



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Reducción de niveles de contaminación del aire por medio de pintura
foto-catalítica, en Av. Bolognesi con Balta, Chiclayo, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Irigoin Cieza, Rosa Fiorella ([ORCID: 0000-0002-9485-7106](https://orcid.org/0000-0002-9485-7106))

Mendoza Becerra, Flor de María ([ORCID: 0000-0002-5493-8614](https://orcid.org/0000-0002-5493-8614))

ASESOR:

Dr. Arbulú López, César Augusto ([ORCID:0000-0002-4141-7924](https://orcid.org/0000-0002-4141-7924))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

CHICLAYO-PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por haberme permitido cumplir la meta y llegar a ser una profesional a pesar de los tiempos difíciles que se están viviendo a nivel mundial; por siempre cuidar de mí y de mis seres queridos.

A mis padres, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y más en el proceso de mi trabajo de investigación.

Flor de María

A Dios por guiar cada uno de mis pasos y permitir que me convierta en una profesional, ya que sin el nada es posible.

A mis padres y abuelos ya que por sus consejos pude concluir esta carrera, ellos son mi verdadera motivación siempre pues me brindan su apoyo incondicional y son mi soporte pese a toda circunstancia.

Rosa Fiorella

Agradecimiento

Gracias a Dios por permitirme llegar hasta este momento de mi vida y por darme la dicha de compartir y disfrutar de mis seres queridos.

Agradezco a mis padres por su apoyo en cada momento importante en mi vida. El camino ha sido difícil, pero con su ayuda y amor he logrado seguir adelante y poder cumplir mis metas.

Flor de María

En primer lugar, agradezco a Dios por no permitir que decaiga y me mantenga firme hasta el término de mi carrera profesional, también agradezco a mi madre y hermano por ser mi ejemplo a seguir. Gracias por siempre creer y confiar en mí.

Rosa Fiorella

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización	12
3.3. Escenario de estudio.....	15
3.4. Participantes	16
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.6. Procedimiento	17
3.7. Rigor científico	20
3.8. Método de análisis de datos.....	21
3.9. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
V. CONCLUSIONES	36
VI. RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS	38
ANEXOS.....	46

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Coordenadas UTM de la intersección de las Av. Bolognesi y Balta</i>	18
Tabla 2: <i>Características generales del producto</i>	19
Tabla 3: <i>Principales contaminantes encontrados en la ciudad de Chiclayo y sus cantidades</i>	23
Tabla 4: <i>Reducción de contaminantes al quinto día de aplicación de la pintura fotocatalítica (TiO₂ 5% + Grafeno 5%)</i>	29
Tabla 5: <i>Conversión de concentraciones a ug/m³(TiO₂ 5% + Grafeno 5%)</i>	29
Tabla 6: <i>Simulación de la aplicación de la pintura</i>	30
Tabla 7: <i>Reducción de contaminantes al quinto día de aplicación de la pintura fotocatalítica (TiO₂ al 20%)</i>	31
Tabla 8: <i>Conversión de concentraciones a ug/m³ (TiO₂ al 20%)</i>	31
Tabla 9: <i>Simulación de la aplicación de la pintura</i>	32

Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Área de estudio.....	18
<i>Figura 2:</i> Pintura AmbientPro+ Premium de 20L.....	19
<i>Figura 3:</i> Pintura PhotoCryl Activa Asphalt de 15L.....	20
<i>Figura 4:</i> Proceso catalítico de la pintura aplicada en una superficie	25
<i>Figura 5:</i> Porcentaje de aceptación para la aplicación de la pintura foto-catalítica en la intersección de la Av. Bolognesi con Av. Balta.....	26
<i>Figura 6:</i> Concentración de NO ₂ en la Región de Arequipa aplicando la pintura foto-catalítica.....	27
<i>Figura 7:</i> Simulación de la capacidad de la pintura para fachadas en la ciudad de Chiclayo con datos extraídos de su aplicación en Lima	30
<i>Figura 8:</i> Simulación de la capacidad de la pintura para pistas en la ciudad de Chiclayo con datos extraídos de su aplicación en Lima	32

Resumen

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal reducir los niveles de contaminación del aire por medio de pintura foto-catalítica, en las Av. Bolognesi y Balta Chiclayo, 2021. El cual será de tipo aplicada puesto que se tomarán las perspectivas de la actualidad y el sustento teórico aprendido para plantear una alternativa de solución a la problemática de la contaminación del aire, en consecuencia, el enfoque que tendremos es cualitativo, con diseño descriptivo.

Se realizó una ficha de entrevista que posteriormente se analizó y se obtuvo tras su aplicación a los moradores de la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, para que, con ello, se pueda corroborar que los resultados obtenidos logran responder a los objetivos planteados en la presente investigación en conjunto con las categorías y subcategorías.

Se logró reducir los niveles de contaminación presentes en el aire mediante la pintura foto-catalítica sin causar daños al ambiente ni a la comunidad. Además, que mientras más tiempo más reducción de concentraciones contaminantes se lograran minimizar e incluso hasta eliminar.

Palabras clave: Niveles de contaminación del aire, pintura foto-catalítica, cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta

Abstract

The main objective of this research project is to reduce air pollution levels by means of photo-catalytic paint, on Av. Bolognesi and Balta Chiclayo, 2021. Which will be of an applied type since the perspectives of the present and the theoretical support learned will be taken to propose an alternative solution to the problem of air pollution, consequently, the approach we will have is qualitative, with descriptive design.

An interview form was carried out that was subsequently analyzed and obtained after its application to the inhabitants of block 5 and 6 of Av. Bolognesi with block from 2 to 6 of Av. Balta, so that, with this, it can be corroborated that the results obtained manage to respond to the objectives set out in this research in conjunction with the categories and subcategories.

It is possible to reduce the levels of pollution present in the air through photo-catalytic paint without causing damage to the environment or the community. In addition, the longer the more reduction of pollutant concentrations will be minimized and even eliminated.

Keywords: Air pollution levels, photo-catalytic paint, block 5 and 6 of Av. Bolognesi with block from 2 to 6 of Av. Balta

I. INTRODUCCIÓN

Se sabe a ciencia cierta que existen diversos microorganismos y gases suspendidos en el aire los cuales no son visibles pero que intervienen en la actividad cotidiana de las personas, por ejemplo, cuando vamos transitando por las vías públicas, las emisiones de gases originadas por la gran cantidad de vehículos en especial aquellos en mal estado afectan a la salud de los transeúntes como también de los pasajeros.

Con respecto al crecimiento poblacional a nivel mundial, va incrementándose a un ritmo acelerado y junto a ello el aumento de gases perjudiciales para el ambiente y la humanidad, debido al exceso de vehículos especialmente en las ciudades del primer mundo; ya que cada día van mejorando e innovando en el ámbito científico y tecnológico; acciones que deterioran y perjudican aún más el recurso aire.

En el caso de nuestro país existen diversas partículas contaminantes que no son observadas a simple vista, como los microorganismos, concentraciones de Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Óxidos de Azufre (SO_x), Monóxido de Carbono y contaminantes orgánicos (COV). (SENAMHI,2014, p. 5) Los cuales afectan tanto al ambiente como al ser humano, llegando a causar enfermedades desde las más leves hasta las mortales según lo visto en los últimos años.

En la ciudad de Chiclayo existe un gran parque automotor siendo el causante de la emisión de gases contaminantes los cuales son considerados gases de efecto invernadero, debido a que la mayoría son vehículos obsoletos y en mal estado, al igual que los motorizados, todo esto perjudica la calidad del aire contaminándolo y causando daños en la calidad de vida de los pobladores siendo la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 la Av. Balta las de mayor afectación por ser las más concurridas.

Es por esta razón que nos planteamos el siguiente problema: ¿Se podrá reducir los niveles de contaminación del aire por medio de pintura foto-catalítica en las Av. Bolognesi y Balta Chiclayo, 2021?

El presente trabajo de investigación se ve justificado por la capacidad de la pintura foto-catalítica al ser usada en superficies de concreto, madera, asfalto, etc., ya que

mantiene las superficies limpias de agentes patógenos, además minimiza gases contaminantes y elimina malos olores. En efecto contribuye al ambiente positivamente reduciendo las concentraciones de GEI, como también a la vida humana.

En cuanto a la aplicación de la pintura, esta hace uso de la energía solar mediante la catálisis que se produce al tener contacto con la superficie tratada. Por esta razón se debe aprovechar las zonas con mayor radiación solar, en el caso del Perú sería más fructífero aplicarla en la zona norte.

Por lo que planteamos que la utilización y aplicación de la pintura foto-catalítica en la ciudad de Chiclayo exactamente en la intersección de las Av. Bolognesi con Balta en donde el tránsito es más fluido a diferencia de otros lugares, la técnica funcionaría y ayudaría con la disminución de la contaminación del aire y mejoraría así su calidad, igualmente con la vida de la población aledaña que se ve afectada por la mencionada polución.

Es así, que en este proyecto de investigación destacamos los beneficios de la pintura ya antes mencionada como una alternativa de solución ante la problemática de la contaminación del aire, para así cumplir con la normativa establecida para este recurso ambiental. Además, la adquisición de la pintura se puede hacer vía online, desde la página mercado libre o comunicándose directamente con la empresa que elabora esta pintura, se adquiere desde de 1L a 23L.

