



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES SÓLIDOS
SEDIMENTABLES PARA EL PERIODO MAYO - JUNIO 2017
EN EL ENTORNO DE LA UPN Y SU RELACIÓN CON LAS
NORMAS DE LA OMS”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco

Asesor:

Mg. Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero

Cajamarca - Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Mg. Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Calua Carrasco, Carlos Elder Rudecindo

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES PARA EL PERIODO MAYO – JUNIO 2017 EN EL ENTORNO DE LA UPN Y SU RELACIÓN CON LAS NORMA DE LA OMS” para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Mg. Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco para aspirar al título profesional con la tesis denominada: “CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTABLES PARA EL PERIODO MAYO – JUNIO 2017 EN EL ENTORNO DE LA UPN Y SU RELACIÓN CON LAS NORMAS DE LA OMS”

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Jurado
Presidente

Mg. Ing. Martha Huamán Tanta
Jurado

Mg. Ing. Gabriel Cachi Cerna
Jurado

DEDICATORIA

A DIOS:

Por protegerme y cuidarme día a día y por guiarme por el buen camino dándome fuerzas para seguir adelante en mis metas y no caer en el intento,

A MIS PADRES: ESTANISLAO CALUA Y GRACIELA CARRASCO

Por su apoyo incondicional, amor, consejos y ayuda en todo momento y por apoyarme en mis estudios haciendo posible que estudie en una buena universidad.

A MI HERMANO: GUSTAVO CALUA

Por darme ánimos en cada momento para poder lograr mi objetivos y por estar a mi lado siempre.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis se realizó primeramente gracias a Dios por permitirme culminar una de mis grandes metas.

A la UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, Facultad de Ingeniería – Carrera de Ingeniería Civil, por darme la oportunidad de formarme como un gran profesional.

Al director de carrera Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga por apoyarme con sus conocimientos en la revisión de esta tesis.

A mi asesor de tesis. Mg. Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero por sus conocimientos y experiencia y enseñanzas para el desarrollo de la presente tesis.

Tabla de contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad Problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	27
1.3. Objetivos.....	27
1.4. Hipótesis.....	28
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	29
2.1. Tipo de Investigación.....	29
2.2. Población y muestra.....	29
2.3. Materiales, instrumentos y métodos.....	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
2.5. Procedimiento.....	34
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	44
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	48
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición de escalas para la realización de monitoreo ambientales.....	16
Tabla 2. Relación entre objetivos de monitoreo y escalas espaciales de representatividad.....	17
Tabla 3. Parámetros que se monitorean para evaluar la calidad del aire.....	18
Tabla 4. Contaminantes que se monitorean en función a las principales fuentes de emisión.....	19
Tabla 5. Ventajas y desventajas de las diferentes técnicas de monitoreo de la calidad del aire.....	25
Tabla 6. Técnicas e instrumentos.....	34
Tabla 7. Coordenadas de Estaciones de monitoreo	35
Tabla 8. Análisis de datos para mayo 2017.....	38
Tabla 9. Cantidad de estaciones de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Mayo 2017.....	39
Tabla 10. Análisis de datos para porcentaje excedente según Norma OMS para Mayo 2017.....	40
Tabla 11. Análisis de datos para Junio 2017.....	41
Tabla 12. Cantidad de estaciones de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Junio 2017.....	42
Tabla 13. Análisis de datos para porcentaje excedente según Norma OMS para Junio 2017.....	43
Tabla 14. CSS para mayo 2017 expresado en Tn/Km ² /30 días	44
Tabla 15. Cantidad de estaciones de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Mayo 2017.....	45
Tabla 16. Análisis de datos para porcentaje excedente según Norma OMS para Mayo 2017.....	45
Tabla 17. CSS para junio 2017 expresado en Tn/Km ² /30 días.....	46
Tabla 18. Cantidad de estaciones de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Junio 2017.....	47
Tabla 19. Análisis de datos para porcentaje excedente según Norma OMS para Junio 2017	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Balanza analítica Pioneer.....	29
Figura 2. Vidrios de 10 cm por 10 cm.....	30
Figura 3. GPS map 60csx.....	30
Figura 4. Vaselina.....	31
Figura 5. Imagen Ficha de recolección de datos Peso Inicial.....	32
Figura 6. Imagen Ficha de recolección de datos Peso Final.....	33
Figura 7. Imagen satelital de la UPN con los 13 puntos de monitoreo de CSS.....	35
Figura 8. Aplicando adherente vaselina a Placa receptora de CSS.....	36
Figura 9. Colocación de Placa receptora de CSS.....	37
Figura 10. CCS de Mayo 2017 expresado en Tn/Km ² /30 días.....	38
Figura 11. % de puntos de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Mayo 2017.....	39
Figura 12. CCS de Junio 2017 expresado en mg/cm ² /30 días.....	41
Figura 13. % de puntos de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Junio 2017.....	42
Figura 14. CCS de Mayo 2017 expresado en Tn/Km ² /30 días.....	44
Figura 15. % de puntos de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Mayo 2017.....	45
Figura 16. CCS de Junio 2017 expresado en Tn/Km ² /30 días.....	46
Figura 17. % de puntos de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Junio 2017.....	47

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de CSS.....	37
---------------------------------	----

RESUMEN

La presente investigación consistió en determinar la concentración de contaminantes sólidos sedimentables en el entorno de la Universidad Privada del Norte y su relación con la Norma de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Para realizar la investigación se ubicaron 13 placas recolectoras de contaminantes sólidos sedimentables (CSS), entre los meses mayo y junio del 2017, donde se determinó la concentración de contaminantes sólidos para el periodo de mayo del 2017 unas cantidades que oscilan entre 0.10 mg/cm²/30 días a 0.56 mg/cm²/30 días y 0.06 mg/cm²/30 días a 0.61 mg/cm²/30 días para el mes de junio del 2017. La relación con la Norma de la Organización Mundial de la Salud (OMS) las estaciones E2, E3, E11 para el mes de mayo del 2017, que están ubicadas al oeste con respecto a la Universidad Privada del Norte exceden en un 16% el valor de 0.50 mg/cm²/30 días establecida por dicha norma, éstas estaciones vendrían ser el 23 % de las estaciones de monitoreo que excedieron la norma de un total de 13 estaciones, y un 77% que no excede, y la relación con la norma OMS las estaciones E2, E3, E11, E12 para el mes de junio del 2017, que están ubicadas al oeste con respecto a la Universidad Privada del Norte exceden en un 11% el valor de 0.50 mg/cm²/30 días establecida por dicha norma, éstas estaciones vendrían ser el 31% de las estaciones de monitoreo que excedieron la norma de un total de 13 estaciones, y un 69% que no excede, teniendo así un aire adecuado.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La contaminación es uno de los mayores problemas ambientales en la actualidad, especialmente, en las ciudades. Además constituye un grave problema de salud, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. (Sanz, 2013) La contaminación de la atmósfera se ha incrementado notablemente en los últimos años y constituye uno de los problemas más serios que enfrenta el ser humano. Ya no es una cuestión circunscripta a algunos lugares, el viento se ha encargado de convertirlo en un problema global. Hoy, el humo expulsado de los autos, colectivos y camiones, los procesos industriales, los sistemas de calefacción y hasta el humo de los cigarrillos se juntan para contaminar el aire que respiramos (Frers, 2010). En el Perú, la contaminación del aire afecta mayormente a las zonas urbanas, originada principalmente por factores de contaminación industrial, doméstica y vehicular. El mayor contribuyente de la contaminación es el parque automotor; La que está conformado por más de 1.5 millones de vehículos, de los cuales, el 65% circulan en la ciudad de Lima. Este parque automotor es uno de los más obsoletos, con un promedio aproximado de 17 años de antigüedad, debido principalmente a la masiva importación de unidades usadas en años previos sin una regulación adecuada (Manual de Gestión Ambiental 2009) Ante el crecimiento poblacional y urbano, la ciudad de Cajamarca viene enfrentando un nuevo problema de contaminación ambiental causado en un gran porcentaje, por el parque automotor. La Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA) remitió un informe a la Sub Gerencia de Gestión del Medio Ambiente de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, en el cual indica que este uno de los

principales causantes de contaminación del aire en Cajamarca. El monitoreo se realizó desde el mes de abril hasta octubre del 2014 (Torres, 2015). Por estos motivos la presente investigación se centra en el campus de la Universidad Privada del Norte, considerando que esta universidad es centro de concentración de una población importante de Cajamarca, compuesta por 6494 estudiantes en pre grado y 2010 estudiantes en working adult. Se trata de determinar la concentración de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) en el entorno de la UPN y su relación con la norma OMS. La información que se genere podrá servir para proponer medidas de mitigación y control sobre calidad del aire.

