcanzó un valor de 0,0014, mientras que el cuadrado medio del error fue de $3,98 \times 10^{-4}$, arrojando como resultado un valor F de 3,61. Este valor F observado supera el valor F crítico esperado para el nivel de significancia establecido, lo que confirma que existe diferencias significativas entre los promedios de las áreas de agropecuaria en la ULEAM.

Finalmente, el valor de probabilidad asociado al estadístico, $p = 4,77 \times 10^{-7}$ es considerablemente menor que el nivel de significancia de 0,05, lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis nula, confirmando así las hipótesis alternativas en la que se establece que al menos una de las medias de radiación ionizante máxima es significativamente diferente a las demás.

Desde el punto de vista ambiental, estos resultados sugieren que hay la posibilidad de que existan componentes externos que alteren las muestras de radiación ionizante ambiental máxima, ya que a pesar de que estos valores se encuentran dentro de los límites establecidos en la normativa ambiental, existen diferencias significativas en la intensidad de la radiación entre ciertas áreas. Estas variaciones podrían estar asociadas a factores locales como condiciones de infraestructura, agentes externos, características geométricas del entorno o fuentes específicas de radiación, naturales o antrópicas, que influyen de manera directa en cada punto de medición.

Tabla 2 ANALISIS DE VARIANZA RADIACION MINIMA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	Prob>F
Modelo	20	0,01045	5,22E-04	1,514	0,0731
Error	357	0,12314	3,45E-04		
Total	377	0,13359			

El análisis ANOVA aplicado a la radiación mínima indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los distintos niveles o tratamientos evaluados, ya que el valor del estadístico F obtenido ($F = 1.51478$) es relativamente cercano a

1 y el valor p asociado ($p = 0.0731$) es mayor que el nivel de significancia establecido de 0.05; esto sugiere que la variabilidad observada entre los grupos es pequeña. Además, los resultados obtenidos en la suma de cuadrados del error (0.12) es considerablemente mayor que la de las muestras (0.010), lo que se describe a que las variaciones que se presenta en la radiación mínima se deben a fluctuaciones propias dentro de cada grupo y no a diferencias entre ellos. Como resultado de esto se acepta la hipótesis nula, concluyendo que las medias poblacionales de la radiación mínima son significativamente iguales, reflejando un comportamiento relativamente homogéneo de esta variable entre los niveles analizados.

En base a estos resultados se sugieren que la radiación mínima ionizante ambiental de los bloques de agropecuaria en la ULEAM se mantiene dentro de un rango homogéneo, correspondiente a radiación natural, sin evidencia de puntos críticos o áreas con niveles elevados que representen un riesgo a la comunidad universitaria, estos resultados también se ven respaldados por la baja variabilidad en las mediciones, confirmando que durante las seis semanas de monitoreo, los niveles de radiación mínima permanecieron estables y controlados, lo cual es consistente con estudios preliminares de radiación ambiental en espacios académicos.

4.2. Prueba Tukey

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey aplicada para las radiaciones mínimas y máximas, nos permitió identificar específicamente entre qué pares de niveles existen diferencias estadísticamente significativas en sus medias, ya que los pares de niveles cuya columna “Significancia” toma el valor 1 muestran diferencias estadísticamente significativas al nivel de 0.05 ($p < 0.05$), lo que indica que la radiación registrada en esos niveles es distinta de manera real y no atribuible al azar; en estos casos, además, los

intervalos de confianza no incluyen el valor cero, reforzando dicha conclusión. Por el contrario, si en las comparaciones el nivel de Significancia es 0, las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas ($p \geq 0.05$), por lo que los niveles comparados pueden considerarse estadísticamente similares en términos de radiación máxima. En base a lo descrito anteriormente, los resultados de la prueba de Tukey evidencian que, aunque el análisis global puede mostrar homogeneidad general, existen comparaciones puntuales entre ciertos niveles donde la radiación máxima sí presenta diferencias significativas, lo que sugiere la presencia de variaciones específicas asociadas a condiciones particulares como el tiempo, la ubicación o el tratamiento analizado.

A partir de lo planteado anteriormente en el Anexo 5 se pudo observar que en las siguientes combinaciones:

Tabla 3 Combinaciones que tienen diferencias significativas de radiación máxima entre las diferentes áreas de la ULEAM

Combinaciones	Diferencia de medias	Error estándar	Valor q	Probabilidad	Significancia	Límite inferior	Límite superior
A5 A1	0,02778	0,00665	5,90786	0,00632	1	0,00386	0,05169
A5 A2	0,03167	0,00665	6,73496	5,33E-04	1	0,00775	0,05558
A5 A3	0,03444	0,00665	7,32575	7,42E-05	1	0,01053	0,05836
A5 A4	0,02556	0,00665	5,43523	0,0219	1	0,00164	0,04947
A6 A3	0,02667	0,00665	5,67155	0,01197	1	0,00275	0,05058
A7 A5	-0,03167	0,00665	6,73496	5,33E-04	1	-0,05558	-0,00775
A8 A5	-0,025	0,00665	5,31707	0,02923	1	-0,04892	-0,00108
A11 A5	-0,025	0,00665	5,31707	0,02923	1	-0,04892	-0,00108
A13 A3	0,02667	0,00665	5,67155	0,01197	1	0,00275	0,05058
A14 A5	-0,02667	0,00665	5,67155	0,01197	1	-0,05058	-0,00275
A15 A5	-0,02444	0,00665	5,19892	0,03866	1	-0,04836	-5,29E-04
A16 A5	-0,02611	0,00665	5,55339	0,01626	1	-0,05003	-0,0022

En la Tabla 3 se logró observar que varias combinaciones tienen el nivel de significancia de 1 lo que quiere decir que en esas combinaciones si hay diferencia significativa ya que sus valores no son homogéneos, mientras que en el Anexo 6 los valores de radiación media solo una combinación presento diferencia significativa, lo que quiere decir que los valores de la radiación media en las 21 áreas no muestran diferencias significativas ya que mantienen valores homogéneos.

Tabla 4 Combinaciones que tienen diferencias significativas de radiación mínima entre las diferentes áreas de la ULEAM

Combinaciones	Diferencia de medias	Error estándar	Valor q	Probabilidad	Significancia	Límite inferior	Límite superior
A9 A3	0,02278	0,00619	5,20336	0,03826	1	5,12E-04	0,04504

4.3. Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian que los niveles de radiación ionizante ambiental registrados en las 21 áreas del bloque de Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí corresponden a valores característicos de radiación de fondo natural, ya que no superan los límites establecidos por la normativa ambiental, a pesar de esto el análisis estadístico no permitió identificar diferencias de comportamiento entre la radiación máxima y mínima.