Asimismo, es importante señalar que se tomó como zona de estudio la Av. Bolognesi y Balta porque son calles espaciosas lo cual permitirá que la pintura cumpla mejor su función debido a que los contaminantes se adherirán con mayor facilidad.

Cabe resaltar que la aplicación también puede darse en centros de salud para reducir la presencia de microorganismos y en los mercados para combatir los malos olores provenientes de la descomposición de los alimentos.

Teniendo en cuenta las siguientes hipótesis:

Ha: Sí, se utiliza pintura foto-catalítica, en la intersección de las Av. Bolognesi y Balta, entonces se podrá reducir los niveles de contaminación del aire.

Ho: Sí, se utiliza pintura foto-catalítica, en la intersección de las Av. Bolognesi y Balta, entonces no se podrá reducir los niveles de contaminación del aire.

Es por ello que el objetivo general de esta investigación es:

- Reducir los niveles de contaminación del aire por medio de pintura foto-catalítica, en las Av. Bolognesi y Balta Chiclayo, 2021.

Así mismo tomamos en cuenta los siguientes objetivos específicos:

- Identificar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.
- Identificar las propiedades químicas de la pintura foto-catalítica a utilizar en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.
- Describir el procedimiento para aplicar la pintura foto-catalítica en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.
- Explicar los niveles de contaminación del aire aplicando pintura foto-catalítica en algunos lugares del Perú.
- Comparar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo, antes y después de aplicada la pintura foto-catalítica.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional tenemos a Bermejo, Mariana (2018) En su investigación nos señala los conceptos básicos acerca de la contaminación atmosférica y posteriormente su investigación como también su aplicación en los materiales de construcción, con el fin de mejorar el recurso aire, así mismo, se planteará como una solución en el centro de Madrid. Por consiguiente, se realizará un análisis de las condiciones en que se encuentra la ciudad tanto a nivel climatológico como de contaminación y sus posibles localizaciones para aplicarla.

No solo el uso de la pintura puede ser en las fachadas de las viviendas o centros comerciales, sino que también en los elementos de construcción, tales como concreto y señalizaciones de tránsito, lo que demuestra que su aplicación es diversa.

Elkoro, Ander (2018) Nos habla sobre la realización de un nuevo método para la impresión en 3D de las nano partículas de TiO_2 y sus usos en la desinfección en el recurso aire y la producción de hidrógeno, mostrando así una gran capacidad de fotooxidación de acetaldehído. Es así que nos conlleva a una nueva forma de fachada, la cual representa un aumento de su actividad en relación a otras soluciones.

Luévano, Edith (2015) Señala que se evaluó la eficiencia de la tecnología en mención para la descontaminación del aire por medio de la desinfección de gases contaminantes de tipo NO_x . Para tal fin se elaboró un reactor fotocatalítico en concordancia a la normativa internacional ISO 22197-1 con la finalidad de realizar los muestreos en condiciones estándar a las establecidas y dar así un buen sustento a los resultados alcanzados.

Hay que destacar que en este proceso ayuda a la minimización de contaminantes presentes en el aire como los NO_x , afianzándonos de la tecnología adecuada para un mejor resultado.

Schumacher, Rocío (2016) Menciona que estudiar la capacidad de inactivación de mohos ambientales mediante la aplicación de la pintura formuladas con TiO_2 modificado y su posterior activación por luz visible.

Se realizó muestreos con esta pintura, llegando a la conclusión de que se obtuvo una alta efectividad de la pintura diseñada, así mismo como el efecto fungicida que posee ya que actúa también en condiciones de oscuridad, mostrando los beneficios de este tipo de pinturas.

Bernardoni, Massimo (2019) Nos menciona que, tras trabajar en su empresa productora de materiales de construcción se encontró con una matriz hecha con cemento a la cual se le agregaba una partícula con la capacidad de eliminar gases contaminantes, principalmente los óxidos de nitrógeno.

Debido a varias correcciones se dio origen un recurso con capacidad purificadora a la que la actualidad se tiene como resultado una pintura foto-catalítica, esta pintura tiene una capacidad muy alta, es decir que según el autor elimina más de un 90% de gases NO_x después de 60 minutos de ser aplicada.

García, Lucía (2016) Se enfocó en analizar los gastos que conllevaban estos materiales, así como su potencial descontaminante para comprobar las ventajas de su puesta en obra en la realidad. Por consiguiente, se realizó una comparativa entre el uso de elementos comunes y la aplicación de estos descontaminantes en relación a sus costos.

En lo que se observó lo beneficioso que sería para el aire el uso de este elemento en los materiales de construcción ya que purificaría considerablemente dicho recurso en relación a los NO_x , y a su vez reduciría la afectación a las personas de la zona en la que se aplique este método.

Almazán, David (2018) En su estudio realizado buscó incluir esta tecnología en numerosos lugares del país español, incluso en algunas ciudades se considera el obligado uso de estos insumos pero que cuenten con la certificación pertinente de la Asociación Ibérica de la Fotocatálisis.

En el caso de las pinturas con esta tecnología las están insertando en pavimentos para señalizaciones en carreteras, en donde su aplicación es igual al convencional sin tener alguna precaución adicional.

Sugrañez, Rafael (2016) Nos hace referencia a que se enfocó en la realización de investigación la cual fue aplicable a la disertación de nuevos materiales en este rubro de la construcción con propiedades auto limpiantes (foto-catalíticas), en específico este estudio se realizó en morteros hechos con cemento.

Para ello se incorporó TiO_2 en los materiales para que se de cierta reacción y empiece con la minimización de gases que afectan el ambiente, por consecuencia se determinó el aprovechamiento al máximo de sus propiedades, pero teniendo en cuenta la relación costo-beneficio.

Guerrini, Gian et al. (2017) Muestra una visión general sobre la serie de características por las que posee estos elementos con el fin de ayudar a los proyectistas a optar y realizar superficies pavimentadas más sostenibles y duraderas. Hasta hoy se ha venido demostrando el buen desempeño de estos nuevos modelos de materiales vanguardistas que contribuyen a la mejoría del aire, pues reducirán los niveles de concentración de los gases causantes de la polución, especialmente de los NO_x hasta en un 60% e ciertas condiciones climáticas teniendo en cuenta el lugar en donde se desempeñan.

Gargori Carina y et al. (2017) En la presente nos menciona que realizó la caracterización de una paleta de colores los cuales presentaron una capacidad foto-catalítica, lo que les otorga la competencia autolimpiante y a que a su vez la eliminación de los contaminantes del aire. Para cada color se obtuvo una propiedad distinta para descontaminar.

Con respecto a la cita anterior, hace mención que la pintura foto-catalítica se encuentra en varios colores como: verde, amarillo, verde, naranja, cian y magenta.

Ramírez, Aníbal (2006) En este trabajo se estudió la foto-catálisis producida por el dióxido de titanio para la purificación y limpieza de agentes contaminantes presentes en la atmósfera. Los resultados que se obtuvieron en cuanto a la

autolimpieza no solo indica la capacidad en la durabilidad de los materiales con el uso de este componente químico, sino que además mencionan que se podría llegar a tener una reducción muy significativa en cuanto a la contaminación en las grandes ciudades.

González, Guillermo (2018) Fotocatálisis aplicada a los materiales de la construcción. En esta investigación se tuvo como finalidad realizar un estudio sobre la aplicación de esta tecnología en material usados para fines constructivos y así tener un concepto más amplio de sus beneficios.

En el caso de pinturas se observó que este proceso reacciona a la luz solar o artificial UV lo que hace que se active la fotocatálisis. Por ende, utilizar este tipo de tecnologías beneficiaría a gran escala a los vendedores como a los que adquieren el producto.

En el ámbito nacional se revisaron los trabajos previos de:

Fernández, John (2020) En su estudio nos muestra la finalidad de elaborar ciertas formas para la degradación o minimización de NO_x mediante la aplicación de las pinturas fotocatalíticas haciendo uso de nano partículas de TiO_2 para contrarrestar la contaminación atmosférica y mejorar su calidad en la ciudad en estudio.

Ante ello, se desarrolló el muestro para conocer las condiciones meteorológicas y del dióxido de nitrógeno (NO_2) donde una fue aplicada la pintura fotocatalítica, a diferencia de la otra que fue con la habitual. Seguidamente, se efectuó la captación del aire por medio del tren de muestro con un flujo de 60 minutos en distintas horas del día, específicamente cuando se alcanza la radiación solar directamente, esto ha permitido minimizar las concentraciones presentes en el aire, logrando un 10.5% de reducción del NO_2 en la ciudad de Arequipa. (Fernández, 2020, p. 36).

Para agregar el valor científico se considera las siguientes bases teóricas.