Como Antecedentes Internacionales tenemos que Gonzales (2011) analizó la calidad del aire en la zona centro y oriente de la ciudad de Manizales: influencia del material particulado (PM10) y lluvia ácida, para esto se monitoreó el PM10 en cinco estaciones en la ciudad, obteniendo la información de dos estaciones a través de la Corporación Autónoma Regional (CORPOCALDAS) y las otras tres estaciones operadas por el equipo de investigación de la Universidad. Se evaluaron los niveles de dioxinas, furanos y dl-PCBs en el PM10 de aire ambiente, adicionalmente se realizó el seguimiento del fenómeno de lluvia ácida en la ciudad, evaluando los principales iones presentes en la lluvia y el PM10. Finalmente para mostrar los resultados del monitoreo de PM10 en la zona urbana de Manizales y la influencia de variables meteorológicas, se elaboró un manuscrito que está en proceso de revisión y será sometido a la revista internacional Atmospheric Environment. Se debe aclarar además que los datos de concentración de PM10 obtenidos en cada estación de monitoreo se analizaron inicialmente mediante la prueba estadística de Grubbs, conocida también como la prueba de desviación estudentizada extrema, con el fin de determinar posibles valores

atípicos de concentración en cada una de las estaciones de monitoreo y no utilizarlos en el análisis propuesto.

Antecedentes Nacionales

Según Marcos, Cabrera, Laos, Mamani, y Valderrama (2008) realizaron la investigación acerca de estudio comparativo para la determinación del polvo atmosférico sedimentable empleando las metodologías de tubo pasivo y de placas receptoras en la ciudad universitaria de San Marcos – Lima, el cual consistió en colocar 6 puntos de monitoreo que nos permitan la toma de datos experimentales de los niveles de la concentración de PAS en el aire. Estos valores en promedio fueron comparados con el valor referencial de $0.5 \text{ mg/Cm}^2/\text{mes}$ que nos da la Organización Mundial De La Salud (OMS), entidad que establece los límites máximos permisibles de la calidad del aire y su impacto sobre la salud humana. Obteniendo como resultado Para el método de placas receptoras en el primer mes el 16.7% de las estaciones sobrepasaron el nivel referencial establecido por la Organización

Mundial de la Salud, en el segundo mes fue el 50% del total de las estaciones debido a que dos de estas fueron dañadas y para el método de tubos pasivos en el primer mes el 66.67% de las estaciones sobrepasaron el nivel referencial establecido por la Organización Mundial de la Salud, en el segundo mes fue el 100% del total de las estaciones.

Antecedentes Locales

Según Roncal (2008) realizó la investigación Monitoreo de Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS) en la ciudad de Celendín durante el periodo Abril - Junio del 2008, la investigación se realizó en la ciudad de Celendín, ubicada en la sierra norte del Perú, en donde se marcaron 28 puntos que fueron identificados como vulnerables

para realizar el monitoreo, como resultado dio que en el 71% de los puntos monitoreados, se supera el Límite Máximo Permisible de 5 Tn/Km²/mes que da la OMS.

Contaminación del aire

Se puede definir la contaminación del aire como la presencia en la atmósfera exterior de uno o más contaminantes o sus combinaciones, en cantidades tales y con tal duración que sean o puedan afectar la vida humana, de animales, de plantas, o de la propiedad, que interfiera el goce de la vida, la propiedad o el ejercicio de las actividades. (Warner, 2008)

Según La dirección general de salud ambiental (PROTOCOLO Y MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE Y GESTIÓN DE LOS DATOS), Perú (2005) indica:

Diseño de monitoreo:

El diseño y planificación del monitoreo dependen de los objetivos que se desean alcanzar, la disponibilidad de recursos (económicos, humanos y tiempo), los contaminantes que se van a monitorear, la estrategia de monitoreo y el equipamiento necesario, tipo de información requerida (periodo de monitoreo), calidad de la información (exactitud, precisión, representatividad y comparabilidad) y del usuario para el que se genera la información.

La definición y documentación de los objetivos del monitoreo, así como la definición de los objetivos de la calidad de los datos deben realizarse considerando el uso eficiente de los recursos, la implementación del sistema de aseguramiento de la calidad en el proceso y el diseño adecuado de la red de monitoreo.

Escalas del monitoreo

La escala del monitoreo de la calidad del aire debe ser compatible con el objetivo del monitoreo en un lugar, a una escala espacial apropiada y representativa, para así facilitar la localización física de las estaciones de monitoreo. La escala de representatividad espacial relativa a cada contaminante se define para establecer la relación entre los objetivos de monitoreo y localización física de la estación de monitoreo.

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) se aplican seis escalas de representatividad espacial para ubicar los sistemas de monitoreo, donde cada escala espacial se diseña para cumplir con los objetivos específicos de monitoreo.

Tabla 1.

Definición de escalas para la realización de monitoreo ambientales

Categoría de Escala	Definición
Microescala	Define las concentraciones en volúmenes de aire asociados con dimensiones de área de algunos metros hasta 100 metros.
Escala Media	Define concentraciones típicas de áreas que pueden comprender dimensiones desde 100 metros hasta 0.5 kilómetros.
Escala Local	Define concentraciones en un área con uso de suelo relativamente uniforme, cuyas dimensiones abarcan de 0.5 a 4.0 kilómetros.
Escala Urbana	Define todas las condiciones de una ciudad con dimensiones en un rango de 4 a 50 kilómetros.
Escala Regional	Define generalmente un área rural de geografía razonablemente homogénea y se extiende desde decenas hasta cientos de kilómetros.
Escala Nacional o Global	Las mediciones que corresponden a esta escala representan concentraciones características de la nación o del mundo como un todo.

Fuente: DIGESA, 2005

El cuadro siguiente muestra la relación entre los objetivos del monitoreo y las escalas de representatividad más adecuadas para el cumplimiento de dichos objetivos:

Tabla 2.
Relación entre objetivos de monitoreo y escalas espaciales de representatividad

Objetivos de monitoreo	Escalas espaciales apropiadas
Medición de altas concentraciones	Micro
	Media
	Local
	Urbana (en ocasiones)
Efectos en la población	Local urbana
Impacto de fuentes	Micro
	Media
	Local
General / De fondo / De base	Local
	Regional

Fuente: DIGESA, 2005

Cabe señalar, que el presente protocolo de monitoreo de la calidad del aire ha sido elaborado únicamente para las escalas local y urbana, con lo cual se busca que las estaciones de monitoreo determinen los efectos en la población de los contaminantes del aire.

Selección de parámetros a monitorear

Los contaminantes atmosféricos son producidos por fuentes fijas y móviles, los cuales pueden generar problemas a lo largo de su desplazamiento y generar contaminantes secundarios (lluvia ácida u ozono). El alto costo para el monitoreo de la calidad del aire con equipos automáticos en las redes no permite monitorear todos los contaminantes que se generan, por lo que las redes de monitoreo registran contaminantes que representan la calidad del aire de un área determinada. Los

contaminantes a ser monitoreados son los indicados en el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM y que pueden causar efectos adversos a la salud y el ambiente.

Tabla 3.
Parámetros que se monitorean para evaluar la calidad del aire.

Grupo	Parámetro
Material particulado	Material particulado respirable de diámetro menor a 10 µm (PM-10)
	Material particulado respirable de diámetro menor a 2.5 µm (PM-2.5)
Gases	Dióxido de azufre
	Monóxido de carbono
	Dióxido de nitrógeno
	Ozono
Metales pesados	Sulfuro de hidrógeno
	Plomo
Meteorológicos	Dirección del viento
	Velocidad del viento
	Temperatura
	Humedad relativa
	Precipitación
	Radiación Solar
	Altitud
	Perfil vertical de temperatura
Nubosidad	

Fuente: DIGESA, 2005

Tabla 4.

Contaminantes que se monitorean en función a las principales fuentes de emisión.

Fuente	Contaminante
Vehículos (tráfico intenso)	Dióxido de nitrógeno
	Monóxido de carbono
	Dióxido de azufre
	PM-10 / PM-2.5
Domicilios / consumo de leña	PM-10 / PM-2.5
	Monóxido de carbono
Industrias y domésticas / consumo de carbón	PM-10 / PM-2.5
	Dióxido de azufre
Industrias / consumo de combustible residual	PM-10 / PM-2.5
	Dióxido de azufre
Pesqueras	Sulfuro de hidrógeno; PM
Fundición	Dióxido de azufre
Cemento	PM-10 / PM-2.5
Generación eléctrica / consumo de carbón, residual y diesel	Dióxido de azufre
	PM-10 / PM-2.5
Generación eléctrica / consumo de gas	Dióxido de nitrógeno

Fuente: DIGESA, 2005

Frecuencia del monitoreo y periodos de muestreo

El término frecuencia de monitoreo indica el número de muestras que se tomarán o llevarán a cabo en un intervalo de tiempo, en un punto o en un área de muestreo.