La radiación ionizante máxima a través del ANOVA mostró diferencias estadísticamente significativas entre algunas áreas evaluadas ($p < 0,05$), lo que indica que, aun cuando los valores se mantienen dentro de rangos bajos, existen variaciones atribuibles a condiciones locales específicas. Del mismo modo Fiallos & Monica (2017) que evaluó la radiación natural en la provincia de Tungurahua, evidencio una variabilidad espacial

significativa en las muestras de radiación tomadas, las cuales fueron asociada a factores geográficos como la altitud. Aunque el contexto del presente estudio es distinto y se desarrolla en un entorno construido, ambos trabajos coinciden en que la radiación natural no se distribuye de manera completamente uniforme y que su variabilidad responde a características propias del entorno físico.

Del mismo modo Villarreyes et al. (2024), identificaron variaciones significativas en los niveles de radiación ambiental entre diferentes bibliotecas universitarias, concluyendo así que factores externos como los materiales de construcción, la geometría de los espacios y la infraestructura pueden influir en la medición de la radiación, aun cuando los valores promedio se mantengan dentro de rangos considerados normales. Los estudios recopilados nos establecen que, aunque exista diferencia significativa entre varias áreas de la radiación máxima ionizante esto no implican necesariamente un aumento del riesgo hacia los estudiantes, sino más bien reflejan que existen particularidades estructurales y ambientales de cada área evaluada que alteran la radiación natural.

Sin embargo, los resultados de la radiación ionizante mínima presentaron comportamientos homogéneos entre las distintas áreas del bloque de agropecuaria, sin diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), lo que sugiere igualdad en las muestras de radiación ambiental durante el período de monitoreo. Este hallazgo es consistente con lo reportado por Cadena (2023), quien determinó que la radiación ambiental evaluada en su estudio se mantenía por debajo de los límites establecidos por normativas nacionales e internacionales, señalando que la mayor parte de la variabilidad observada responde a condiciones de medición y ubicación más que a incrementos reales del riesgo ambiental. Aunque su investigación se enfocó en radiación no ionizante.

Desde una perspectiva de gestión ambiental y prevención, los hallazgos del presente estudio coinciden con lo planteado por Méndez (2024), quien resalta la importancia de la vigilancia continua de la radiación ionizante tanto en el ambiente como en las personas. En este sentido, si bien no se identificaron áreas con niveles elevados de radiación que representen un riesgo inmediato, la presencia de diferencias significativas en los valores máximos justifica la necesidad de mantener programas de monitoreo periódico, especialmente en espacios universitarios con alta concurrencia de población.

Finalmente, las comparaciones con estudios similares, nos afirma que nuestros resultados son consistentes en relación a estudios científicos anteriores, confirmando que los niveles de radiación ionizante ambiental en las 21 áreas del bloque de Agropecuaria se encuentran dentro de rangos normales de radiación natural, ya que la baja variabilidad de datos y la ausencia de valores críticos refuerzan la confiabilidad del estudio y respaldan la conclusión de que no existen riesgos significativos para la salud de los estudiantes ni para el medio ambiente. No obstante, al igual que lo sugieren investigaciones anteriores, futuros estudios podrían profundizar en el análisis de variables adicionales, como la composición de los materiales de construcción o evaluaciones dosimétricas más detalladas, para una comprensión más integral de los factores que influyen en la distribución espacial de la radiación ambiental.

CAPITULO V

5.1. Conclusión

- Finalmente se llegó a la conclusión que los valores obtenidos en el periodo de monitoreo no representan ningún peligro a la salud de los estudiantes o profesores del bloque de agropecuaria de la ULEAM, manteniéndose los valores dentro de rangos bajos, estables y homogéneos.
- El monitoreo permitió tener una base de datos representativa y confiable, evidenciando que los niveles de radiación ionizante se mantuvieron estables a lo largo del tiempo, sin comportamientos bruscos ni atípicos en las 21 áreas evaluadas.
- El análisis de varianza (ANOVA) evidenció diferencias estadísticamente significativas únicamente en los valores de radiación máxima entre algunas áreas, aunque estos valores no representan ningún peligro, son alteraciones sujetas de estudios para deducir que factores contribuyen en sus diferencias.
- Los niveles de radiación ionizante ambiental registrados no superan los valores establecidos por la normativa ambiental, por lo que no se identifican condiciones que representen un riesgo potencial para la comunidad universitaria ni para el entorno ambiental durante el período de estudio.

5.2. Recomendaciones

1. Se recomienda implementar un programa permanente de monitoreo de radiación ionizante ambiental en el bloque de Agropecuaria, con mediciones periódicas en las

mismas áreas evaluadas, a fin de mantener un control continuo de los niveles de radiación y detectar oportunamente posibles variaciones a lo largo del tiempo.

2. Ampliar futuros estudios incorporando un período de monitoreo más prolongado y diferentes épocas del año, lo que permitiría evaluar la influencia de factores climáticos, estacionales y ambientales sobre los niveles de radiación ionizante.
3. Realizar estudios puntuales de como los materiales de construcción, diseño arquitectónico y características estructurales del bloque de Agropecuaria, pueden alterar las mediciones de radiación ambiental, con el fin de identificar factores que expliquen las diferencias estadísticamente significativas observadas en los valores de radiación máxima entre algunas áreas.
4. Finalmente, se sugiere que este tipo de estudios sea replicado en otros bloques y facultades de la universidad, con el fin de contar con una línea base institucional de radiación ionizante ambiental que respalde la toma de decisiones en materia de seguridad y salud ocupacional.

CAPITULO VI

5. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Arismendi-Ramírez, A; Quintero-López, J. L; Pérez-Rendón, A. L & Perea-Moreno, J. E. 2021. Construcción de prototipo de contador Geiger Müller como apoyo dosimétrico en la monitorización de radiaciones ionizantes. *Ciencia y Tecnología*, 26(2): 246. Medellín, Colombia. Disponible en: <https://doi.org/10.22517/23447214.24569>

Baena-Navarro, R; Torres-Hoyos, F; Uc-Rios, C. & Colmenares-Quintero, R. F. 2020. Design and assembly of an IoT-based device to determine the absorbed dose of gamma and UV radiation. *Applied Radiation and Isotopes*, 166: 109359. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2020.109359>

Cadena, C. A. (2023). Mediación de los niveles de radiación electromagnética no ionizante en el barrio San Diego de Bogotá, a partir de un prototipo de dispositivo electrónico detector de RNI. *Repositorio Institucional Universidad Cooperativa de Colombia*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12494/55293>

Castellano Castellano, A. A. 2021. Elaboración de una metodología para la medición del fondo gamma en las fuentes termales del Ecuador. *Tesis de pregrado*. Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Disponible en: <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15043>

Dhami, G. B; Bhatt, M. R; Khadayat, J. y Joshi, B. D. 2020. Comparación del nivel de radiación de fondo en el distrito de Kanchanpur, Nepal. *Revista de la Sociedad Física de Nepal*, 6(2): 34–40. Disponible en: <https://doi.org/10.3126/jnphysoc.v6i2.34854>

Díaz-Alcalá, L.-A. & Cázares-Ramírez, R.-I. 2020. Prototipo de un detector Geiger Müller para su implementación en una estación meteorológica. *Memorias en formato digital*. Documento digital. Ciudad de México, México, Universidad Autónoma Metropolitana.