Nivel de contaminación del aire, a lo largo de los años la atmósfera atravesó muchos cambios que han ido afectándola considerablemente, incluso en la forma de vivir de las personas y los avances industriales contribuyeron con este deterioro. La ciencia comprobó que la deficiente calidad del aire puede ocasionar daños

graves para el medio ambiente, relacionándose así con una serie de enfermedades afectan a la salud humana. (Boldo,2016)

Este tipo de polución se conceptualiza por la presencia de agentes o elementos que contaminen el aire, alterando la composición y afectando a los ecosistemas presentes. Desde un punto de vista en cuestión a salud estas alteraciones generan afectaciones al bienestar humana. (Oyorzún, 2010)

Datos de emisiones de gases, estos nos indican los parámetros permitidos para cada gas más emitido a la atmosfera, en nuestro país existen los estándares de calidad ambiental para cada recurso. Según SENAMHI, el cual es el encargado de los monitores de emisiones en el aire nos menciona que, la cantidad de gases en suspensión que están presentes en mencionado recurso están estrechamente relacionados con el aumento del parque automotor. (2021, p. 10).

SENAMHI también nos menciona que el resultado de las estaciones de monitoreo para la ciudad de lima arrojó resultados dentro de los valores permitidos, pero sin embargo en ciertos horarios los valores tienden a subir es por eso que se calificó el estado de la calidad del aire entre buena y moderada.

Pintura foto-catalítica, está dentro del principio ambiental de limpieza de la misma naturaleza, en otras palabras, tiene similar función a la fotosíntesis ya que ambas utilizan la luz solar, eliminando los contaminantes más comunes de la atmósfera (NO_x , SO_x , COV_s), todo esto con el proceso de oxidación el cual funciona como activador de los rayos UV. (Bermejo, 2018).

Es un proceso fluido que es aplicado en una superficie en capas delgadas, con el transcurso del tiempo se va formando una película sólida adhiriéndose a la mencionada superficie, donde recubre, protege y decora la zona que ha sido aplicada. (Huepe, 2014).

Reacciones químicas de la pintura foto-catalítica, el principal requerimiento es la luz ultravioleta, para así crear agentes altamente oxidantes que faciliten la degradación de los compuestos orgánicos volátiles y a la vez eliminar los óxidos de nitrógenos, entre otros. (Huepe, 2014).

Para que el proceso de fotocatalisis en relación a la pintura funcione se tiene que producir la interacción entre el foto-catalizador el cual comprende al dióxido de titanio y la irradiación de la luz solar o UV, así mismo cuando se habla de la luz solar uno de los retos hoy en día es el diseño de materiales foto-catalíticos modificados. (Faraldos,2016).

Reacción a los rayos UV, el uso de este insumo muestra aspectos positivos en su aplicación en edificios como también al ambiente urbano con techos y paredes tapizadas mejorando la calidad del aire y reduciendo los daños producidos por el cambio climático, así mismo en la parte interior de edificios siempre y cuando tenga acceso a la luz solar o artificial UV. (Gargori, 2016).

Gracias a su capacidad para purificar los materiales de construcción generando condiciones estables para su uso siendo sometida a un nivel de radiación ultra violeta.

Los beneficios que implica la utilidad de utilizar este tipo de pintura, radican también en las diversas propiedades de auto limpieza y descontaminación en cortos espacios de tiempo ya que con ayuda del dióxido de titanio hace que aumente su efectividad. (Luna, 2019).

A la actualidad este tema ha tomado mucho interés para diversas organizaciones y es que resulta prometedor el uso de este principio pues representa un proceso amigable ambientalmente y de mucha utilidad para la población debido a que comprimirá los gases contaminantes en el aire. (Alejandre, 2019).

Por otro lado, señalamos los enfoques conceptuales propiamente dichos de nuestra investigación.

Según Almazán et al (2020) señalan que este método simboliza una solución a la problemática del aire por lo que plantea su aplicación para interiores y exteriores para la autolimpieza de envolventes de edificación, su carácter biocida y desodorizantes, así mismo, se deben implementar islas foto-catalíticas en puntos específicos donde los niveles de contaminación de NO_x , SO_x y COV_s sean de mayor proporción. (p.17).

Así mismo, menciona que hoy en día en relación al saneamiento del aire genera mayor preocupación ya que presenta contaminantes mencionados anteriormente y que al momento de inhalar por medio de la respiración puede llegar a causar enfermedades respiratorias o infecciones. (p.20).

Este tema es poco usado a nivel mundial sin embargo su estudio se da desde hace muchos años atrás donde se ha visto su aporte a la mejora del medio ambiente por su poder al destruir bacterias, la oxidación de contaminación, eliminación de COVs, entre otros. Es así que su proceso se da por la absorción de UV produciendo el efecto catalítico con la superficie y así eliminar los componentes presentes en el entorno. (Pichat, 2016, p.3).

Como ya ha sido mencionado con anterioridad, este proceso logra someter los daños originados disminuyendo sus concentraciones en la atmosfera, convirtiéndola en una actividad muy interesante para ejecutarla porque se relaciona con tecnología limpia y sobre todo segura, donde su principal recurso son los rayos solares. De esta manera presenta una vía competente como alternativa de solución ante la problemática de polución. (Prada, 2021, p.13).

Para su aplicación se pueden utilizar espray sobre los pavimentos existentes, esto mediante la pulverización con una capa foto-catalítica, siendo así que no requiere de modificaciones, pero se puede dañar por el tránsito de los vehículos en la zona. Por ello, su aplicación también podría considerarse en los postes y fachadas para una mayor duración, también se puede hacer uso de brochas y rodillos para pintar. (Martín, 2018, p.10).

Por consiguiente, Ardila et al (2019) refiere que el uso de una foto catalizador como el TiO_2 hace que el sistema sea más eco sustentable en el tiempo y a su vez más económico para su implementación considerando así las grandes ventajas medioambientales de este proceso. (p.16).

Con el aumento del parque automotor somos testigos de los altos niveles de contaminación que repercuten en nuestra salud y el ambiente llevándonos a padecer muchas falencias, es por ellos que hoy en día existe una enorme atención

para el desarrollo de técnicas basadas en la eliminación de estos agentes, en este caso se desarrolla la fotocatalisis. (Rojas y et al., 2019. p.2).

La tecnología en mención se basa en utilizar un catalizador lo cual con ayuda de la luz solar hará que se modifiquen o cambien químicamente los contaminantes en suspensión convirtiéndolos en agentes bio-degradables es decir que se pueden minimizar o mitigar, en algunos casos se llega a la eliminación completa del agente contaminante, sumándole a ello a que representa un proceso limpio. (Bengtsson, 2011. p.12).

Por otro lado, de acuerdo al Decreto Supremo N° 003-2017 MINAM que aprueba los estándares de calidad ambiental (ECA) para aire y establecen disposiciones complementarias, hace mención al SO₂ con un valor permitido de 250 ug/m³ por un periodo de 24 horas, así mismo el NO₂ con 200 ug/m³ por hora y 100 ug/m³ en un año, en cuanto al material particulado PM_{2.5} tiene un valor de 50 ug/m³ por 24 horas y 25 ug/m³ al año, de igual manera el PM₁₀ cuenta con un valor de 100 ug/m³ por 24 horas y 50 ug/m³. También el CO se acepta 30000 ug/m³ por una hora y 10000 ug/m³ por 8 horas, por último, el Ozono (O₃) se permite un valor de 100 ug/m³ por 8 horas.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El trabajo de investigación aplicada tiene como finalidad la obtención de conocimiento con aplicación directa en un determinado espacio de tiempo en el ámbito de estudio, asimismo esta representa una gran ventaja ya que se utilizan los conocimientos científicos adquiridos de la investigación de tipo básica. (Lozada, 2014, p. 2).

La presente investigación será de tipo aplicada puesto que se tomarán las perspectivas de la actualidad y el sustento teórico aprendido para plantear una alternativa de solución a la problemática ya mencionada con anterioridad, en consecuencia, el enfoque que tendremos es cualitativo.

3.1.2. Diseño de investigación

Se seguirá un diseño descriptivo, que nos va a permitir mencionar las diversas características del fenómeno estudiado entorno a su proceso y utilidad para así poder lograr los objetivos propuestos.

El diseño descriptivo es considerado de mucha ayuda ya que conllevará a realizar caracterizaciones y descripciones, de las propiedades, de las partes o del desarrollo de un suceso, es decir se orienta a detallar el acontecimiento e identificar las peculiaridades que este presenta, quiere decir que nos dirige a las caracterizaciones y diagnóstico descriptivos como tal. (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p. 80).

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización

Para la realización de las categorías y subcategorías se tendrán en cuenta las variables de estudio tomadas a detalle, así mismo estas serán apriorísticas, es decir que fueron construidas antes de la recopilación de información.

Los tópicos se plasman en el diseño de investigación por medio de las denotadas “categorías apriorísticas”, con su adecuada separación en subcategorías, componiendo así el término orgánico que guía y conduce a

la construcción de los instrumentos recopiladores de información. (Cisterna, 2005, p.12).

En este presente trabajo se consideraron cinco categorías que posteriormente se hace mención a las categorías y subcategorías correspondientes según nuestra investigación. (Ver anexo 1)

Categoría 1

Niveles de contaminación del aire en Chiclayo.

Sub categorías

- Estándares de calidad de aire. Será considerado en relación al Decreto Supremo N° 003-2017 MINAM, donde señala los valores permitidos para cada concentración contaminante. (Ver Anexo 2)
- Datos de emisiones de gases. Mediante las páginas de AccuWheater y Weather Spark obtendremos las cantidades producidas por el parque automotor.
- Principales contaminantes presentes en la ciudad de Chiclayo. Según los datos recolectados del AccuWheater, Weather Spark y The Weather Channel; determinaremos cuales son las concentraciones que generan mayor contaminación en la ciudad de estudio para así lograr reducirlos.