La frecuencia del monitoreo de cada uno de los contaminantes depende de los objetivos del monitoreo y de la normativa nacional que establece los periodos de evaluación (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM y Decreto Supremo N° 009-2003-SA).

Para establecer valores medios anuales se recomienda muestreos individuales con una frecuencia de 1 a 2 veces por semana, dependiendo de las concentraciones y variando el día de la semana (ejemplo: tomar muestreos cada seis días), de manera que se tomen muestras de todos los días de la semana, de acuerdo a los objetivos del programa. Para el monitoreo de gases con la técnica de tubos pasivos son usuales las frecuencias semanales y mensuales. Estas mediciones no pueden ser comparadas con normas horarias.

El periodo de muestreo es el tiempo de toma de muestra de una lectura individual y corresponde al periodo en que se lleva a cabo la determinación de concentraciones de los contaminantes.

Se recomienda que para los periodos de muestreo se midan concentraciones promedio de 24 horas, se realice el monitoreo anual para determinar las variaciones estacionales y los promedios anuales, se lleven a cabo muestreos diarios si se necesitan realizar comparaciones significativas a corto plazo o si las concentraciones a 24 horas serán cuantificadas confiablemente y que se realicen monitoreos con resolución horaria únicamente cuando existan condiciones de episodio de contaminación

Selección de métodos de medición

Criterios para la selección de métodos

Es recomendable elegir la técnica idónea para desarrollar las tareas, si se emplea un método inadecuado, demasiado sofisticado o que conduce a errores, el desempeño de la red podría ser deficiente, generar datos de poca utilidad y –lo que es peor- pérdida de recursos. Si bien los objetivos del monitoreo son el principal factor que se debe considerar para el diseño, también es importante tener en cuenta las limitaciones de

recursos y la disponibilidad de personal calificado. Es necesario lograr un equilibrio entre los costos del equipo, la complejidad, la confiabilidad y el desempeño. Los sistemas más avanzados pueden suministrar datos cada vez más refinados pero su operación es más sofisticada y difícil. Los aspectos a considerar en la selección del método de medición son los siguientes:

Parámetros técnicos:

Selectividad: indica el grado por el cual un método puede determinar un contaminante sin ser interferido por otros componentes.

Especificidad: indica el grado de interferencias en la determinación

Límite de detección: es la concentración mínima detectable por un sistema de medición

Sensibilidad: tasa o amplitud de cambio de la lectura del instrumento con respecto a los cambios de los valores característicos de la calidad del aire.

Exactitud: grado de acuerdo o semejanza entre el valor verdadero y el valor medio o medido. Depende tanto de la especificidad del método como de la exactitud de la calibración, que a su vez depende de la disponibilidad de estándares primarios y de la forma como es calibrado el equipo. Indica la ausencia de errores por predisposición o sesgo por azar.

Precisión: Grado de acuerdo o semejanza entre los resultados de una serie de mediciones aplicando un método bajo condiciones predeterminadas y el valor medio de las observaciones.

Calibración del instrumento: disponibilidad de gases de calibración en el mercado (Estándares primarios) y a su aplicación en el sistema de muestreo, así como a la necesidad de la frecuencia de su uso.

Gases de calibración: gases primarios o secundarios

Tiempo de respuesta del instrumento: corresponde al tiempo necesario para que el monitor responda a una señal dada, o sea el periodo transcurrido desde la entrada del contaminante al instrumento de medición hasta la emisión del valor de la medición. Se suele distinguir dos partes, el tiempo de retraso, aquel en que se alcanza el 10% del cambio final en el instrumento de lectura y el tiempo de crecimiento o caída, durante el cual se pasa del 10% al 90% del cambio final en el instrumento de lectura.

Otros parámetros:

Disponibilidad de los sensores

Resolución espacial

Mantenimiento

Equipamiento adicional necesario

Mano de obra especializada requerida para operación y mantenimiento

Simplicidad de aplicación y uso

Confiabilidad y compatibilidad

Costo de adquisición, operación y mantenimiento

Soporte

Descripción de los diferentes métodos

De acuerdo a la Guías de la Calidad del Aire de la OMS, los métodos de monitoreo se pueden dividir en cuatro tipos genéricos principales con diferentes costos y niveles de desempeño e incluyen a los muestreadores pasivos, muestreadores activos, analizadores automáticos y sensores remotos.

Muestreadores pasivos

Ofrecen un método simple y eficaz en función de los costos para realizar el sondeo de la calidad del aire en un área determinada. A través de la difusión molecular a un material absorbente para contaminantes específicos, se recoge una muestra integrada durante un determinado periodo (que generalmente varía entre una semana y un mes). Los bajos costos por unidad permiten muestrear en varios puntos del área de interés, lo cual sirve para identificar los lugares críticos donde hay una alta concentración de contaminantes, como las vías principales o las fuentes de emisión, y donde se deben realizar estudios más detallados. Para aprovechar al máximo esta técnica, se debe contar con un diseño cuidadoso del estudio y vigilar los procedimientos de aseguramiento y control de la calidad seguidos en el laboratorio durante el análisis de la muestra.

Muestreadores activos

Las muestras de contaminantes se recolectan por medios físicos o químicos para su posterior análisis en el laboratorio. Por lo general, se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector como un filtro (muestreador activo manual) o una solución química (muestreador activo automático), durante un determinado periodo y luego se retira para el análisis. Hay una larga historia de mediciones con muestreadores en muchas partes del mundo, lo que provee datos valiosos de línea de base para análisis de tendencias y comparaciones. Los sistemas de muestreo (para gases), el acondicionamiento de muestras, los sistemas de ponderación para el material particulado (MP) y los procedimientos de laboratorio son factores clave que influyen en la calidad de los datos finales.

Analizadores automáticos

Pueden proporcionar mediciones de alta resolución (generalmente en promedios horarios o mejores) en un único punto para varios contaminantes criterios (SO_2 , NO_2 , CO , MP), así como para otros contaminantes importantes como los COV. La muestra se analiza en línea y en tiempo real, generalmente a través de métodos electro ópticos: absorción de UV o IR; la fluorescencia y la quimiluminiscencia son principios comunes de detección. Para asegurar la calidad de los datos de los analizadores automáticos, es necesario contar con procedimientos adecuados para el mantenimiento, la operación y el aseguramiento y control de calidad.

Sensores remotos

Son instrumentos desarrollados recientemente que usan técnicas espectroscópicas de larga trayectoria para medir las concentraciones de varios contaminantes en tiempo real. Los datos se obtienen mediante la integración entre el detector y una fuente de luz a lo largo de una ruta determinada. Los sistemas de monitoreo de larga trayectoria pueden cumplir un papel importante en diferentes situaciones de monitoreo, principalmente cerca de las fuentes. Para obtener datos significativos con estos sistemas, es necesario contar con procedimientos adecuados para la operación, calibración y manejo de datos. Estos métodos requieren de mucha atención en la calibración de los instrumentos y el aseguramiento de la calidad para obtener datos significativos.

Ventajas y desventajas de las metodologías

Una amplia variedad de métodos está disponible para la medición de contaminantes en el aire, con una amplia variación en costos y precisión. Los métodos de monitoreo

específicos deben ser seleccionados tomando en consideración los objetivos del programa de monitoreo y el presupuesto disponible.