González, M. M; Poma, A. L; Cuello, N. & Soldados, A. L. 2024. Desarrollo y validación de un procedimiento alternativo para realizar los controles de pureza radioquímica de radiofármacos de ^{99m}Tc con un contador Geiger Müller. *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular*. 43(3):500006. <https://doi.org/10.1016/j.remnm.2024.01.006>

Mendez, C. L. (2024). Sistema de vigilancia epidemiológica para el riesgo por exposición a radiaciones ionizantes en el personal de una empresa de suministro y mantenimiento de equipos de rayos X, en las sedes de Colombia. *Universidad de Antioquia*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/ee465364-a636-4d85-a74a-71a16b14f136/content>

Palacios Proaño, C. E. 2020. Evaluación de la radiación ionizante natural en la cabina de pilotos en vuelos de duración corta y media. *Tesis de pregrado*. Quito, Universidad de Las Américas. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12073>

Perez, Liceth 2021. Construcción de un prototipo de contador Geiger Müller como apoyo dosimétrico en la vigilancia de radiaciones ionizantes. *Scientia et Technica*, 26(2): 246–252. Disponible en: <https://doi.org/10.22517/23447214.24569>

Puerta-Ortiz, J. A., & Morales-Aramburo, J. 2020. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. *Revista Colombiana de Cardiología*. 27(Supl.1):61-71. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2020.01.005>

Villarreyes, E., Torres, R., Tello, V., Villanueva, R., Bonifaz, G., Patiño, G., & Baltuano, O. (s.f.). Monitoreo de radiación de fondo y tasas de dosis en bibliotecas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Lima, Perú. *Revista de Investigación de Física*, 27(3). doi: 10.15381/rif.v27i3.28566

	19																	
	A																	
	20																	

Anexo 3 Estadística descriptiva radiación Maxima

Variable	Repeticione	Media	Desviació	Error
s	s		n estándar	estándar
A1	18	0,1772	0,01873	0,0044
		2		1
A2	18	0,1733	0,0168	0,0039
		3		6
A3	18	0,1705	0,02287	0,0053
		6		9
A4	18	0,1794	0,02127	0,0050
		4		1
A5	18	0,205	0,01465	0,0034
				5
A6	18	0,1972	0,01965	0,0046
		2		3
A7	18	0,1733	0,01414	0,0033
		3		3
A8	18	0,18	0,01847	0,0043
				5

A9	18	0,1933 3	0,02142	0,0050 5
A10	18	0,1883 3	0,02203	0,0051 9
A11	18	0,18	0,0194	0,0045 7
A12	18	0,1905 6	0,02014	0,0047 5
A13	18	0,1972 2	0,03304	0,0077 9
A14	18	0,1783 3	0,02036	0,0048
A15	18	0,1805 6	0,0183	0,0043 1
A16	18	0,1788 9	0,01676	0,0039 5
A17	18	0,1822 2	0,01166	0,0027 5
A18	18	0,1866 7	0,01495	0,0035 2
A19	18	0,1866 7	0,01782	0,0042
A20	18	0,1877	0,02365	0,0055

		8		8
A21	18	0,1916	0,02282	0,0053
		7		8

Anexo 4 Estadística descriptiva radiación Mínima

Variables	Repeticiones	Media	Desviación	Error
			estándar	estándar
A1	18	0,11889	0,01676	0,00395
A2	18	0,11111	0,01676	0,00395
A3	18	0,10944	0,01474	0,00347
A4	18	0,11556	0,01688	0,00398
A5	18	0,11944	0,01211	0,00286
A6	18	0,12889	0,01875	0,00442
A7	18	0,11278	0,01674	0,00394
A8	18	0,11722	0,01841	0,00434
A9	18	0,13222	0,0239	0,00563
A10	18	0,12	0,02	0,00471
A11	18	0,11222	0,02184	0,00515
A12	18	0,11778	0,01665	0,00392
A13	18	0,12	0,02449	0,00577
A14	18	0,12111	0,02471	0,00582
A15	18	0,115	0,02282	0,00538

A16	18	0,11389	0,01787	0,00421
A17	18	0,11444	0,01247	0,00294
A18	18	0,11667	0,01572	0,0037
A19	18	0,11944	0,01305	0,00308
A20	18	0,11611	0,02118	0,00499
A21	18	0,12056	0,01626	0,00383

Anexo 5 Prueba TUKEY radiación máxima

Combinaciones	Diferencia de medias	Error estándar	Valor q	Probabilidad	Significancia	Límite inferior	Límite superior
A2 A1	-0,00389	0,00665	0,8271	1	0	-0,0278	0,02003
A3 A1	-0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,03058	0,01725
A3 A2	-0,00278	0,00665	0,59079	1	0	-0,02669	0,02114
A4 A1	0,00222	0,00665	0,47263	1	0	-0,02169	0,02614
A4 A2	0,00611	0,00665	1,29973	1	0	-0,0178	0,03003
A4 A3	0,00889	0,00665	1,89052	0,99917	0	-0,01503	0,0328
A5 A1	0,02778	0,00665	5,90786	0,00632	1	0,00386	0,05169
A5 A2	0,03167	0,00665	6,73496	5,33E-04	1	0,00775	0,05558
A5 A3	0,03444	0,00665	7,32575	7,42E-05	1	0,01053	0,05836
A5 A4	0,02556	0,00665	5,43523	0,0219	1	0,00164	0,04947
A6 A1	0,02	0,00665	4,25366	0,24902	0	-0,00392	0,04392
A6 A2	0,02389	0,00665	5,08076	0,05064	0	-2,66E-05	0,0478
A6 A3	0,02667	0,00665	5,67155	0,01197	1	0,00275	0,05058
A6 A4	0,01778	0,00665	3,78103	0,47439	0	-0,00614	0,04169