Categoría 2

Propiedades químicas de la pintura foto-catalítica.

Sub categorías

- Proceso catalítico. Se basa en reacciones catalíticas; las cuales integran los rayos solares o artificiales UV, además de un semiconductor; generalmente dióxido de titanio (TiO₂) que es el que poseen las pinturas de este tipo, la unión de estos dos hace que se produzca la fotocatalisis ayudando a la inactivación de microorganismos patógenos que están de forma suspendida en el aire. (Sanabria, 2010, p. 5).

- Reacción a los rayos UV. Reacción que tiene con los rayos solares al momento de ser aplicado permitiendo purificar el aire. (Faraldos,2016).
- Reacción con el TiO₂. Mediante el uso de nanopartículas de TiO₂ ayuda a contrarrestar la contaminación atmosférica, mejorando su calidad en la ciudad de estudio. (Fernández, 2020)

Categoría 3

Procedimiento de aplicación de la pintura.

Sub categorías

- Aplicación en materiales de construcción. Es sustancial que también sea aplicable a los materiales de construcción como en edificios y pavimentos especialmente en zonas urbanas, debido a que mejora el aire que respiramos. (Serrano, 2016, párr. 4).
- Aplicación en fachadas de tiendas y/o viviendas, para la aplicación de este tipo de pinturas se necesita que la pared ya sea en exterior o en interior estén previamente lijados y secos, antes de proceder con el pintando la superficie debe estar apta sin ninguna impureza. Posterior a ello se puede aplicar en la pared sin ningún cuidado adicional y se recomienda esperar para el secado 1 día x 1 mm de espesor a 20 °C y 65% de humedad relativa. (Graphen Stone, 2018. p.4).
- Valores climatológicos, soleamiento, dirección y velocidad del viento, considerando estos puntos se podrá obtener un mejor resultado en cuanto a la reducción de los contaminantes puesto que requiere de los rayos UV considerando el viento a su favor.

Categoría 4

Niveles de contaminación de aire aplicando la pintura en el Perú.

Sub categorías

- Superficies tratadas con mayor afectación de gases contaminantes. Aplicar en zonas que son más afectadas por la polución para que exista una mejora en cuanto al aire de la ciudad.
- Cantidad de gases contaminantes presentes en el aire. Conocer los gases presentes en la zona de estudio para poder examinar la reducción de estos al aplicar la pintura.
- Reducción de niveles de contaminación, se observa la cantidad de gases reducidos por la aplicación de la pintura.

Categoría 5

Niveles de contaminación del aire, antes y después de aplicar la pintura.

Sub categorías

- Cantidad de gases contaminantes antes de ser aplicada la pintura foto-catalítica. Se observa la cantidad de emisiones que se produce en la ciudad principalmente en las avenidas 5 y 6 de Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 la Av. Balta.
- Cantidad de gases contaminantes después de ser aplicada la pintura foto-catalítica. Hace mención a la cantidad de concentraciones existentes después de haber ejecutado el proceso de aplicación de la pintura.
- Reducción de los niveles de contaminación. Finalmente, se comparará los resultados obtenidos antes y después de ser aplicada la pintura y así destacar los beneficios que tiene con el ambiente.

3.3. Escenario de estudio

- **Tráfico;** tendremos la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de Av. Balta por las que se evidencia la gran concurrencia de vehículos y motorizados, cabe mencionar que estas avenidas son dos de las principales avenidas de la ciudad de Chiclayo, ubicadas en la parte central, las cuales presentan gran actividad comercial de

productos representativos de la ciudad, teniendo la presencia de tiendas por departamento, agencias de viaje, restaurantes, entre otros.

- **Niveles de contaminación en la ciudad de Chiclayo;** En la actualidad debido a la coyuntura que estamos atravesando hizo que los niveles de contaminación en el aire de mencionada ciudad se reduzcan obteniéndose calificaciones como excelentes. Según AccuWeather (2021), en el caso de $PM_{2.5}$ se tiene un valor de $12 \mu g/m^3$, para PM_{10} un valor de $11 \mu g/m^3$, para O_3 un valor de $40 \mu g/m^3$, para SO_2 un valor de $1 \mu g/m^3$, para NO_2 un valor de $0 \mu g/m^3$ y para CO un valor de $75 \mu g/m^3$. En cual podemos observar que los valores están dentro de los ECA para aire permitidos, pero sin embargo en el transcurrir de los meses esto puede ser cambiante y llegar a aumentar. (Ver Anexo 3)
- **Valores climatológicos;** En la ciudad de Chiclayo, el mes con la temperatura más elevada en promedio es febrero con $28.8^\circ C$ siendo la temperatura más baja en el mes de setiembre con $15.4^\circ C$, además el mes con mayor precipitación es marzo con 9.31 mm/mes (SENAMHI, 2021) (Ver Anexo 4)
- **Soleamiento;** El transcurso del día en Chiclayo se mantiene constante durante todo el año. Es así que, varía 31 min de las 12 horas del año. Siendo así, el día más corto el 20 de junio con 11 horas y 44 min de irradiación naturales, a diferencia del 21 de diciembre que es el día más largo con 12 horas y 31 min de irradiación natural. (Weather Spark, 2021) (Ver Anexo 5)
- **Dirección del viento;** El promedio de la dirección del viento es predominante de sur a norte (Weather Spark, 2021) (Ver Anexo 6)
- **Velocidad del viento;** La velocidad del viento varía entre los intervalos de 15 a 35 km/h en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de Av. Balta. (Weather Spark, 2021) (Ver Anexo 7)

3.4. Participantes

Los participantes en este proyecto de investigación son las personas residentes y transeúntes de la cuadra 5 y 6 de la Avenida Bolognesi con la

cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, la cual está conformada por 30 entrevistados como comerciantes y transeúntes.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En relación para la recolección de datos se utilizó la técnica de observación y análisis de la información obtenida por medio de páginas confiables donde señale la cantidad de gases generados en la ciudad las cuales son mayormente emitidas por los vehículos que transitan la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta. Ante ello, se utilizó los siguientes instrumentos:

- Ficha de entrevista
- Microsoft (Excel y Word)
- Google Earth Pro
- Weather Spark
- AccuWheater
- Meteoblue Wheater
- The Weather Channel
- Paico (Tesis) Eficiencia en la reducción de gases contaminantes utilizando pintura Ecograti, en el Centro de Salud Laura Rodríguez Dulanto – 2018.
- Fernández (Tesis) Degradación de óxidos de nitrógeno (NO_x) mediante la aplicación de pintura fotocatalítica usando nanopartículas de TiO_2 , para mejorar la calidad del aire

3.6. Procedimiento

Mediante el programa Google Earth Pro se definirá la zona donde será aplicada la pintura, cuyas coordenadas UTM son de sistema WGS84 para una mayor precisión del lugar donde será aplicado. A continuación, se muestra las coordenadas.

Tabla 1: *Coordenadas UTM de la intersección de las Av. Bolognesi y Balta*

Vértice	Lado	Coordenadas UTM- WGS84	
1	centro	6° 46.597'S	79° 50.415'O
P2	P2-P3	6° 46.593'S	79° 50.431'O
P3	P2-P3	6° 46.611'S	79° 50.300'O
P4	P4-P5	6° 46.607'S	79° 50.335'O
P5	P4-P5	6° 46.392'S	79° 50.318'O
Avenidas		Metros	Kilómetros
Bolognesi		245 m	0.24 km
Balta		400 m	0.40 km

Fuente: Elaboración propia.

Con ayuda del programa Google Earth Pro, permitirá reconocer la zona de estudio partiendo desde las coordenadas UTM.