Tabla 5
Ventajas y desventajas de las diferentes técnicas de monitoreo de la calidad del aire

Método	Ventajas	Desventajas
Muestreadores pasivos	Muy económicos. Muy simples. No dependen de cables de electricidad. Se pueden colocar en números muy grandes Útiles para sondeos, mapeos y estudios de línea de base.	No ha sido probado para algunos contaminantes. Sólo suministran promedios mensuales y semanales. Requieren mano de obra intensiva para su funcionamiento y el consiguiente análisis. No existe un método de referencia para monitorear el cumplimiento. Lenta generación de datos.
Muestreadores activos	Económicos. De fácil manejo. Operación y rendimiento confiables. Cuentan con base de datos históricos.	Suministran promedios diarios. Requieren mano de obra intensiva para la recolección y análisis de muestras. Requieren análisis de laboratorio.
Analizadores automáticos	Han sido debidamente probados. Alto rendimiento. Datos horarios. Información en línea.	Sofisticados. Costosos. Demandan alta calificación. Altos costos recurrentes.
Sensores remotos	Proporcionan datos en función de la ruta y del rango de concentración. Útiles cerca de fuentes. Mediciones de componentes múltiples.	Muy sofisticados y costosos. Soporte, operación, calibración y validación difíciles. No comparable con mediciones puntuales. Visibilidad atmosférica e

Fuente: DIGESA, 2005

Normativa para polvo atmosférico sedimentable

En la presente tesis se tomó 13 estaciones de monitoreo comparándolo con la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que establece como parámetro máximo para polvo atmosférico sedimentable: $0.5 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$ ó $0.5 \text{ Tn/Km}^2/30$ (OMS, 2005)

Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS):

Son aquellas partículas sólidas presentes en la atmósfera que terminan depositándose en la superficie terrestre. El tiempo que permanecen suspendidas en la atmósfera depende de sus dimensiones, de su composición química, de la humedad atmosférica, así como de la turbulencia y velocidad del viento. Sus orígenes son diversos: los desiertos, el envejecimiento animal, las fábricas de cemento, el desgaste de los motores, la quema de basura, la quema de llantas, entre otros. (Universidad Nacional de Ingeniería, 2004)

EL REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE (2001) Define como:

Contaminante del aire: Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano.

Estándares de Calidad del Aire: Aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana, los que deberán alcanzarse a través de mecanismos y plazos detallados en la presente norma. Como estos Estándares protegen la salud, son considerados estándares primarios.

Forma del Estándar: Descripción de la manera como se formulan los valores medidos mediante la metodología de monitoreo aprobada durante los períodos de medición establecidos.

Gesta Zonal de Aire: Grupo de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire encargado de formular y evaluar los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire en una Zona de Atención Prioritaria.

Valores Referenciales: Nivel de concentración de un contaminante del aire que debe ser monitoreado obligatoriamente, para el establecimiento de los estándares nacionales de calidad ambiental del aire

Valores de Tránsito: Niveles de concentración de contaminantes en el aire establecidos temporalmente como parte del proceso progresivo de implementación de los estándares de calidad del aire.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la concentración de contaminantes sólidos sedimentarios para el periodo mayo-junio 2017 en el entorno de la UPN y su relación con las normas de la OMS?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la concentración de contaminantes sólidos sedimentarios para el periodo mayo-junio 2017 en el entorno de la UPN y su relación con las normas de la OMS.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la concentración de contaminantes sólidos sedimentarios de 13 estaciones para el periodo mayo-junio 2017 en el entorno de la UPN.

2. Comparar los resultados de la concentración de contaminantes sólidos sedimentarios de las 13 estaciones obtenidas en campo con relación a las normas de la OMS.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Las concentraciones de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) para el periodo mayo-junio 2017 en el entorno de la UPN no exceden al valor de 5 Tn/Km²/30 días establecidas por las normas de la OMS.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental y transversal.

2.2. Población y muestra

Población: Se considera las 13 placas recolectoras de CSS de 10 x10 cm.

Muestra : Cada placa recolectora de 100 Cm^2 .

2.3. Materiales, instrumentos y métodos

Instrumentos Utilizados:

Balanza analítica (Pioneer): Está diseñada para un pesaje rutinario básico en una variedad de laboratorios y aplicaciones industriales y educacionales. Con la correcta combinación de rendimiento y funciones, OHAUS Pioneer™ ofrece un funcionamiento sin complicaciones para todas sus necesidades de pesaje básico.



Figura 1. Balanza analítica Pioneer.

Placas de vidrio: Se utilizó placas de vidrios de 10 cm por 10 cm.

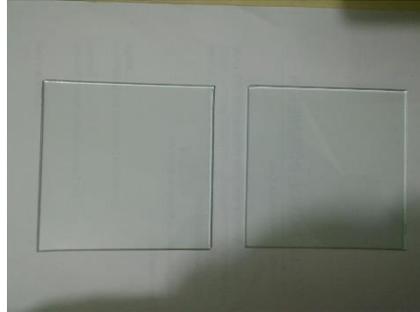


Figura 2. Vidrios de 10 cm por 10 cm.

GPS map 60csx: Se utilizó para sacar coordenadas de cada estación.



Figura 3. GPS map 60csx.

Vaselina: Se utilizó para untar las 13 láminas recolectoras de vidrios.



Figura 4. Vaselina.

Fichas de recolección de datos: Para la recolección de datos se elaboró fichas en donde se anotarán los pesos iniciales y finales del mes de mayo y junio del 2017.

LABORATORIO DE QUÍMICA – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																													
PROTOCOLO																													
TESIS	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTARIOS PARA EL PERIODO MAYO – JUNIO 2017 EN EL ENTORNO DE LA UPN Y SU RELACIÓN CON LA NORMA OMS.																												
TESISTA	CARLOS ELDER RUDECINDO CALUA CARRASCO																												
CÓDIGO	707683																												
FECHA	MAYO 2017																												
ENSAYO	PESO DE MUESTRAS																												
<p>• Peso de placas recolectoras de vidrio de 10 cm x 10 cm con vaselina.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estaciones</th> <th>Peso Inicial (gr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>E1</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E2</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E3</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E4</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E5</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E6</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E7</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E8</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E9</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E10</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E11</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E12</td><td>_____</td></tr> <tr><td>E13</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table>		Estaciones	Peso Inicial (gr)	E1	_____	E2	_____	E3	_____	E4	_____	E5	_____	E6	_____	E7	_____	E8	_____	E9	_____	E10	_____	E11	_____	E12	_____	E13	_____
Estaciones	Peso Inicial (gr)																												
E1	_____																												
E2	_____																												
E3	_____																												
E4	_____																												
E5	_____																												
E6	_____																												
E7	_____																												
E8	_____																												
E9	_____																												
E10	_____																												
E11	_____																												
E12	_____																												
E13	_____																												
OBSERVACIONES:																													
INVESTIGADOR	AESOR DE TESIS																												
Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco	Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero																												
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA																												
FECHA:	FECHA:																												

Figura 5. Imagen Ficha de recolección de datos Peso Inicial.

LABORATORIO DE QUÍMICA – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA	
PROTOCOLO	
TESIS	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTARIOS PARA EL PERIODO MAYO – JUNIO 2017 EN EL ENTORNO DE LA UPN Y SU RELACIÓN CON LA NORMA OMS.
TESISTA	CARLOS ELDER RUDECINDO CALUA CARRASCO
CÓDIGO	707683
FECHA	MAYO 2017
ENSAYO	PESO DE MUESTRAS
<ul style="list-style-type: none"> • Peso de placas recolectoras de vidrio de 10 cm x 10 cm con vaselina y CSS. 	
Estaciones	Peso Inicial (gr)
E1	_____
E2	_____
E3	_____
E4	_____
E5	_____
E6	_____
E7	_____
E8	_____
E9	_____
E10	_____
E11	_____
E12	_____
E13	_____
OBSERVACIONES:	
INVESTIGADOR	AESOR DE TESIS
Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco	Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero
NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA
FECHA:	FECHA:

Figura N° 6. Imagen Ficha de recolección de datos Peso Final.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La técnica que se utilizó fue la observación directa, cuyos instrumentos son hojas de datos, placas de vidrios, vaselina, balanza analítica.

Tabla 6

Técnicas e instrumentos.

TECNICA	INSTRUMENTOS
Observación directa	Fichas de recolección de datos Balanza analítica Placas de vidrio Gps map 60csx Vaselina

2.5. Procedimiento

La toma de recolección de datos se realizó mediante protocolos establecidos para el monitoreo de CSS. Donde se recogió la información en fichas cuyos formatos se diseñó para el recojo de información del peso inicial y peso final para cada monitoreo de cada mes. Se necesitó de 4 fichas para la presente investigación siendo mayo y junio los meses del monitoreo, donde se utilizó 2 fichas por cada mes.

Ubicación de puntos de monitoreo

Se recorrió dentro y fuera del campus UPN para ver los posibles lugares donde se colocarán las estaciones, identificando 9 estaciones dentro del campus y 4 estaciones fuera del campus.



Figura 7. Imagen satelital de la UPN con los 13 puntos de monitoreo de CSS.

Fuente: Google Earth 2016.

Tabla 7

Coordenadas de Estaciones de monitoreo.