A6 A5	-0,00778	0,00665	1,6542	0,99988	0	-0,03169	0,01614
A7 A1	-0,00389	0,00665	0,8271	1	0	-0,0278	0,02003
A7 A2	2,78E-17	0,00665	5,90E-15	1	0	-0,02392	0,02392
A7 A3	0,00278	0,00665	0,59079	1	0	-0,02114	0,02669
A7 A4	-0,00611	0,00665	1,29973	1	0	-0,03003	0,0178
A7 A5	-0,03167	0,00665	6,73496	5,33E-04	1	-0,05558	-0,00775
A7 A6	-0,02389	0,00665	5,08076	0,05064	0	-0,0478	2,66E-05
A8 A1	0,00278	0,00665	0,59079	1	0	-0,02114	0,02669
A8 A2	0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,01725	0,03058
A8 A3	0,00944	0,00665	2,00867	0,99809	0	-0,01447	0,03336
A8 A4	5,56E-04	0,00665	0,11816	1	0	-0,02336	0,02447
A8 A5	-0,025	0,00665	5,31707	0,02923	1	-0,04892	-0,00108
A8 A6	-0,01722	0,00665	3,66287	0,53901	0	-0,04114	0,00669
A8 A7	0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,01725	0,03058
A9 A1	0,01611	0,00665	3,42656	0,66793	0	-0,0078	0,04003
A9 A2	0,02	0,00665	4,25366	0,24902	0	-0,00392	0,04392
A9 A3	0,02278	0,00665	4,84445	0,08432	0	-0,00114	0,04669
A9 A4	0,01389	0,00665	2,95393	0,87705	0	-0,01003	0,0378
A9 A5	-0,01167	0,00665	2,4813	0,9757	0	-0,03558	0,01225
A9 A6	-0,00389	0,00665	0,8271	1	0	-0,0278	0,02003
A9 A7	0,02	0,00665	4,25366	0,24902	0	-0,00392	0,04392
A9 A8	0,01333	0,00665	2,83577	0,91221	0	-0,01058	0,03725
A10 A1	0,01111	0,00665	2,36314	0,98577	0	-0,0128	0,03503
A10 A2	0,015	0,00665	3,19024	0,78457	0	-0,00892	0,03892
A10 A3	0,01778	0,00665	3,78103	0,47439	0	-0,00614	0,04169

A10 A4	0,00889	0,00665	1,89052	0,99917	0	-0,01503	0,0328
A10 A5	-0,01667	0,00665	3,54472	0,60412	0	-0,04058	0,00725
A10 A6	-0,00889	0,00665	1,89052	0,99917	0	-0,0328	0,01503
A10 A7	0,015	0,00665	3,19024	0,78457	0	-0,00892	0,03892
A10 A8	0,00833	0,00665	1,77236	0,99967	0	-0,01558	0,03225
A10 A9	-0,005	0,00665	1,06341	1	0	-0,02892	0,01892
A11 A1	0,00278	0,00665	0,59079	1	0	-0,02114	0,02669
A11 A2	0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,01725	0,03058
A11 A3	0,00944	0,00665	2,00867	0,99809	0	-0,01447	0,03336
A11 A4	5,56E-04	0,00665	0,11816	1	0	-0,02336	0,02447
A11 A5	-0,025	0,00665	5,31707	0,02923	1	-0,04892	-0,00108
A11 A6	-0,01722	0,00665	3,66287	0,53901	0	-0,04114	0,00669
A11 A7	0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,01725	0,03058
A11 A8	2,78E-17	0,00665	5,90E-15	1	0	-0,02392	0,02392
A11 A9	-0,01333	0,00665	2,83577	0,91221	0	-0,03725	0,01058
A11 A10	-0,00833	0,00665	1,77236	0,99967	0	-0,03225	0,01558
A12 A1	0,01333	0,00665	2,83577	0,91221	0	-0,01058	0,03725
A12 A2	0,01722	0,00665	3,66287	0,53901	0	-0,00669	0,04114
A12 A3	0,02	0,00665	4,25366	0,24902	0	-0,00392	0,04392
A12 A4	0,01111	0,00665	2,36314	0,98577	0	-0,0128	0,03503
A12 A5	-0,01444	0,00665	3,07209	0,83436	0	-0,03836	0,00947
A12 A6	-0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,03058	0,01725
A12 A7	0,01722	0,00665	3,66287	0,53901	0	-0,00669	0,04114
A12 A8	0,01056	0,00665	2,24499	0,99217	0	-0,01336	0,03447
A12 A9	-0,00278	0,00665	0,59079	1	0	-0,02669	0,02114

A12 A10	0,00222	0,00665	0,47263	1	0	-0,02169	0,02614
A12 A11	0,01056	0,00665	2,24499	0,99217	0	-0,01336	0,03447
A13 A1	0,02	0,00665	4,25366	0,24902	0	-0,00392	0,04392
A13 A2	0,02389	0,00665	5,08076	0,05064	0	-2,66E-05	0,0478
A13 A3	0,02667	0,00665	5,67155	0,01197	1	0,00275	0,05058
A13 A4	0,01778	0,00665	3,78103	0,47439	0	-0,00614	0,04169
A13 A5	-0,00778	0,00665	1,6542	0,99988	0	-0,03169	0,01614
A13 A6	2,78E-17	0,00665	5,90E-15	1	0	-0,02392	0,02392
A13 A7	0,02389	0,00665	5,08076	0,05064	0	-2,66E-05	0,0478
A13 A8	0,01722	0,00665	3,66287	0,53901	0	-0,00669	0,04114
A13 A9	0,00389	0,00665	0,8271	1	0	-0,02003	0,0278
A13 A10	0,00889	0,00665	1,89052	0,99917	0	-0,01503	0,0328
A13 A11	0,01722	0,00665	3,66287	0,53901	0	-0,00669	0,04114
A13 A12	0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,01725	0,03058
A14 A1	0,00111	0,00665	0,23631	1	0	-0,0228	0,02503
A14 A2	0,005	0,00665	1,06341	1	0	-0,01892	0,02892
A14 A3	0,00778	0,00665	1,6542	0,99988	0	-0,01614	0,03169
A14 A4	-0,00111	0,00665	0,23631	1	0	-0,02503	0,0228
A14 A5	-0,02667	0,00665	5,67155	0,01197	1	-0,05058	-0,00275
A14 A6	-0,01889	0,00665	4,01735	0,35285	0	-0,0428	0,00503
A14 A7	0,005	0,00665	1,06341	1	0	-0,01892	0,02892
A14 A8	-0,00167	0,00665	0,35447	1	0	-0,02558	0,02225
A14 A9	-0,015	0,00665	3,19024	0,78457	0	-0,03892	0,00892
A14 A10	-0,01	0,00665	2,12683	0,99598	0	-0,03392	0,01392
A14 A11	-0,00167	0,00665	0,35447	1	0	-0,02558	0,02225