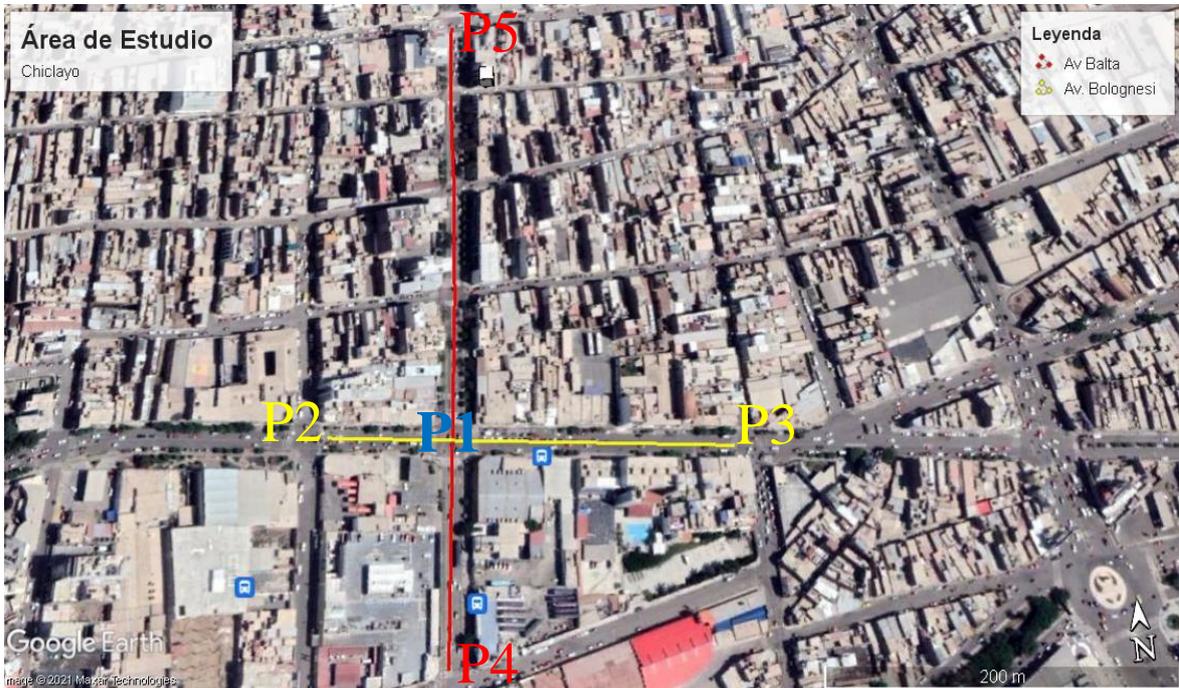


Figura 1: Área de estudio

Fuente: Google Earth, 2021

Una vez determinada la zona vamos a aplicar la pintura especialmente en fachadas y pistas de estas avenidas, considerando el soleamiento para una mayor reacción y en lograr minimizar las concentraciones encontradas en el aire.

Pues, su preparación es igual a una pintura convencional. Sin embargo, hemos considerado cierta pintura para fachadas y otra para pista esto

porque los materiales a usar para ambos casos son diferentes debido a que tienen mejor reacción en la zona destinada para su aplicación.

- **Fachadas:** AmbientPro+ Premium es una pintura de tecnología limpia y natural, además contiene grafeno con acabado mineral mate en blanco. Tiene la capacidad de descomponer compuestos orgánicos y gases inorgánicos debido a la incidencia de la luz, que puede ser de manera natural o artificial, un dato importante es que es perfecto para la descontaminación de la polución en ciudades con mayor contaminación atmosférica, a la vez favorece la eliminación de olores de animales domésticos, tabaco, etc. (Ver Anexo 8)



Figura 2: Pintura AmbientPro+ Premium de 20L

Fuente: Potsdeco.com

Tabla 2: Características generales del producto

Rendimiento	6-9m ² /L (2 capa) 12-18m ² /L (1 capa)
Secado	2-4 horas (entre capas) 24 horas (secado total)
Cubrición	Excelente
Lavabilidad	Muy buena

Contribuye al ahorro energético debido a su gran poder reflectante y emitancia térmica. La tecnología de grafeno (material con mayor conductividad térmica científicamente probada), regula y distribuye la temperatura de los espacios evitando condensaciones y reduciendo puntos fríos.

Fuente: Graphenstone, the original & authentic

- **Pista:** PhotoCryl Activa Asphalt, esta pintura es hecha especialmente para pavimentos asfálticos debido a su mayor durabilidad. A esta pintura se realizaron ensayos según la ISO 22197-1, donde ha mostrado como resultado la eliminación del 89% de los contaminantes como el NO que existía una cantidad de 268 ug/m².h limpiando 7.2 m³ del aire urbano contaminado por hora y por cada m². (Ver Anexo 9)



Figura 3: Pintura PhotoCryl Activa Asphalt de 15L

Fuente: decoandlemon.com

Así mismo, se realizó los aspectos administrativos referente a la aplicación de la pintura considerando los precios establecidos para su aplicación y adquisición de la misma. (Ver Anexo 10)

3.7. Rigor científico

Señala la búsqueda de bases teóricas previas respaldadas por otros autores e investigadores, en las que se encuentran una amplia variedad de documentos como libros, artículos y tesis los cuales nos sirvieron de guía para el desarrollo del proyecto de investigación. Pues el presente denota consistencia lógica para cada fuente consultada. Así mismo la presente investigación cumplirá con el criterio de transferibilidad ya que la información obtenida puede ser transferida a otros investigadores para su

aplicación o puede servir como material de referencia para investigaciones futuras. Evidenciando el respaldo del rigor científico.

3.8. Método de análisis de datos

En esta investigación de diseño descriptivo utilizaremos el análisis estadístico mediante una simulación para comparar las emisiones generadas antes y después de ser aplicada la pintura foto-catalítica para así notar su capacidad descontaminante ante una pintura convencional.

3.9. Aspectos éticos

Al no existir ética en la investigación esta puede resultar mal ya que, en el proceso de aplicación, o inclusive cuando ya va a ser puesta en marcha se evidenciarán irregularidades que pongan en tela de juicio la credibilidad, profesionalismo y legitimidad del investigador. Es así que una investigación científica cualitativa equipará diversos aspectos éticos, así mismo los lineamientos éticos deben estar presentes desde el planteamiento del problema del fenómeno en estudio. (Viorato, Reyes, 2019, p.5).

Teniendo en cuentas las afirmaciones anteriores en este trabajo de investigación se respetaron los lineamientos éticos, además se presenta un respeto, adecuado tratamiento y cuidado a cada base teórica consultada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Se realizó el análisis de los hallazgos que se obtuvieron tras la aplicación de la ficha de entrevista a los moradores de la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, para que, con ello, se pueda corroborar que los resultados obtenidos logran responder a los objetivos planteados en la presente investigación en conjunto con las categorías y subcategorías. (Ver Anexo 11)

A continuación, se explicará los resultados obtenidos de cada pregunta perteneciente a cada subcategoría que a su vez responden a los objetivos específicos.

Con respecto al objetivo específico 1: Identificar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo

Los participantes mencionaron que existe mucha contaminación que afecta al recurso aire debido a la gran afluencia de vehículos que presenta la zona ocasionando problemas a su salud. Consideran que la ciudad de Chiclayo presenta emisiones de gases elevados por lo que opinan que las autoridades deben tomar acciones pertinentes para disminuirlos y mejorar el tránsito, erradicando los vehículos obsoletos. Ellos aducían que las emisiones arrojadas superaban los Estándares de Calidad Ambiental para Aire, lo cual conllevaría a una afectación tanto al aire como a la salud de las personas. Así mismo, señalamos como el principal contaminante al monóxido de carbono, evidenciado en los datos de las tesis que sirvieron de apoyo, además, debido a la pandemia hubo una disminución notoria en el tránsito vehicular, pues las actividades se paralizaron.

A raíz de la reactivación económica se ha empezado a ver los cambios en los niveles del aire en la ciudad según se percibe, dado que gracias a la emergencia sanitaria que se vivió en el 2020 los niveles de contaminación

de aire son inferiores a años anteriores, pero no superiores a los niveles establecidos según la normativa.

Por otro lado, se da a conocer los principales contaminantes al recurso aire en el área de estudio, obteniendo 6 contaminantes provenientes de los vehículos obsoletos, motorizados, chimeneas, humo de cigarro, entre otros. Seguidamente se muestra los contaminantes y las cantidades actuales en la ciudad de Chiclayo.

Tabla 3: Principales contaminantes encontrados en la ciudad de Chiclayo y sus cantidades

Contaminante	Fórmula Química	Cantidad Presente
Ozono	O ₃	59.66 ug/m ³
Material Particulado con diámetro menor a 2.5	PM _{2.5}	4.49 ug/m ³
Material Particulado con diámetro menor a 10	PM ₁₀	7.33 ug/m ³
Dióxido de Azufre	SO ₂	1 ug/m ³
Monóxido de Carbono	CO	100 ug/m ³
Dióxido de Nitrógeno	NO ₂	1.61 ug/m ³

Fuente: The Weather Channel, 05 de octubre del 2021

Mediante los datos obtenidos de la página The Weather Channel nos muestra que el contaminante con mayor concentración es el CO.

Con respecto al objetivo específico 2: Identificar las propiedades químicas de la pintura foto-catalítica a utilizar en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.

Después de haber realizado una breve explicación de la pintura foto-catalítica en relación a sus beneficios y procesos, los entrevistados

conocieron el proceso que realiza la pintura, es así que pudieron responder la pregunta 4 en donde opinaron que el proceso que realizaba este tipo de pinturas es una tecnología limpia y sustentable puesto que no significa un daño para el ambiente, señalaron también que es importante su aplicación. Entonces, se debe aprovechar porque la ciudad está ubicada en el norte del Perú y por lo tanto goza de diversos días soleados.

Por otra parte, ellos mencionaron que las propiedades que contiene la pintura actúan como descontaminantes, por la capacidad que tiene esta pintura de reducir las concentraciones de gases contaminantes en conjunto con el TiO_2 que es un compuesto no tóxico lo cual va a permitir realizar el proceso catalítico que conlleva a la reducción de los mismos.

La catálisis que con ayuda de un catalizador permite acelerar o reducir el proceso, provocando la formación a compuestos no tóxicos. En este caso el TiO_2 funciona como catalizador. Se conoce del TiO_2 que es un compuesto inorgánico capaz de absorber los rayos ultra violetas usado en forma de pigmentos, además esta sustancia no es tóxica ni reactiva.