NOMBRE	ESTE (m)	NORTE (m)
E1	775474	9208860
E2	775416	9208797
E3	775415	9208835
E4	775431	9208897
E5	775478	9208901
E6	775507	9208887
E7	775565	9208849
E8	775555	9208817
E9	775488	9208802
E10	775613	9208829
E11	775370	9208895
E12	775401	9208942
E13	775490	9208802

Preparación de placas receptoras

Se utilizó placas receptoras de vidrio de 10 cm por 10 cm, identificándola previamente, para luego aplicarle el adherente (vaselina) para atrapar los CSS y se procedió al pesado de todas las placas en una balanza analítica calibrada; el peso inicial es en la ficha de recolección de datos. Este paso es importante porque al final de cada mes de monitoreo, los datos de peso inicial deben ser comparados con los del peso final.



Figura 8. Aplicando adherente vaselina a Placa receptora de CSS.

Instalación de placas receptoras:

Con la ayuda de escalera, cinta masking tape, alambre, se procedió a colocar las placas con mucho cuidado a una altura de 2.5 metros del suelo, colocándose bajo sombra.



Figura 9. Colocación de Placa receptora de CSS.

Recolección y pesado de las placas receptoras:

Después de cada mes se recogen las placas y se pesan en la balanza analítica; el peso final es anotado en la ficha de recolección de datos de pesos finales.

Análisis de datos:

Para cada estación de monitoreo se restaron el peso final con el peso inicial.

Ecuación 1.
Cálculo de CSS.

$$\text{CSS (gr)} = \text{Pf (gr)} - \text{Pi (gr)}$$

Donde:

CCS (gr) : Contaminantes sólidos sedimentarios en gramos.

Pf (gr) : Peso final en gramos.

Pi (gr) : Peso inicial en gramos.

Tabla 8.

Análisis de datos para Mayo 2017

Estaciones	Peso Final (gr)	Peso Inicial (gr)	CSS (gr)	Área (10 cm ²)	0.5mg/cm ² /30 días	5Tn/Km ² /30 días
E1	72.09	72.080	0.010	100.00	0.10	1.00
E2	70.769	70.713	0.056	100.00	0.56	5.60
E3	71.254	71.197	0.057	100.00	0.57	5.70
E4	70.665	70.647	0.018	100.00	0.18	1.80
E5	71.458	71.437	0.021	100.00	0.21	2.10
E6	70.664	70.646	0.018	100.00	0.18	1.80
E7	70.809	70.778	0.031	100.00	0.31	3.10
E8	71.811	71.782	0.029	100.00	0.29	2.90
E9	70.559	70.516	0.043	100.00	0.43	4.30
E10	70.701	70.671	0.030	100.00	0.30	3.00
E11	70.502	70.441	0.061	100.0	0.61	6.10
E12	70.695	70.650	0.045	100.00	0.45	4.50
E13	71.039	71.009	0.030	100.00	0.30	3.00

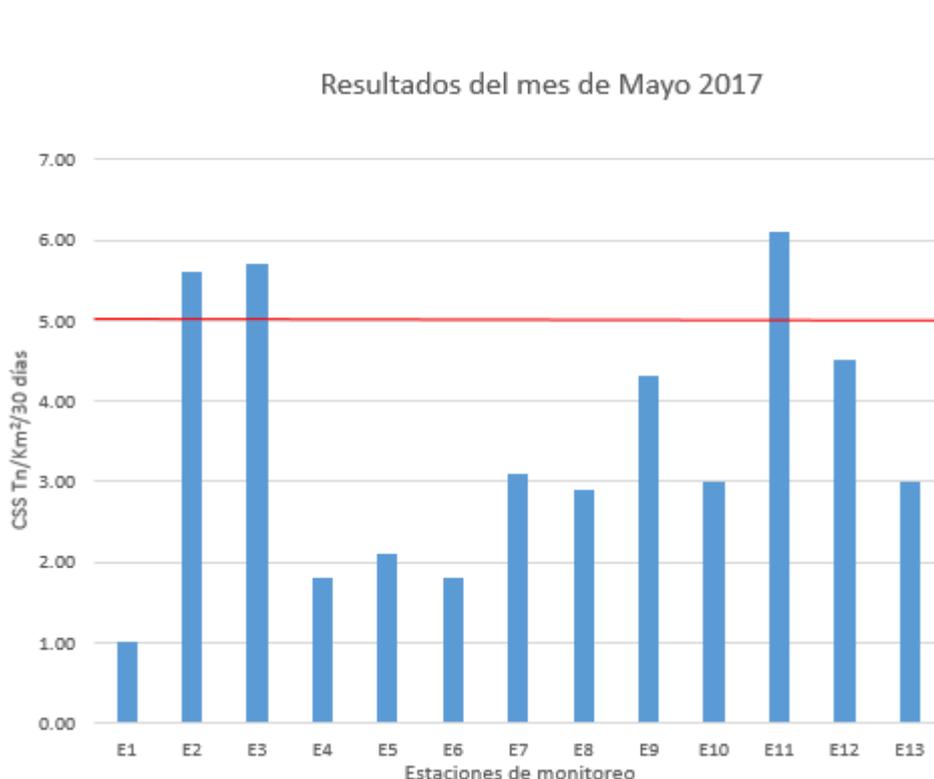


Figura 10. CCS de Mayo 2017 expresado en Tn/Km²/30 días

Después del procesamiento de datos se puede observar que para el mes de mayo 2017 hay 3 estaciones de monitoreo que superan el límite establecido por la norma OMS.

Tabla 9

Cantidad de estaciones de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Mayo 2017

Límites según Norma OMS	Cantidad de estaciones
CSS < 5 Tn/Km ² /30 días	10
CSS > 5 Tn/Km ² /30 días	3

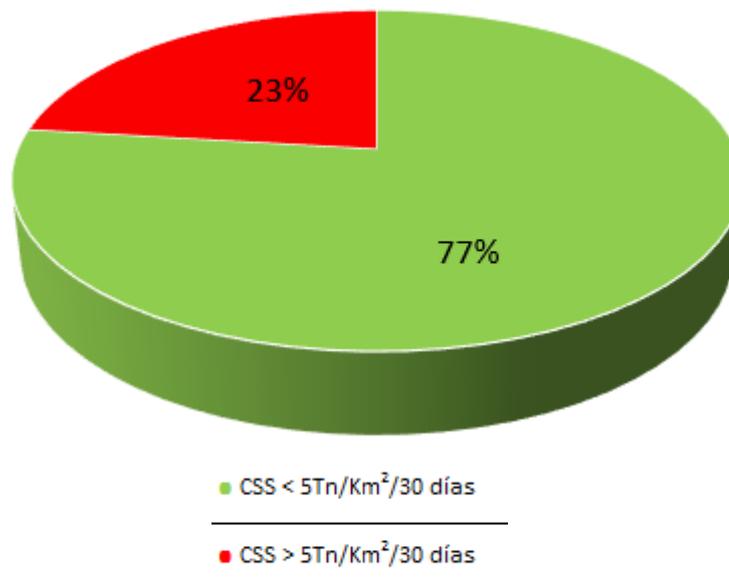


Figura 11. % de puntos de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Mayo 2017.

Finalmente estas 3 estaciones para mayo 2017 exceden en un 16% el límite establecido por la Norma OMS.

Tabla 10.
Análisis de datos para porcentaje excedente según Norma OMS para Mayo 2017

Estaciones	CSS Tn/Km ² /30 días	CSS según Norma Tn/Km ² /30 días	Excede (Tn/ Km ² /30 días)
E2	5.60	5	0.60
E3	5.70	5	0.70
E11	6.10	5	1.10
	Promedio		0.8
	Excede en %		16.00

Tabla 11.

Análisis de datos para Junio 2017

Estaciones	Peso Final (gr)	Peso Inicial (gr)	CSS (gr)	Área (10 cm ²)	0.5 mg/Cm ² /30 días	5 Tn/Km ² /30 días
E1	70.601	70.595	0.006	100.000	0.06	0.60
E2	70.599	70.538	0.061	100.000	0.61	6.10
E3	71.376	71.323	0.053	100.000	0.53	5.30
E4	70.373	70.346	0.027	100.000	0.27	2.70
E5	70.538	70.508	0.030	100.000	0.30	3.00
E6	70.575	70.554	0.021	100.000	0.21	2.10
E7	71.112	71.078	0.034	100.000	0.34	3.40
E8	70.322	70.286	0.036	100.000	0.36	3.60
E9	70.357	70.319	0.038	100.000	0.38	3.80
E10	71.429	71.406	0.023	100.000	0.23	2.30
E11	71.129	71.073	0.056	100.000	0.56	5.60
E12	69.806	69.754	0.052	100.000	0.52	5.20
E13	70.678	70.658	0.020	100.000	0.20	2.00



Figura 12. CCS de Junio 2017 expresado en Tn/Km²/30 días

Después del procesamiento de datos se puede observar que para el mes de junio 2017 hay 4 estaciones de monitoreo que superan el límite establecido por la norma OMS.