A14 A12	-0,01222	0,00665	2,59946	0,9608	0	-0,03614	0,01169
A14 A13	-0,01889	0,00665	4,01735	0,35285	0	-0,0428	0,00503
A15 A1	0,00333	0,00665	0,70894	1	0	-0,02058	0,02725
A15 A2	0,00722	0,00665	1,53604	0,99996	0	-0,01669	0,03114
A15 A3	0,01	0,00665	2,12683	0,99598	0	-0,01392	0,03392
A15 A4	0,00111	0,00665	0,23631	1	0	-0,0228	0,02503
A15 A5	-0,02444	0,00665	5,19892	0,03866	1	-0,04836	-5,29E-04
A15 A6	-0,01667	0,00665	3,54472	0,60412	0	-0,04058	0,00725
A15 A7	0,00722	0,00665	1,53604	0,99996	0	-0,01669	0,03114
A15 A8	5,56E-04	0,00665	0,11816	1	0	-0,02336	0,02447
A15 A9	-0,01278	0,00665	2,71762	0,93994	0	-0,03669	0,01114
A15 A10	-0,00778	0,00665	1,6542	0,99988	0	-0,03169	0,01614
A15 A11	5,56E-04	0,00665	0,11816	1	0	-0,02336	0,02447
A15 A12	-0,01	0,00665	2,12683	0,99598	0	-0,03392	0,01392
A15 A13	-0,01667	0,00665	3,54472	0,60412	0	-0,04058	0,00725
A15 A14	0,00222	0,00665	0,47263	1	0	-0,02169	0,02614
A16 A1	0,00167	0,00665	0,35447	1	0	-0,02225	0,02558
A16 A2	0,00556	0,00665	1,18157	1	0	-0,01836	0,02947
A16 A3	0,00833	0,00665	1,77236	0,99967	0	-0,01558	0,03225
A16 A4	-5,56E-04	0,00665	0,11816	1	0	-0,02447	0,02336
A16 A5	-0,02611	0,00665	5,55339	0,01626	1	-0,05003	-0,0022
A16 A6	-0,01833	0,00665	3,89919	0,41188	0	-0,04225	0,00558
A16 A7	0,00556	0,00665	1,18157	1	0	-0,01836	0,02947
A16 A8	-0,00111	0,00665	0,23631	1	0	-0,02503	0,0228
A16 A9	-0,01444	0,00665	3,07209	0,83436	0	-0,03836	0,00947

A16 A10	-0,00944	0,00665	2,00867	0,99809	0	-0,03336	0,01447
A16 A11	-0,00111	0,00665	0,23631	1	0	-0,02503	0,0228
A16 A12	-0,01167	0,00665	2,4813	0,9757	0	-0,03558	0,01225
A16 A13	-0,01833	0,00665	3,89919	0,41188	0	-0,04225	0,00558
A16 A14	5,56E-04	0,00665	0,11816	1	0	-0,02336	0,02447
A16 A15	-0,00167	0,00665	0,35447	1	0	-0,02558	0,02225
A17 A1	0,005	0,00665	1,06341	1	0	-0,01892	0,02892
A17 A2	0,00889	0,00665	1,89052	0,99917	0	-0,01503	0,0328
A17 A3	0,01167	0,00665	2,4813	0,9757	0	-0,01225	0,03558
A17 A4	0,00278	0,00665	0,59079	1	0	-0,02114	0,02669
A17 A5	-0,02278	0,00665	4,84445	0,08432	0	-0,04669	0,00114
A17 A6	-0,015	0,00665	3,19024	0,78457	0	-0,03892	0,00892
A17 A7	0,00889	0,00665	1,89052	0,99917	0	-0,01503	0,0328
A17 A8	0,00222	0,00665	0,47263	1	0	-0,02169	0,02614
A17 A9	-0,01111	0,00665	2,36314	0,98577	0	-0,03503	0,0128
A17 A10	-0,00611	0,00665	1,29973	1	0	-0,03003	0,0178
A17 A11	0,00222	0,00665	0,47263	1	0	-0,02169	0,02614
A17 A12	-0,00833	0,00665	1,77236	0,99967	0	-0,03225	0,01558
A17 A13	-0,015	0,00665	3,19024	0,78457	0	-0,03892	0,00892
A17 A14	0,00389	0,00665	0,8271	1	0	-0,02003	0,0278
A17 A15	0,00167	0,00665	0,35447	1	0	-0,02225	0,02558
A17 A16	0,00333	0,00665	0,70894	1	0	-0,02058	0,02725
A18 A1	0,00944	0,00665	2,00867	0,99809	0	-0,01447	0,03336
A18 A2	0,01333	0,00665	2,83577	0,91221	0	-0,01058	0,03725
A18 A3	0,01611	0,00665	3,42656	0,66793	0	-0,0078	0,04003

A18 A4	0,00722	0,00665	1,53604	0,99996	0	-0,01669	0,03114
A18 A5	-0,01833	0,00665	3,89919	0,41188	0	-0,04225	0,00558
A18 A6	-0,01056	0,00665	2,24499	0,99217	0	-0,03447	0,01336
A18 A7	0,01333	0,00665	2,83577	0,91221	0	-0,01058	0,03725
A18 A8	0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,01725	0,03058
A18 A9	-0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,03058	0,01725
A18 A10	-0,00167	0,00665	0,35447	1	0	-0,02558	0,02225
A18 A11	0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,01725	0,03058
A18 A12	-0,00389	0,00665	0,8271	1	0	-0,0278	0,02003
A18 A13	-0,01056	0,00665	2,24499	0,99217	0	-0,03447	0,01336
A18 A14	0,00833	0,00665	1,77236	0,99967	0	-0,01558	0,03225
A18 A15	0,00611	0,00665	1,29973	1	0	-0,0178	0,03003
A18 A16	0,00778	0,00665	1,6542	0,99988	0	-0,01614	0,03169
A18 A17	0,00444	0,00665	0,94526	1	0	-0,01947	0,02836
A19 A1	0,00944	0,00665	2,00867	0,99809	0	-0,01447	0,03336
A19 A2	0,01333	0,00665	2,83577	0,91221	0	-0,01058	0,03725
A19 A3	0,01611	0,00665	3,42656	0,66793	0	-0,0078	0,04003
A19 A4	0,00722	0,00665	1,53604	0,99996	0	-0,01669	0,03114
A19 A5	-0,01833	0,00665	3,89919	0,41188	0	-0,04225	0,00558
A19 A6	-0,01056	0,00665	2,24499	0,99217	0	-0,03447	0,01336
A19 A7	0,01333	0,00665	2,83577	0,91221	0	-0,01058	0,03725
A19 A8	0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,01725	0,03058
A19 A9	-0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,03058	0,01725
A19 A10	-0,00167	0,00665	0,35447	1	0	-0,02558	0,02225
A19 A11	0,00667	0,00665	1,41789	0,99999	0	-0,01725	0,03058