Posteriormente se muestra mediante una imagen el proceso de fotocátalisis en una superficie tratada con la mencionada pintura, atrapando a los contaminantes y convirtiéndolos en compuestos no tóxicos, con ayuda de la luz natural o artificial.



Figura 4: Proceso catalítico de la pintura aplicada en una superficie

Fuente: Vitrina Ferretera, 2021

Con respecto al objetivo específico 3: Describir el procedimiento para aplicar la pintura foto-catalítica en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.

La mayoría de entrevistados manifestaron que están de acuerdo con el uso de esta pintura para ser aplicada en los establecimientos, tiendas por departamento, restaurantes, entre otros y a su vez hicieron mención que la municipalidad debería hacer uso de esta en sus obras y si esto es considerado en los puntos críticos, es decir en donde haya mayor presencia de contaminantes, se disminuirán considerablemente mejorando la calidad de vida tanto de la población como del ambiente; siempre y cuando se tengan en cuenta los valores climatológicos, soleamiento, velocidad y dirección del viento para obtener un mejor resultado.

Así pues, se obtuvo el 50% de aprobación para la aplicación de la pintura foto-catalítica tanto en la zona de estudio como en otros puntos críticos de la ciudad, frente a un 30% de la población entrevistada la cual opinó que no se debería aplicar por la falta de variedad de colores ya que algunos

establecimientos tienen un color predeterminado y un 20% prefirió no opinar debido a que desconocen del tema y querían ahondar más en él.

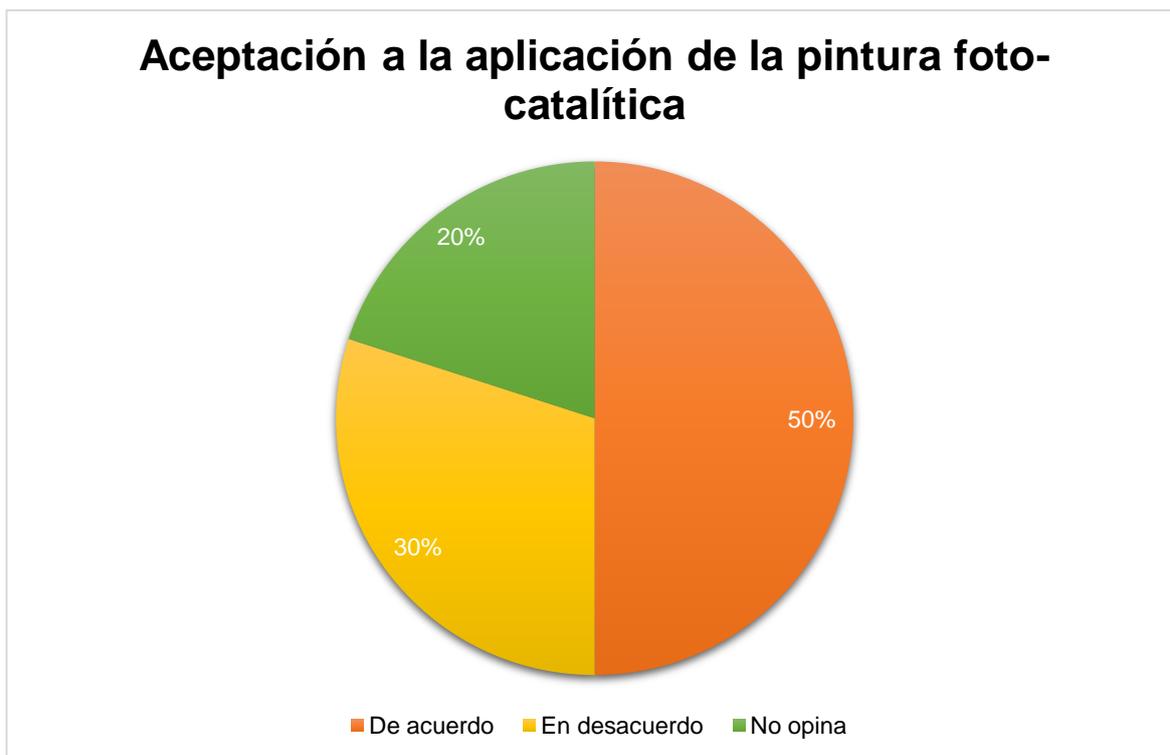


Figura 5: Porcentaje de aceptación para la aplicación de la pintura foto-catalítica en la intersección de la Av. Bolognesi con Av. Balta.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente los entrevistados que estaban de acuerdo con la aplicación de la pintura mencionaron que esta va influir de manera positiva para erradicar los contaminantes presentes en el aire y así mejorar su calidad lo cual será muy beneficioso para todas las personas. Así como también hicieron referencia a que se debe de aprovechar los días soleados en la estación de verano.

Por otro lado, el tiempo de duración de este tipo de pintura en una superficie es aproximadamente 3 a 4 años al igual que una convencional extendiéndose a 5 o 6 años sin ser retocada, es por esta razón que la población mencionó que debería ser aplicada en la ciudad de Chiclayo, ya que es de larga duración lo que conlleva a la reducción de costos y dinero en un espacio de tiempo más prolongado y sobre todo porque es amigable con el ambiente.

Con respecto al objetivo específico 4: Explicar los niveles de contaminación del aire aplicando pintura foto-catalítica en algunos lugares del Perú.

Dando a conocer a los entrevistados sobre la aplicación de esta pintura en otros lugares del Perú han podido notar los resultados obtenidos en las superficies tratadas optando como una alternativa de solución ante la problemática de la contaminación del aire y una ventaja para el ambiente ya que se obtendría un aire más puro.

Al saber la cantidad de gases que han sido disminuidos en otras ciudades los entrevistados se mostraron sorprendidos al notar la efectividad de la pintura apoyando así a su aplicación en la ciudad de estudio ya que desean respirar de un aire más limpio.

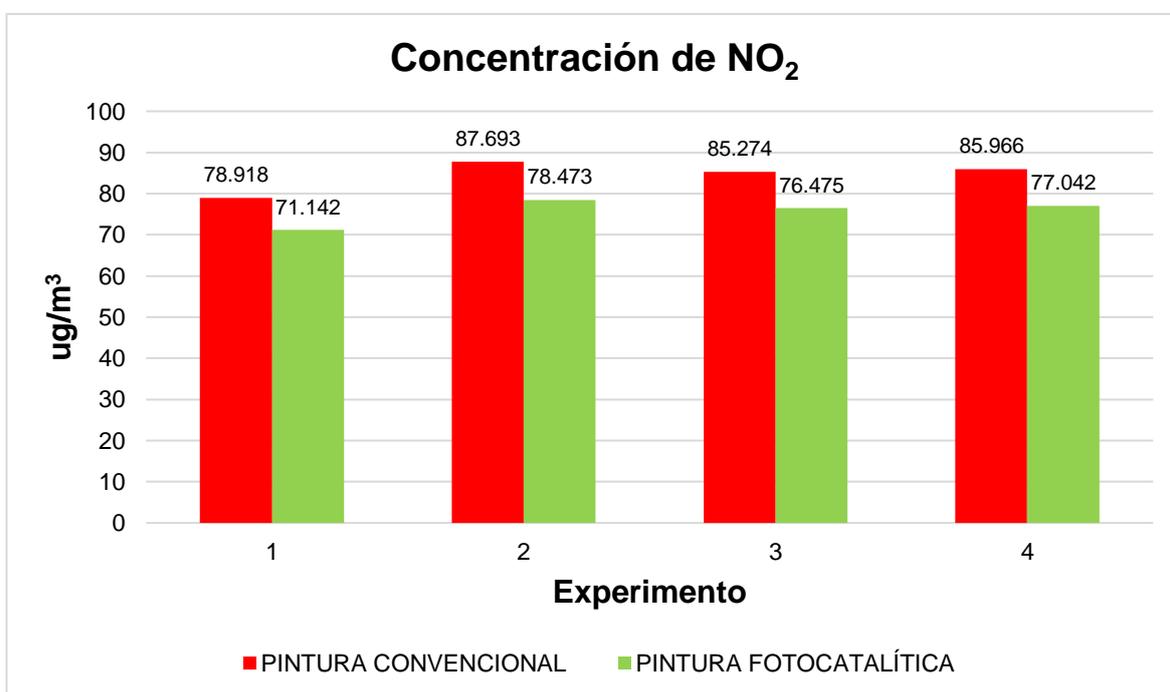


Figura 6: Concentración de NO₂ en la Región de Arequipa aplicando la pintura foto-catalítica

Fuente: Fernández John, 2020

En la tabla se puede observar la capacidad de la pintura foto-catalítica frente a una convencional donde ha captado el dióxido de nitrógeno que al ser contacto a la superficie tratada se aprecia la disminución de este contaminante, la cual fue aplicada por el investigador en la Av.

Independencia perteneciente a la región de Arequipa, siendo una de las avenidas más transitada y anchas.

De este modo los transeúntes y comerciantes de la zona consideraron que la pintura tiene los componentes necesarios para hacer que se disminuyan los gases contaminantes y a su vez la opinión que tuvieron frente a la cantidad de gases reducidos tras su aplicación en la ciudad de Arequipa es que la pintura representa una solución ante la problemática ambiental.