Tabla 12.

Cantidad de estaciones de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Junio 2017

Límites según Norma OMS	Cantidad de estaciones
CSS < 5 Tn/Km ² /30 días	9
CSS > 5 Tn/Km ² /30 días	4

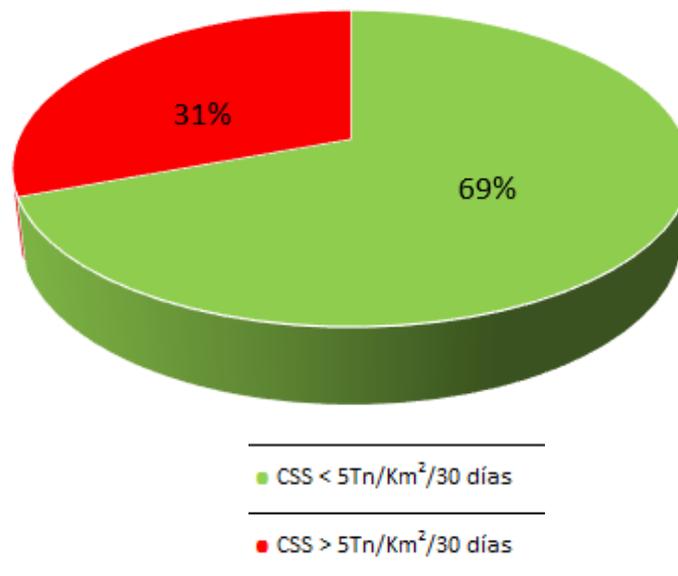


Figura 13. % de puntos de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Junio 2017.

Finalmente estas 4 estaciones para junio 2017 exceden en un 11% el límite establecido por la Norma OMS.

Tabla 13.

Análisis de datos para porcentaje excedente según Norma OMS para Junio 2017

Estaciones	CSS Tn/Km²/30 días	CSS según Norma Tn/Km²/30 días	Excede (Tn/Km²/30 días)
E2	6.10	5	1.10
E3	5.30	5	0.30
E11	5.60	5	0.60
E12	5.20	5	0.20
	Promedio		0.55
	Excede en %		11.00

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Para el mes de mayo 2017 se determinó los CSS obteniendo los siguientes resultados para las 13 estaciones de monitoreo.

Tabla 14
CSS para mayo 2017 expresado en $\text{mg}/\text{cm}^2/30$ días

Estaciones	0.5 $\text{mg}/\text{cm}^2/30$ días	5 $\text{Tn}/\text{Km}^2/30$ días
E1	0.10	1.00
E2	0.56	5.60
E3	0.57	5.70
E4	0.18	1.80
E5	0.21	2.10
E6	0.18	1.80
E7	0.31	3.10
E8	0.29	2.90
E9	0.43	4.30
E10	0.30	3.00
E11	0.61	6.10
E12	0.45	4.50
E13	0.30	3.00



Figura 14. CCS de Mayo 2017 expresado en $\text{Tn}/\text{Km}^2/30$ días

Tabla 15

Cantidad de estaciones de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Mayo 2017

Límites según Norma OMS	Cantidad de estaciones
CSS < 5 Tn/Km ² /30 días	10
CSS > 5 Tn/Km ² /30 días	3

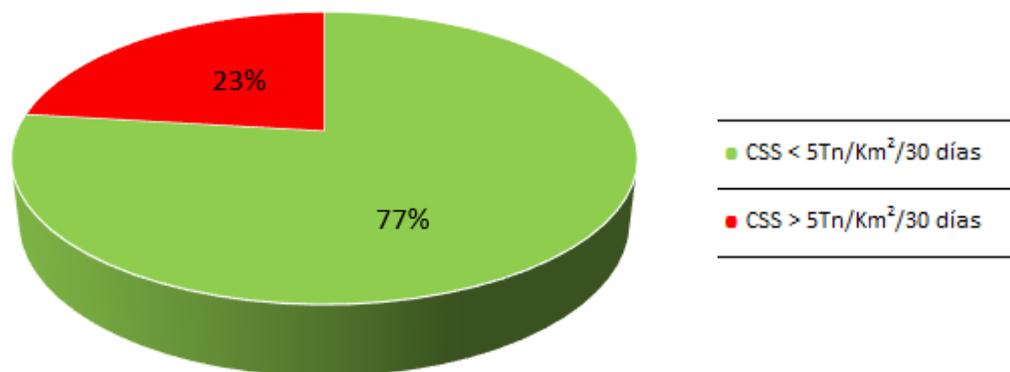


Figura 15. % de puntos de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Mayo 2017.

Tabla 16

Análisis de datos para porcentaje excedente según Norma OMS para Mayo 2017

Estaciones	CSS Tn/Km ² /30 días	CSS según Norma Tn/Km ² /30 días	Excede (Tn/ Km ² /30 días)
E2	5.60	5	0.60
E3	5.70	5	0.70
E11	6.10	5	1.10
	Promedio		0.8
	Excede en %		16.00

Para el mes de junio 2017 se determinó los CSS obteniendo los siguientes resultados para las 13 estaciones de monitoreo.

Tabla 17.

CSS para junio 2017 expresado en $\text{mg}/\text{cm}^2/30$ días

Estaciones	0.5 $\text{mg}/\text{Cm}^2/30$ días	5 $\text{Tn}/\text{Km}^2/30$ días
E1	0.06	0.60
E2	0.61	6.10
E3	0.53	5.30
E4	0.27	2.70
E5	0.30	3.00
E6	0.21	2.10
E7	0.34	3.40
E8	0.36	3.60
E9	0.38	3.80
E10	0.23	2.30
E11	0.56	5.60
E12	0.52	5.20
E13	0.20	2.00



Figura 16. CCS de Junio 2017 expresado en $\text{Tn}/\text{Km}^2/30$ días

Tabla 18.
Cantidad de estaciones de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Junio 2017

Límites según Norma OMS	Cantidad de estaciones
CSS < 5 Tn/Km ² /30 días	9
CSS > 5 Tn/Km ² /30 días	4

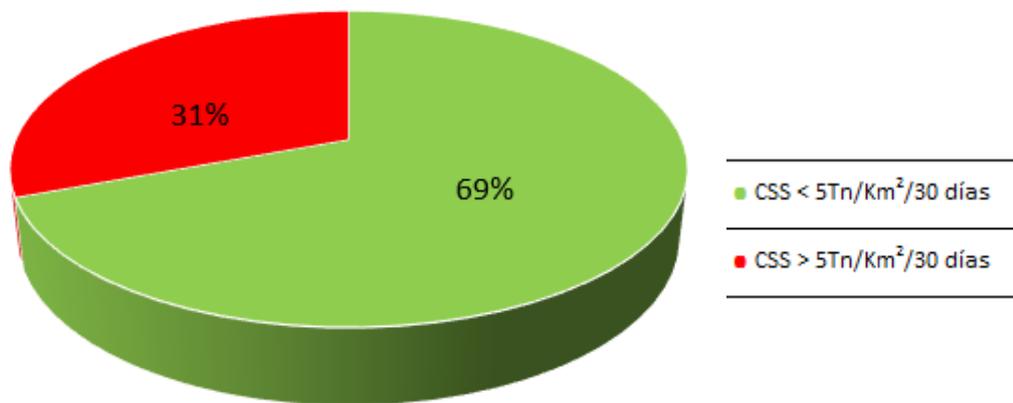


Figura 17. % de puntos de monitoreo dentro y fuera del límite de la Norma OMS para Junio 2017.

Tabla 19
Análisis de datos para porcentaje excedente según Norma OMS para Junio 2017

Estaciones	CSS Tn/Km ² /30 días	CSS según Norma Tn/Km ² /30 días	Excede (Tn/Km ² /30 días)
E2	6.10	5.00	1.10
E3	5.30	5.00	0.30
E11	5.60	5.00	0.60
E12	5.20	5.00	0.20
	Promedio		0.55
	Excede en %		11.00

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

1. Según la Norma de la OMS establece que como parámetro máximo para polvo atmosférico sedimentable es de $5 \text{ Tn/Km}^2/30$ días y de acuerdo a nuestros resultados las estaciones E2, E3, E11 para el mes de mayo del 2017, que están ubicadas al oeste con respecto a la Universidad Privada del Norte exceden en un 16% el valor de $0.50 \text{ mg/cm}^2/30$ días establecida por dicha norma, éstas estaciones vendrían a ser el 23% de las estaciones de monitoreo que excedieron la norma de un total de 13 estaciones, generando así riesgos contra la salud de la población y un 77% que no excede teniendo así un aire adecuado dentro de la Universidad Privada del Norte.
2. Según la Norma de la OMS establece que como parámetro máximo para polvo atmosférico sedimentable es de $0.5 \text{ mg/cm}^2/30$ días y de acuerdo a nuestros resultados las estaciones E2, E3, E11 para el mes de mayo del 2017, que están ubicadas al oeste con respecto a la Universidad Privada del Norte exceden en un 16% el valor de $0.50 \text{ mg/cm}^2/30$ días establecida por dicha norma, éstas estaciones vendrían a ser el 23% de las estaciones de monitoreo que excedieron la norma de un total de 13 estaciones, generando así riesgos contra la salud de la población y un 77% que no excede teniendo así un aire adecuado dentro de la Universidad Privada del Norte.
3. La instalación de las placas receptoras de vidrio, debe realizarse el mismo día que se pesan, con la finalidad de no afectar los resultados.
4. Se recomienda instalar las placas receptoras protegiéndolas bajo sombra.