A19 A12	-0,00389	0,00665	0,8271	1	0	-0,0278	0,02003
A19 A13	-0,01056	0,00665	2,24499	0,99217	0	-0,03447	0,01336
A19 A14	0,00833	0,00665	1,77236	0,99967	0	-0,01558	0,03225
A19 A15	0,00611	0,00665	1,29973	1	0	-0,0178	0,03003
A19 A16	0,00778	0,00665	1,6542	0,99988	0	-0,01614	0,03169
A19 A17	0,00444	0,00665	0,94526	1	0	-0,01947	0,02836
A19 A18	-2,78E-17	0,00665	5,90E-15	1	0	-0,02392	0,02392
A20 A1	0,01056	0,00665	2,24499	0,99217	0	-0,01336	0,03447
A20 A2	0,01444	0,00665	3,07209	0,83436	0	-0,00947	0,03836
A20 A3	0,01722	0,00665	3,66287	0,53901	0	-0,00669	0,04114
A20 A4	0,00833	0,00665	1,77236	0,99967	0	-0,01558	0,03225
A20 A5	-0,01722	0,00665	3,66287	0,53901	0	-0,04114	0,00669
A20 A6	-0,00944	0,00665	2,00867	0,99809	0	-0,03336	0,01447
A20 A7	0,01444	0,00665	3,07209	0,83436	0	-0,00947	0,03836
A20 A8	0,00778	0,00665	1,6542	0,99988	0	-0,01614	0,03169
A20 A9	-0,00556	0,00665	1,18157	1	0	-0,02947	0,01836
A20 A10	-5,56E-04	0,00665	0,11816	1	0	-0,02447	0,02336
A20 A11	0,00778	0,00665	1,6542	0,99988	0	-0,01614	0,03169
A20 A12	-0,00278	0,00665	0,59079	1	0	-0,02669	0,02114
A20 A13	-0,00944	0,00665	2,00867	0,99809	0	-0,03336	0,01447
A20 A14	0,00944	0,00665	2,00867	0,99809	0	-0,01447	0,03336
A20 A15	0,00722	0,00665	1,53604	0,99996	0	-0,01669	0,03114
A20 A16	0,00889	0,00665	1,89052	0,99917	0	-0,01503	0,0328
A20 A17	0,00556	0,00665	1,18157	1	0	-0,01836	0,02947
A20 A18	0,00111	0,00665	0,23631	1	0	-0,0228	0,02503

A20 A19	0,00111	0,00665	0,23631	1	0	-0,0228	0,02503
A21 A1	0,01444	0,00665	3,07209	0,83436	0	-0,00947	0,03836
A21 A2	0,01833	0,00665	3,89919	0,41188	0	-0,00558	0,04225
A21 A3	0,02111	0,00665	4,48997	0,16719	0	-0,0028	0,04503
A21 A4	0,01222	0,00665	2,59946	0,9608	0	-0,01169	0,03614
A21 A5	-0,01333	0,00665	2,83577	0,91221	0	-0,03725	0,01058
A21 A6	-0,00556	0,00665	1,18157	1	0	-0,02947	0,01836
A21 A7	0,01833	0,00665	3,89919	0,41188	0	-0,00558	0,04225
A21 A8	0,01167	0,00665	2,4813	0,9757	0	-0,01225	0,03558
A21 A9	-0,00167	0,00665	0,35447	1	0	-0,02558	0,02225
A21 A10	0,00333	0,00665	0,70894	1	0	-0,02058	0,02725
A21 A11	0,01167	0,00665	2,4813	0,9757	0	-0,01225	0,03558
A21 A12	0,00111	0,00665	0,23631	1	0	-0,0228	0,02503
A21 A13	-0,00556	0,00665	1,18157	1	0	-0,02947	0,01836
A21 A14	0,01333	0,00665	2,83577	0,91221	0	-0,01058	0,03725
A21 A15	0,01111	0,00665	2,36314	0,98577	0	-0,0128	0,03503
A21 A16	0,01278	0,00665	2,71762	0,93994	0	-0,01114	0,03669
A21 A17	0,00944	0,00665	2,00867	0,99809	0	-0,01447	0,03336
A21 A18	0,005	0,00665	1,06341	1	0	-0,01892	0,02892
A21 A19	0,005	0,00665	1,06341	1	0	-0,01892	0,02892
A21 A20	0,00389	0,00665	0,8271	1	0	-0,02003	0,0278

Anexo 6 Prueba TUKEY radiación mínima

Combinaciones	Diferencia	Error	Valor q	Probabilidad	Significancia	Límite	Límite
---------------	------------	-------	---------	--------------	---------------	--------	--------

	de medias	estándar				inferior	superior
A2 A1	-0,00778	0,00619	1,77676	0,99966	0	-0,03004	0,01449
A3 A1	-0,00944	0,00619	2,15749	0,99519	0	-0,03171	0,01282
A3 A2	-0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,02393	0,0206
A4 A1	-0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,0256	0,01893
A4 A2	0,00444	0,00619	1,01529	1	0	-0,01782	0,02671
A4 A3	0,00611	0,00619	1,39602	0,99999	0	-0,01615	0,02838
A5 A1	5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02171	0,02282
A5 A2	0,00833	0,00619	1,90367	0,99908	0	-0,01393	0,0306
A5 A3	0,01	0,00619	2,2844	0,99037	0	-0,01227	0,03227
A5 A4	0,00389	0,00619	0,88838	1	0	-0,01838	0,02615
A6 A1	0,01	0,00619	2,2844	0,99037	0	-0,01227	0,03227
A6 A2	0,01778	0,00619	4,06116	0,33206	0	-4,49E-03	0,04004
A6 A3	0,01944	0,00619	4,44189	0,18202	0	-0,00282	0,04171
A6 A4	0,01333	0,00619	3,04587	0,84447	0	-0,00893	0,0356
A6 A5	0,00944	0,00619	2,15749	0,99519	0	-0,01282	0,03171
A7 A1	-0,00611	0,00619	1,39602	0,99999	0	-0,02838	0,01615
A7 A2	0,00167	6,19E-03	0,38073	1,00E+00	0	-0,0206	0,02393
A7 A3	0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,01893	0,0256
A7 A4	-0,00278	0,00619	0,63456	1	0	-0,02504	0,01949
A7 A5	-0,00667	0,00619	1,52294	0,99997	0	-0,02893	0,0156
A7 A6	-0,01611	0,00619	3,68043	0,52934	0	-0,03838	6,15E-03
A8 A1	-0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,02393	0,0206
A8 A2	0,00611	0,00619	1,39602	0,99999	0	-0,01615	0,02838
A8 A3	0,00778	0,00619	1,77676	0,99966	0	-0,01449	0,03004

A8 A4	0,00167	6,19E-03	0,38073	1	0	-0,0206	0,02393
A8 A5	-0,00222	0,00619	0,50765	1	0	-0,02449	0,02004
A8 A6	-0,01167	0,00619	2,66514	0,95	0	-0,03393	0,0106
A8 A7	0,00444	0,00619	1,01529	1	0	-0,01782	0,02671
A9 A1	0,01333	0,00619	3,04587	0,84447	0	-0,00893	0,0356
A9 A2	0,02111	0,00619	4,82263	0,0882	0	-0,00115	0,04338
A9 A3	0,02278	0,00619	5,20336	0,03826	1	5,12E-04	0,04504
A9 A4	0,01667	0,00619	3,80734	0,46024	0	-0,0056	0,03893
A9 A5	0,01278	0,00619	2,91896	0,88825	0	-0,00949	0,03504
A9 A6	0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,01893	0,0256
A9 A7	0,01944	0,00619	4,44189	0,18202	0	-0,00282	0,04171
A9 A8	0,015	0,00619	3,4266	0,66791	0	-0,00727	0,03727
A10 A1	0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02115	0,02338
A10 A2	0,00889	0,00619	2,03058	0,99779	0	-0,01338	0,03115
A10 A3	0,01056	0,00619	2,41131	0,98217	0	-0,01171	0,03282
A10 A4	0,00444	0,00619	1,01529	1	0	-0,01782	0,02671
A10 A5	5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02171	0,02282
A10 A6	-0,00889	0,00619	2,03058	0,99779	0	-0,03115	0,01338
A10 A7	0,00722	0,00619	1,64985	0,99989	0	-0,01504	0,02949
A10 A8	0,00278	0,00619	0,63456	1	0	-0,01949	0,02504
A10 A9	-0,01222	0,00619	2,79205	0,92332	0	-0,03449	0,01004
A11 A1	-0,00667	0,00619	1,52294	0,99997	0	-0,02893	0,0156
A11 A2	0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02115	0,02338
A11 A3	0,00278	0,00619	0,63456	1	0	-0,01949	0,02504
A11 A4	-0,00333	6,19E-03	0,76147	1	0	-0,0256	0,01893