Con respecto al objetivo específico 5: Comparar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo, antes y después de aplicada la pintura foto-catalítica.

Los entrevistados describen que las actividades cotidianas de las personas como haciendo uso de vehículos obsoletos o en mal estado, los gases emitidos por pollerías, fábricas, molinos, cigarros, descomposición de alimentos, etc., han perjudicado al recurso aire contaminándolo. Pero se ha notado la diferencia de estas concentraciones de gases después de ser aplicada la pintura visto que estas se han reducido.

En efecto, manifestaron que si harían uso de la pintura porque ayudaría con la reducción de los niveles de contaminación y esto traería muchas mejoras para todas las personas en cuanto a un mejor estilo de vida y más aún si es que las autoridades o gobiernos implementan a este tipo de pinturas en sus obras.

Ante ello, en el trabajo de investigación realizado por Paico (2019) hace mención sobre la reducción de los gases contaminantes usando la pintura Ecograti donde realiza un muestreo para la reducción de contaminantes teniendo en cuenta una concentración de 5% de TiO_2 y Grafeno, ya que esta es la que se usará para el pintado de fachadas por un lapso de tiempo de 30 min.

Tabla 4: Reducción de contaminantes al quinto día de aplicación de la pintura foto-catalítica (TiO₂ 5% + Grafeno 5%)

Contaminante	Antes	Después
CO (ppm)	4.11	3.94
NO ₂ (ppb)	6.5	6.1
SO ₂ (ppb)	1.4	0.6
O ₃ (ppb)	14.7	14.1

Fuente: Paico, 2019

Tabla 5: Conversión de concentraciones a ug/m³(TiO₂ 5% + Grafeno 5%)

Concentración	Antes ug/m ³	Después ug/m ³
CO	4699.198	4504.871
NO ₂	12.2317	11.47898
SO ₂	3.668057	1.572025
O ₃	28.8589	27.68098

Fuente: Elaboración propia

Es así, que mediante una regla de tres simples obtuvimos los datos simulando su aplicación en la zona de estudio del presente trabajo.

CO

4699.198 _____ 4504.871

100 _____ X

X= 95.864663

NO₂

12.2317 _____ 11.47895

1.61 _____ X

X= 1.5109238

SO₂

3.668057 _____ 1.5720245

1 _____ X

X= 0.4285714

O₃

28.8589 _____ 27.68096

59.66 _____ X

X= 57.224898

Tabla 6: Simulación de la aplicación de la pintura

Contaminante	Concentración	
	Antes (ug/m ³)	Después (ug/m ³)
CO	100	95.864663
NO ₂	1.61	1.510923077
SO ₂	1	0.428571429
O ₃	59.66	57.22489796

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, se muestra el gráfico de barras detallando la cantidad de disminución de contaminantes para la aplicación de la pintura en fachadas.

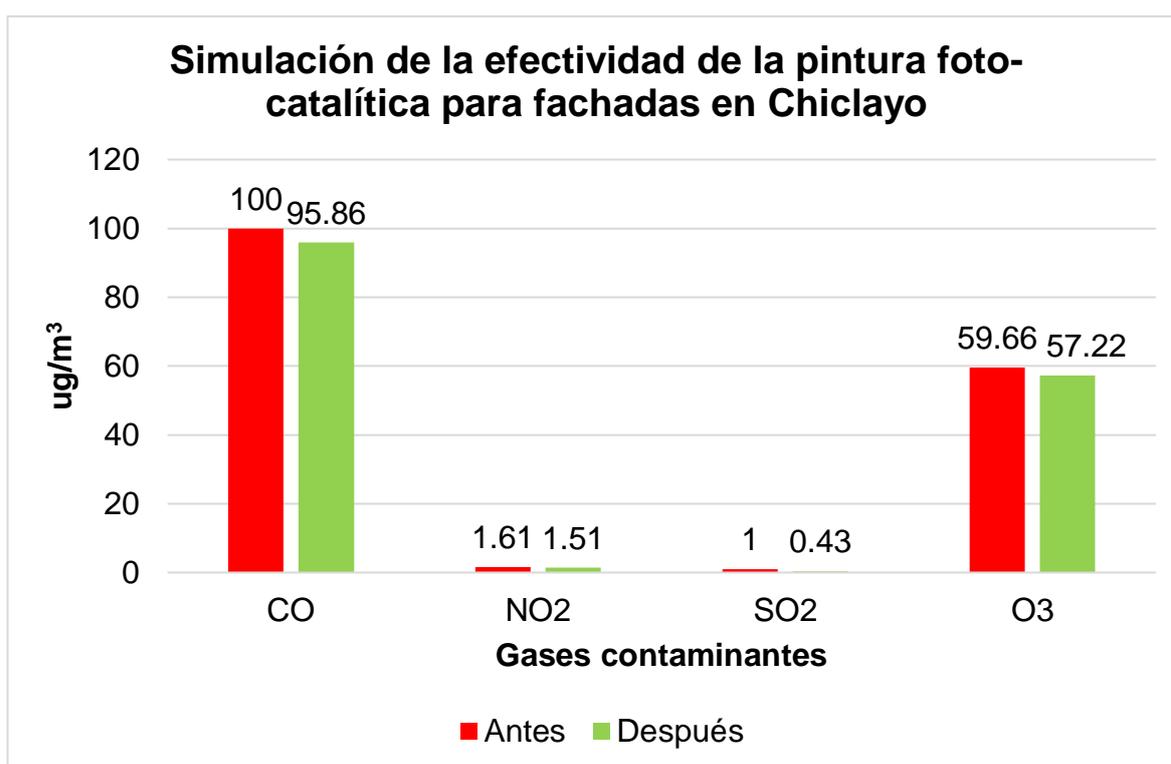


Figura 7: Simulación de la capacidad de la pintura para fachadas en la ciudad de Chiclayo con datos extraídos de su aplicación en Lima

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizó el mismo procedimiento para la concentración al 20% de TiO₂, lo cual será aplicado para las pistas de la zona de estudio frente a ello se realizaron las conversiones de unidades para que luego se aplique la regla de 3 simples.

Tabla 7: Reducción de contaminantes al quinto día de aplicación de la pintura foto-catalítica (TiO₂ al 20%)

Contaminante	Inicial	Final
CO (ppm)	4.53	4.39
NO ₂ (ppb)	6.4	5.8
SO ₂ (ppb)	2.1	1.5
O ₃ (ppb)	14.8	14.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Conversión de concentraciones a ug/m³ (TiO₂ al 20%)

Concentración	Inicial ug/m ³	Final ug/m ³
CO	5178.992	5018.93469
NO ₂	12.04352	10.91443763
SO ₂	3.951779	2.822699387
O ₃	27.85063	27.85063395

Fuente: Elaboración propia

Teniendo estos datos se puede realizar la regla de 3 simples para cada contaminante.

CO

$$\begin{array}{l} 5178.992 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 5018.93469 \\ 100 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad X \\ X= \quad 96.9094891 \end{array}$$

NO₂

$$\begin{array}{l} 12.04352 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 10.9144376 \\ 1.61 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad X \\ X= \quad 1.45906218 \end{array}$$

SO₂

$$\begin{array}{l} 3.951779 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 2.82269939 \\ 1 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad X \\ X= \quad 0.714286 \end{array}$$

O₃

$$\begin{array}{l} 27.85063 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 27.85063 \\ 59.66 \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad X \\ X= \quad 59.66 \end{array}$$

Tabla 9: Simulación de la aplicación de la pintura

GASES	TiO ₂ (20%)	
	Inicial ug/m ³	Final ug/m ³
CO	100	96.90949
NO ₂	1.61	1.459063
SO ₂	1	0.714286
O ₃	59.66	59.66