5. Para mejorar la calidad del aire se debería hacer revisiones técnicas vehiculares, al menos una vez al año a través de políticas ambientales establecidas por la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

4.2 Conclusiones

1. Se determinó la concentración de contaminantes sólidos para el periodo de mayo del 2017 unas cantidades que oscilan entre 1 Tn/Km²/30 días a 6.1 Tn/Km²/30 días y 0.60 Tn/Km²/30 días a 6.1 Tn/Km²/30 días para el mes de junio del 2017.
2. La relación con la Norma de la Organización Mundial de la Salud (OMS) las estaciones E2, E3, E11 para el mes de mayo del 2017, que están ubicadas al oeste con respecto a la Universidad Privada del Norte exceden en un 16% el valor de 5 Tn/Km²/30 días establecidas por dichas normas, éstas estaciones vendrían a ser el 23% de las estaciones de monitoreo que excedieron la norma de un total de 13 estaciones, generando así riesgos contra la salud de la población y un 77% que no excede, teniendo así un aire adecuado dentro de la Universidad Privada del Norte.
3. La relación con la Norma de la Organización Mundial de la Salud OMS las estaciones E2, E3, E11, E12 para el mes de mayo del 2017, que están ubicadas al oeste con respecto a la Universidad Privada del Norte exceden en un 11% el valor de 5 Tn/Km²/30 días establecidas por dichas normas, éstas estaciones vendrían a ser el 31% de las estaciones de monitoreo que excedieron la norma de un total de 13 estaciones, generando así riesgos contra la salud de la población y un 69% que no excede, teniendo así un aire adecuado dentro de la Universidad Privada del Norte.

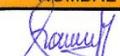
REFERENCIAS

1. Cortez Araujo, J. (2013). Evaluación de la contaminación atmosférica en el aire ambiente de Manizales por COPs Y PM10. (Tesis inédita de maestría). Universidad Nacional de Colombia.
2. Frers, C. (24 de Julio de 2010). La contaminación atmosférica... Un problema. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de 24/07/2010: http://www.ecoport.net/Temas-Especiales/Contaminacion/la_contaminacion_atmosferica_un_problema
3. Gonzales Duque, C. (2011). Calidad del aire en la zona centro y oriente de la ciudad de Manizales: influencia del material particulado (PM10) y lluvia ácida. (Tesis inédita de maestría). Universidad Nacional de Colombia.
4. La dirección general de salud ambiental. Protocolo y monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos, 2005. Perú.
5. Roncal, M. (Diciembre de 2008). Monitoreo de contaminantes sólidos Sedimentables (CSS) en la Ciudad de Celendín durante el periodo: abril- junio del 2008. Fiat Lux,
6. Sanz, D. (4 de Octubre de 2013). La contaminación ambiental y la calidad del aire. Recuperado el 25 de setiembre de 2016, de <http://climaticocambio.com/contaminacion-ambiental-calidad-aire/>
7. Torres, M. (6 de Febrero de 2015). DESA detectó concentración de monóxido de carbono por encima de los estándares de calidad del aire. Cajamarca, Cajamarca, Perú. Recuperado el 20 de Setiembre de 2016, de <http://www.regioncajamarca.gob.pe/actividades-area/desa-detect-concentraci-n-de-mon-xido-de-carbono-por-encima-de-los-est-ndares-de-calidad-del-aire>

8. Universidad Nacional de Ingeniería. (2004). Modelo de Dispersión de Contaminantes Sólidos Atmosféricos en la Ciudad de Lima. Revista de la Facultad de Ciencias de la UNI - REVCUNI, 19.
9. Warner, W. (2008). Contaminación del Aire. Mexico: Limusa.

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Ficha de recolección de datos Peso Inicial del mes de Mayo.

LABORATORIO DE QUÍMICA – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																															
PROTOCOLO																															
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTARIOS PARA EL PERIODO MAYO – JUNIO 2017 EN EL ENTORNO DE LA UPN Y SU RELACIÓN CON LA NORMA OMS.																													
	TESISTA	CARLOS ELDER RUDECINDO CALUA CARRASCO																													
	CÓDIGO	707683	FECHA	MAYO 2017																											
ENSAYO	PESO DE MUESTRAS																														
<ul style="list-style-type: none"> • Peso de placas recolectoras de vidrio de 10 cm x 10 cm con vaselina. 																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Estaciones</th> <th>Peso Inicial (gr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>E1</td><td>72.080</td></tr> <tr><td>E2</td><td>70.713</td></tr> <tr><td>E3</td><td>71.197</td></tr> <tr><td>E4</td><td>70.647</td></tr> <tr><td>E5</td><td>71.437</td></tr> <tr><td>E6</td><td>70.646</td></tr> <tr><td>E7</td><td>70.778</td></tr> <tr><td>E8</td><td>71.782</td></tr> <tr><td>E9</td><td>70.516</td></tr> <tr><td>E10</td><td>70.671</td></tr> <tr><td>E11</td><td>70.441</td></tr> <tr><td>E12</td><td>70.650</td></tr> <tr><td>E13</td><td>71.009</td></tr> </tbody> </table>				Estaciones	Peso Inicial (gr)	E1	72.080	E2	70.713	E3	71.197	E4	70.647	E5	71.437	E6	70.646	E7	70.778	E8	71.782	E9	70.516	E10	70.671	E11	70.441	E12	70.650	E13	71.009
Estaciones	Peso Inicial (gr)																														
E1	72.080																														
E2	70.713																														
E3	71.197																														
E4	70.647																														
E5	71.437																														
E6	70.646																														
E7	70.778																														
E8	71.782																														
E9	70.516																														
E10	70.671																														
E11	70.441																														
E12	70.650																														
E13	71.009																														
OBSERVACIONES:																															
INVESTIGADOR		AESOR DE TESIS																													
Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco		Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero																													
NOMBRE Y FIRMA		NOMBRE Y FIRMA																													
																															
FECHA:	05 - 05 - 2017	FECHA:	05 - 05 - 2017																												

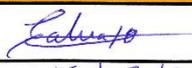
ANEXO n.º 2. Ficha de recolección de datos Peso Final del mes de Mayo.

LABORATORIO DE QUÍMICA – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																															
PROTOCOLO																															
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTARIOS PARA EL PERIODO MAYO – JUNIO 2017 EN EL ENTORNO DE LA UPN Y SU RELACIÓN CON LA NORMA OMS.																													
	TESISTA	CARLOS ELDER RUDECINDO CALUA CARRASCO																													
	CÓDIGO	707683	FECHA	MAYO 2017																											
ENSAYO	PESO DE MUESTRAS																														
<ul style="list-style-type: none"> • Peso de placas recolectoras de vidrio de 10 cm x 10 cm con vaselina y CSS. 																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Estaciones</th> <th>Peso Final (gr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>E1</td><td>72.090</td></tr> <tr><td>E2</td><td>70.769</td></tr> <tr><td>E3</td><td>71.254</td></tr> <tr><td>E4</td><td>70.665</td></tr> <tr><td>E5</td><td>71.458</td></tr> <tr><td>E6</td><td>70.664</td></tr> <tr><td>E7</td><td>70.809</td></tr> <tr><td>E8</td><td>71.811</td></tr> <tr><td>E9</td><td>70.559</td></tr> <tr><td>E10</td><td>70.701</td></tr> <tr><td>E11</td><td>70.502</td></tr> <tr><td>E12</td><td>70.695</td></tr> <tr><td>E13</td><td>71.039</td></tr> </tbody> </table>				Estaciones	Peso Final (gr)	E1	72.090	E2	70.769	E3	71.254	E4	70.665	E5	71.458	E6	70.664	E7	70.809	E8	71.811	E9	70.559	E10	70.701	E11	70.502	E12	70.695	E13	71.039
Estaciones	Peso Final (gr)																														
E1	72.090																														
E2	70.769																														
E3	71.254																														
E4	70.665																														
E5	71.458																														
E6	70.664																														
E7	70.809																														
E8	71.811																														
E9	70.559																														
E10	70.701																														
E11	70.502																														
E12	70.695																														
E13	71.039																														
OBSERVACIONES:																															
INVESTIGADOR		AESOR DE TESIS																													
Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco		Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero																													
NOMBRE Y FIRMA		NOMBRE Y FIRMA																													
																															
FECHA	05-06-2017	FECHA:	05/06-2017																												

ANEXO n.º 3. Ficha de recolección de datos Peso Inicial del mes de Junio.