A11 A5	-0,00722	0,00619	1,64985	0,99989	0	-0,02949	0,01504
A11 A6	-0,01667	0,00619	3,80734	0,46024	0	-0,03893	0,0056
A11 A7	-5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02282	0,02171
A11 A8	-0,005	6,19E-03	1,1422	1,00E+00	0	-0,02727	0,01727
A11 A9	-0,02	0,00619	4,56881	0,14485	0	-0,04227	0,00227
A11 A10	-0,00778	0,00619	1,77676	0,99966	0	-0,03004	0,01449
A12 A1	-0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02338	0,02115
A12 A2	0,00667	0,00619	1,52294	0,99997	0	-0,0156	0,02893
A12 A3	0,00833	0,00619	1,90367	0,99908	0	-0,01393	0,0306
A12 A4	0,00222	0,00619	0,50765	1	0	-0,02004	0,02449
A12 A5	-0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,02393	0,0206
A12 A6	-0,01111	0,00619	2,53823	0,96919	0	-0,03338	0,01115
A12 A7	0,005	0,00619	1,1422	1	0	-0,01727	0,02727
A12 A8	5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02171	0,02282
A12 A9	-0,01444	0,00619	3,29969	0,73294	0	-0,03671	0,00782
A12 A10	-0,00222	0,00619	0,50765	1	0	-0,02449	0,02004
A12 A11	0,00556	0,00619	1,26911	1	0	-0,01671	0,02782
A13 A1	0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02115	0,02338
A13 A2	0,00889	0,00619	2,03058	0,99779	0	-1,34E-02	0,03115
A13 A3	0,01056	0,00619	2,41131	0,98217	0	-0,01171	0,03282
A13 A4	0,00444	0,00619	1,01529	1	0	-0,01782	0,02671
A13 A5	5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02171	0,02282
A13 A6	-0,00889	6,19E-03	2,03058	9,98E-01	0	-0,03115	0,01338
A13 A7	0,00722	0,00619	1,64985	0,99989	0	-1,50E-02	0,02949
A13 A8	0,00278	0,00619	0,63456	1	0	-0,01949	0,02504

A13 A9	-0,01222	0,00619	2,79205	0,92332	0	-0,03449	0,01004
A13 A10	0	0,00619	0	1	0	-0,02227	0,02227
A13 A11	0,00778	0,00619	1,77676	0,99966	0	-0,01449	0,03004
A13 A12	0,00222	0,00619	0,50765	1	0	-0,02004	0,02449
A14 A1	0,00222	0,00619	0,50765	1	0	-0,02004	0,02449
A14 A2	0,01	0,00619	2,2844	0,99037	0	-0,01227	0,03227
A14 A3	0,01167	0,00619	2,66514	0,95	0	-0,0106	0,03393
A14 A4	0,00556	0,00619	1,26911	1	0	-0,01671	0,02782
A14 A5	0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,0206	0,02393
A14 A6	-0,00778	0,00619	1,77676	0,99966	0	-0,03004	0,01449
A14 A7	0,00833	0,00619	1,90367	0,99908	0	-0,01393	0,0306
A14 A8	0,00389	0,00619	0,88838	1	0	-0,01838	0,02615
A14 A9	-0,01111	0,00619	2,53823	0,96919	0	-0,03338	0,01115
A14 A10	0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02115	0,02338
A14 A11	0,00889	0,00619	2,03058	0,99779	0	-0,01338	0,03115
A14 A12	0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,01893	0,0256
A14 A13	0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02115	0,02338
A15 A1	-0,00389	0,00619	0,88838	1	0	-0,02615	0,01838
A15 A2	0,00389	0,00619	0,88838	1	0	-0,01838	0,02615
A15 A3	0,00556	0,00619	1,26911	1	0	-0,01671	0,02782
A15 A4	-5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02282	0,02171
A15 A5	-0,00444	0,00619	1,01529	1	0	-0,02671	1,78E-02
A15 A6	-0,01389	0,00619	3,17278	0,79235	0	-0,03615	0,00838
A15 A7	0,00222	0,00619	0,50765	1	0	-0,02004	0,02449
A15 A8	-0,00222	6,19E-03	0,50765	1	0	-0,02449	0,02004

A15 A9	-0,01722	0,00619	3,93425	0,39395	0	-0,03949	0,00504
A15 A10	-0,005	0,00619	1,1422	1	0	-0,02727	0,01727
A15 A11	0,00278	6,19E-03	0,63456	1	0	-0,01949	0,02504
A15 A12	-0,00278	0,00619	0,63456	1	0	-0,02504	0,01949
A15 A13	-0,005	0,00619	1,1422	1	0	-0,02727	0,01727
A15 A14	-0,00611	0,00619	1,39602	0,99999	0	-0,02838	0,01615
A16 A1	-0,005	0,00619	1,1422	1	0	-0,02727	0,01727
A16 A2	0,00278	0,00619	0,63456	1	0	-0,01949	0,02504
A16 A3	0,00444	0,00619	1,01529	1	0	-0,01782	0,02671
A16 A4	-0,00167	6,19E-03	0,38073	1	0	-0,02393	0,0206
A16 A5	-0,00556	0,00619	1,26911	1	0	-0,02782	0,01671
A16 A6	-0,015	0,00619	3,4266	0,66791	0	-0,03727	0,00727
A16 A7	0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02115	0,02338
A16 A8	-0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,0256	0,01893
A16 A9	-0,01833	0,00619	4,18807	0,27572	0	-0,0406	0,00393
A16 A10	-0,00611	0,00619	1,39602	0,99999	0	-0,02838	0,01615
A16 A11	0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,0206	0,02393
A16 A12	-0,00389	0,00619	0,88838	1	0	-0,02615	0,01838
A16 A13	-0,00611	0,00619	1,39602	0,99999	0	-0,02838	0,01615
A16 A14	-0,00722	6,19E-03	1,64985	0,99989	0	-0,02949	0,01504
A16 A15	-0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02338	0,02115
A17 A1	-0,00444	0,00619	1,01529	1	0	-0,02671	0,01782
A17 A2	0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,01893	0,0256
A17 A3	0,005	0,00619	1,1422	1	0	-0,01727	0,02727
A17 A4	-0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02338	0,02115