LABORATORIO DE QUÍMICA – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																															
PROTOCOLO																															
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTARIOS PARA EL PERIODO MAYO – JUNIO 2017 EN EL ENTORNO DE LA UPN Y SU RELACIÓN CON LA NORMA OMS.																													
	TESISTA	CARLOS ELDER RUDECINDO CALUA CARRASCO																													
	CÓDIGO	707683	FECHA	JUNIO 2017																											
ENSAYO	PESO DE MUESTRAS																														
<ul style="list-style-type: none"> Peso de placas recolectoras de vidrio de 10 cm x 10 cm con vaselina. 																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Estaciones</th> <th>Peso Inicial (gr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>E1</td><td>70.595</td></tr> <tr><td>E2</td><td>70.538</td></tr> <tr><td>E3</td><td>71.323</td></tr> <tr><td>E4</td><td>70.346</td></tr> <tr><td>E5</td><td>70.508</td></tr> <tr><td>E6</td><td>70.554</td></tr> <tr><td>E7</td><td>71.078</td></tr> <tr><td>E8</td><td>70.286</td></tr> <tr><td>E9</td><td>70.319</td></tr> <tr><td>E10</td><td>71.406</td></tr> <tr><td>E11</td><td>71.073</td></tr> <tr><td>E12</td><td>69.754</td></tr> <tr><td>E13</td><td>70.658</td></tr> </tbody> </table>				Estaciones	Peso Inicial (gr)	E1	70.595	E2	70.538	E3	71.323	E4	70.346	E5	70.508	E6	70.554	E7	71.078	E8	70.286	E9	70.319	E10	71.406	E11	71.073	E12	69.754	E13	70.658
Estaciones	Peso Inicial (gr)																														
E1	70.595																														
E2	70.538																														
E3	71.323																														
E4	70.346																														
E5	70.508																														
E6	70.554																														
E7	71.078																														
E8	70.286																														
E9	70.319																														
E10	71.406																														
E11	71.073																														
E12	69.754																														
E13	70.658																														
OBSERVACIONES:																															
INVESTIGADOR		AESOR DE TESIS																													
Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco		Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero																													
NOMBRE Y FIRMA		NOMBRE Y FIRMA																													
																															
FECHA	05-06-2017	FECHA:	05-06-2017																												

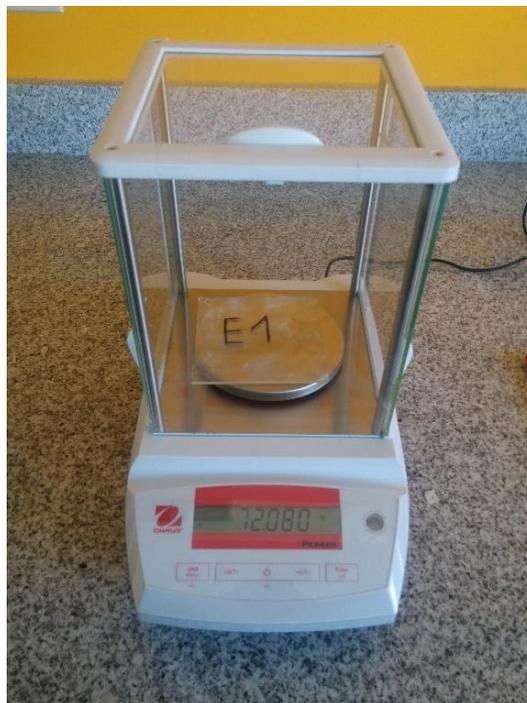
ANEXO n.º 4. Ficha de recolección de datos Peso Final del mes de Junio.

LABORATORIO DE QUÍMICA – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																															
PROTOCOLO																															
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES SÓLIDOS SEDIMENTARIOS PARA EL PERIODO MAYO – JUNIO 2017 EN EL ENTORNO DE LA UPN Y SU RELACIÓN CON LA NORMA OMS.																													
	TESISTA	CARLOS ELDER RUDECINDO CALUA CARRASCO																													
	CÓDIGO	707683	FECHA	JUNIO 2017																											
ENSAYO	PESO DE MUESTRAS																														
<ul style="list-style-type: none"> • Peso de placas recolectoras de vidrio de 10 cm x 10 cm con vaselina y CSS. 																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Estaciones</th> <th>Peso Final (gr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>E1</td><td>70.601</td></tr> <tr><td>E2</td><td>70.599</td></tr> <tr><td>E3</td><td>71.376</td></tr> <tr><td>E4</td><td>70.373</td></tr> <tr><td>E5</td><td>70.538</td></tr> <tr><td>E6</td><td>70.575</td></tr> <tr><td>E7</td><td>71.112</td></tr> <tr><td>E8</td><td>70.322</td></tr> <tr><td>E9</td><td>70.357</td></tr> <tr><td>E10</td><td>71.429</td></tr> <tr><td>E11</td><td>71.129</td></tr> <tr><td>E12</td><td>69.806</td></tr> <tr><td>E13</td><td>70.678</td></tr> </tbody> </table>				Estaciones	Peso Final (gr)	E1	70.601	E2	70.599	E3	71.376	E4	70.373	E5	70.538	E6	70.575	E7	71.112	E8	70.322	E9	70.357	E10	71.429	E11	71.129	E12	69.806	E13	70.678
Estaciones	Peso Final (gr)																														
E1	70.601																														
E2	70.599																														
E3	71.376																														
E4	70.373																														
E5	70.538																														
E6	70.575																														
E7	71.112																														
E8	70.322																														
E9	70.357																														
E10	71.429																														
E11	71.129																														
E12	69.806																														
E13	70.678																														
OBSERVACIONES:																															
INVESTIGADOR		AESOR DE TESIS																													
Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco		Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero																													
NOMBRE Y FIRMA		NOMBRE Y FIRMA																													
																															
FECHA	05/07/2017	FECHA:	05/07/2017																												

ANEXO n.º 5. Panel fotográfico.



Fotografía N° 1. Pesado de cada placa de vidrio con vaselina en balanza analítica.



Fotografía N° 2. Pesado de placa de vidrio con vaselina de la E1.



Fotografía N° 3. Sacando coordenadas de la E1 de monitoreo.



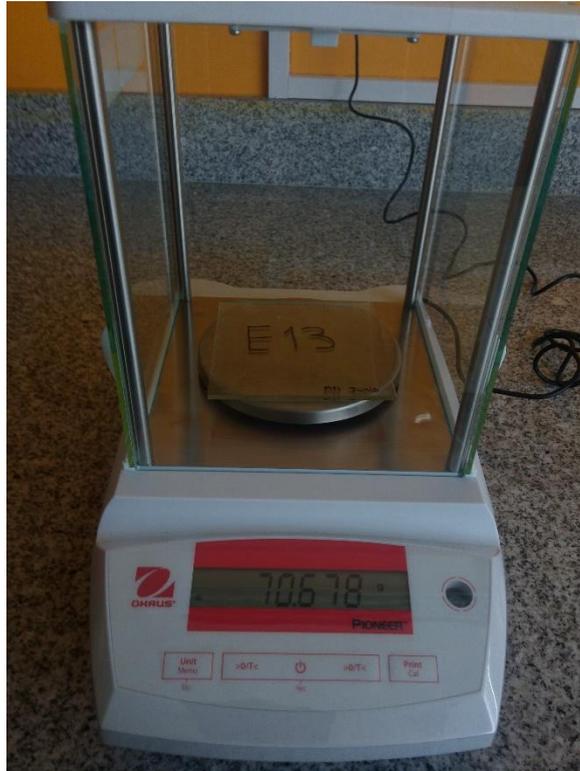
Fotografía N° 4. Colocación de Placa receptora de CSS.



Fotografía N° 5. Placa receptora de vidrio.



Fotografía N° 6. Recojo de placas de vidrio y CSS.



Fotografía N° 7. Pesado de placa de vidrio con vaselina y CSS.