A17 A5	-0,005	0,00619	1,1422	1	0	-0,02727	0,01727
A17 A6	-0,01444	0,00619	3,29969	0,73294	0	-0,03671	0,00782
A17 A7	0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,0206	0,02393
A17 A8	-0,00278	0,00619	0,63456	1	0	-0,02504	0,01949
A17 A9	-0,01778	0,00619	4,06116	0,33206	0	-0,04004	0,00449
A17 A10	-0,00556	0,00619	1,26911	1	0	-0,02782	0,01671
A17 A11	0,00222	0,00619	0,50765	1	0	-0,02004	0,02449
A17 A12	-0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,0256	0,01893
A17 A13	-0,00556	0,00619	1,26911	1	0	-0,02782	0,01671
A17 A14	-0,00667	0,00619	1,52294	0,99997	0	-0,02893	0,0156
A17 A15	-5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02282	0,02171
A17 A16	5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02171	0,02282
A18 A1	-0,00222	0,00619	0,50765	1	0	-0,02449	0,02004
A18 A2	0,00556	0,00619	1,26911	1	0	-0,01671	0,02782
A18 A3	0,00722	0,00619	1,64985	0,99989	0	-0,01504	0,02949
A18 A4	0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02115	0,02338
A18 A5	-0,00278	0,00619	0,63456	1	0	-0,02504	0,01949
A18 A6	-0,01222	0,00619	2,79205	0,92332	0	-0,03449	0,01004
A18 A7	0,00389	0,00619	0,88838	1	0	-0,01838	0,02615
A18 A8	-5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02282	0,02171
A18 A9	-0,01556	0,00619	3,55352	0,59929	0	-0,03782	0,00671
A18 A10	-0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,0256	0,01893
A18 A11	0,00444	0,00619	1,01529	1	0	-0,01782	0,02671
A18 A12	-0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02338	0,02115
A18 A13	-0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,0256	0,01893

A18 A14	-0,00444	0,00619	1,01529	1	0	-0,02671	0,01782
A18 A15	0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,0206	0,02393
A18 A16	0,00278	0,00619	0,63456	1	0	-0,01949	0,02504
A18 A17	0,00222	0,00619	0,50765	1	0	-0,02004	0,02449
A19 A1	5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02171	0,02282
A19 A2	0,00833	0,00619	1,90367	0,99908	0	-0,01393	0,0306
A19 A3	0,01	0,00619	2,2844	0,99037	0	-0,01227	0,03227
A19 A4	0,00389	0,00619	0,88838	1	0	-0,01838	0,02615
A19 A5	-2,78E-17	0,00619	6,34E-15	1	0	-0,02227	0,02227
A19 A6	-0,00944	0,00619	2,15749	0,99519	0	-0,03171	0,01282
A19 A7	0,00667	0,00619	1,52294	0,99997	0	-0,0156	0,02893
A19 A8	0,00222	0,00619	0,50765	1	0	-0,02004	0,02449
A19 A9	-0,01278	0,00619	2,91896	0,88825	0	-0,03504	0,00949
A19 A10	-5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02282	0,02171
A19 A11	0,00722	0,00619	1,64985	0,99989	0	-0,01504	0,02949
A19 A12	0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,0206	0,02393
A19 A13	-5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02282	0,02171
A19 A14	-0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,02393	0,0206
A19 A15	0,00444	0,00619	1,01529	1	0	-0,01782	0,02671
A19 A16	0,00556	0,00619	1,26911	1	0	-0,01671	0,02782
A19 A17	0,005	0,00619	1,1422	1	0	-0,01727	0,02727
A19 A18	0,00278	6,19E-03	0,63456	1,00E+00	0	-0,01949	0,02504
A20 A1	-0,00278	0,00619	0,63456	1	0	-0,02504	0,01949
A20 A2	0,005	0,00619	1,1422	1	0	-0,01727	0,02727
A20 A3	0,00667	0,00619	1,52294	0,99997	0	-0,0156	0,02893

A20 A4	5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02171	0,02282
A20 A5	-0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,0256	0,01893
A20 A6	-0,01278	0,00619	2,91896	0,88825	0	-0,03504	0,00949
A20 A7	0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,01893	0,0256
A20 A8	-0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02338	0,02115
A20 A9	-0,01611	0,00619	3,68043	0,52934	0	-0,03838	0,00615
A20 A10	-0,00389	6,19E-03	0,88838	1	0	-0,02615	0,01838
A20 A11	0,00389	0,00619	0,88838	1	0	-0,01838	0,02615
A20 A12	-0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,02393	0,0206
A20 A13	-0,00389	0,00619	0,88838	1	0	-0,02615	0,01838
A20 A14	-0,005	0,00619	1,1422	1	0	-0,02727	0,01727
A20 A15	0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02115	0,02338
A20 A16	0,00222	0,00619	0,50765	1	0	-0,02004	0,02449
A20 A17	0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,0206	0,02393
A20 A18	-5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02282	0,02171
A20 A19	-0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,0256	0,01893
A21 A1	0,00167	0,00619	0,38073	1	0	-0,0206	0,02393
A21 A2	0,00944	0,00619	2,15749	0,99519	0	-0,01282	0,03171
A21 A3	0,01111	0,00619	2,53823	0,96919	0	-0,01115	0,03338
A21 A4	0,005	0,00619	1,1422	1	0	-0,01727	0,02727
A21 A5	0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02115	0,02338
A21 A6	-0,00833	0,00619	1,90367	0,99908	0	-0,0306	0,01393
A21 A7	0,00778	0,00619	1,77676	0,99966	0	-0,01449	0,03004
A21 A8	0,00333	0,00619	0,76147	1	0	-0,01893	0,0256
A21 A9	-0,01167	0,00619	2,66514	0,95	0	-0,03393	0,0106

A21 A10	5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02171	0,02282
A21 A11	0,00833	0,00619	1,90367	0,99908	0	-0,01393	0,0306
A21 A12	0,00278	0,00619	0,63456	1	0	-0,01949	0,02504
A21 A13	5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02171	0,02282
A21 A14	-5,56E-04	0,00619	0,12691	1	0	-0,02282	0,02171
A21 A15	0,00556	0,00619	1,26911	1	0	-0,01671	0,02782
A21 A16	0,00667	0,00619	1,52294	0,99997	0	-0,0156	0,02893
A21 A17	0,00611	0,00619	1,39602	0,99999	0	-0,01615	0,02838
A21 A18	0,00389	0,00619	0,88838	1	0	-0,01838	0,02615
A21 A19	0,00111	0,00619	0,25382	1	0	-0,02115	0,02338
A21 A20	0,00444	0,00619	1,01529	1	0	-0,01782	0,02671