Fuente: Elaboración propia

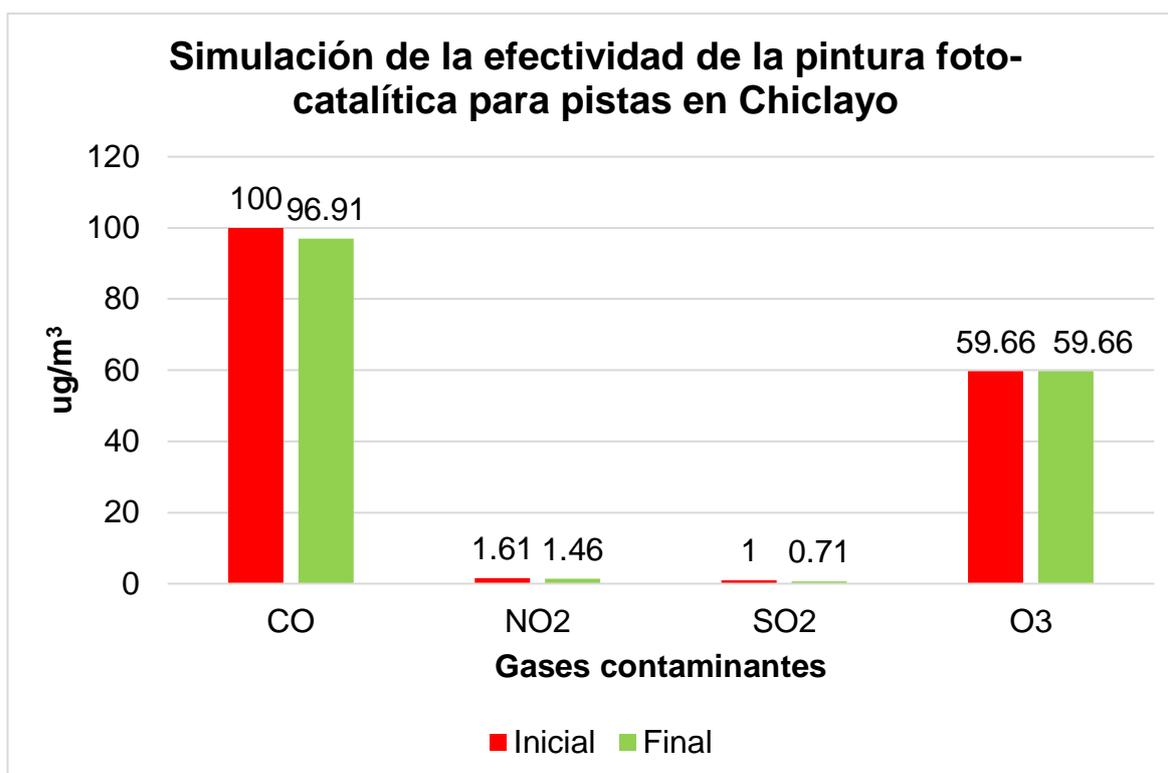


Figura 8: Simulación de la capacidad de la pintura para pistas en la ciudad de Chiclayo con datos extraídos de su aplicación en Lima

Fuente: Elaboración propia

Lo que se observa en las tablas anteriores es una simulación realizada con los datos actuales de las concentraciones de contaminantes extraídos de la página The Weather Channel, más los datos de la cantidad reducida tras la aplicación de la pintura foto-catalítica en la región de Lima en el centro de salud Laura Rodríguez Dulanto, donde se realizó una regla de tres simple aduciendo a su aplicación en la zona de estudio de la presente

investigación considerando los valores climatológicos, soleamiento, dirección y velocidad del viento.

4.2. Discusión

En base a los resultados obtenidos que a su vez se relacionan con los objetivos específicos los cuales están direccionados a la reducción de los gases en suspensión causantes de la contaminación por medio de la pintura foto-catalítica. A través de los resultados nos permitirá confirmar las hipótesis planteadas.

En los resultados correspondientes al objetivo 1 en el que se menciona los niveles de polución y los principales contaminantes existentes en la ciudad de Chiclayo, tal como lo afirma Farroñan (2014) en su tesis, donde obtuvo que los gases como el NO_2 y CO están dentro de los estándares de calidad, excepto al SO_2 que en el año 2014 superaba los estándares posicionándose dentro de los primeros contaminantes con mayor concentración en la ciudad, a diferencia del año 2021 en el cual el principal contaminante es el CO pero su concentración no sobrepasa los estándares establecidos en la normativa.

Por otro lado, según la normativa para el ECA de aire establecido en el D.S. N°003-2017-MINAM, hace mención a las concentraciones junto con sus cantidades permitidas lo cual los gases encontrados en Chiclayo se encuentran dentro de los estándares establecidos esto debido a la reciente activación económica por la pandemia de Covid-19.

Con respecto al objetivo 2 que hace referencia a las propiedades químicas de la pintura foto-catalítica, en donde nuestros resultados mencionan al TiO_2 el cual es un componente de esta pintura, el mismo que al hacer contacto con el sol en la superficie tratada empezará con la minimización de los contaminantes, hecho que es afirmado por Sanabria (2011) ya que nos dice que para que el proceso resulte se necesita de la interacción de estos dos componentes, así mismo señala que mientras más tiempo transcurra la reducción de los contaminantes es significativa siempre y cuando se haga uso del TiO_2 . Cabe resaltar que este proceso no

necesariamente se puede realizar en una zona de luz natural sino también con ayuda de luz artificial.

En cuanto, a las nano partículas presentes en la pintura con el TiO_2 que tienen la suficiencia de descomponer los compuestos agresivos y así mejorar la calidad del aire que, según Morteros, menciona que en un año se podría obtener una capacidad de reducción del 95%; sin embargo, a la inicial es de 20% a 25% (Elkoro, 2013), el tratamiento 1 (TiO_2 10%) en cinco días entre sus gases como el SO_2 tuvo una reducción de 43.72 %, mientras que en el tratamiento 4 (TiO_2 20%) es de 47.7%. Entonces, se puede decir que las propiedades de la pintura tienen la capacidad de reducir notablemente los contaminantes presentes en el aire.

En relación al objetivo 3 donde señala el proceso de aplicación de esta pintura la cual es igual a la aplicación de una pintura convencional sin tener consideraciones específicas, esto coincide con la investigación hecha por Bermejo (2018) en donde menciona como es que se aplicó esta pintura tomando en cuenta solo un tramo de la Av. Gran Vía, al igual que en la presente investigación optaron por aplicar en fachadas de edificios, viviendas y pistas. Para ello se utilizó pintura transparente y de color blanco, obteniendo la reducción de los gases contaminantes presentes en la zona de estudio, principalmente del NO_2 .

Sin embargo, presenta variaciones en función de la época del año, en verano con 15 horas de sol y con una temperatura media de $30,53^\circ\text{C}$ entre los meses junio, julio y agosto se presenta una reducción del 82,1% que vendría a ser $11072873,09 \text{ mg/m}^2\cdot\text{h}$ y en invierno con 8 horas diarias de sol y con una temperatura media de $9,13^\circ\text{C}$ en los meses de diciembre, enero y febrero con una reducción del 43,8% que sería un $5905532,35 \text{ mg/m}^2\cdot\text{h}$, es decir que por hora se presenta una reducción del $738191,54 \text{ mg/m}^2\cdot\text{h}$.

Así mismo en el objetivo 4 indica los niveles de contaminación resultantes tras la aplicación de la pintura, lo cual concuerda con el investigador Fernández (2020) en el que se obtuvieron resultados favorables reduciendo los niveles iniciales de concentración de contaminantes, ya que para el NO_2

se logró eliminar $8.924 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir un 10.381 % de reducción en el cuarto experimento realizado en la aplicación de la pintura, siendo su zona de estudio la ciudad de Arequipa que trasladándola a la realidad de Chiclayo y teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y estacionales los resultados serán mucho más favorables. De esta manera, mediante los análisis realizados se conoce la capacidad que tiene la pintura en cuanto a la contribución para reducir los niveles de contaminación de aire.

Además, la concentración de NO_2 determinada en la Av. Independencia de Arequipa no presentan un problema en la salud y al ambiente porque se encuentra dentro de los estándares establecidos para el recurso aire, al igual que en la ciudad de Chiclayo, es así que esta pintura se muestra como una medida alternativa para mejorar la calidad del aire en las zonas urbanas.

Por último, en el objetivo 5 se hace mención a la comparativa del antes y después de ser aplicada la pintura foto-catalítica, para lo cual en la investigación realizada por Paico (2019) nos hace referencia a resultados muy alentadores en el que se observan grandes diferencias tras la aplicación de mencionada pintura hecho que coincide con lo obtenido en esta presente investigación, ya que nos muestra los resultados obtenidos en el centro de salud Laura Rodríguez Dulanto.

Se observó que en los 5 días de aplicación existió una variación en cuanto a la disminución de las concentraciones, pero los contaminantes SO_2 y NO se ha notado el gran porcentaje de reducción. De esta manera, se muestra que si siendo aplicada la pintura en Lima y considerando los mismos gases presentes en Chiclayo pues se puede realizar una simulación de los datos a raíz de lo realizados en el centro de salud Laura Rodríguez Dulanto.

V. CONCLUSIONES

1. Se logra reducir los niveles de contaminación presentes en el aire mediante la pintura foto-catalítica sin causar daños al ambiente ni a la comunidad. Además, que mientras más tiempo más reducción de concentraciones contaminantes se lograran minimizar e incluso hasta eliminar.
2. Se logró identificar los niveles de contaminación del aire en la zona de estudio a través de la página The Weather Channel, observando que se encuentran en una calificación de excelente debido al confinamiento a causa de la COVID-19.
3. La pintura en reacción con los rayos UV logra disminuir los contaminantes presentes en el aire, pero si esta tiene TiO_2 su capacidad de reducción aumenta y al ser un compuesto químico no toxico hace que este proceso sea una tecnología limpia y sobre todo eco amigable con el ambiente.
4. El procedimiento para aplicar la pintura es igual a una convencional, es decir, podemos hacer uso de herramientas como: brochas, rodillos y compresoras, cabe resaltar que cada superficie a tratar debe estar lijada y libre de asperezas, muy aparte no debe tener ningún cuidado en específico.
5. Los niveles de contaminación varían de acuerdo a la zona, en otras palabras, las zonas urbanas presentan elevados niveles de contaminación por lo mismo realizan diversas actividades a diferencia de la zona rural que es más natural sus ambientes. Entonces, esta pintura al ser aplicada en otros lugares del país como Lima y Arequipa ha mostrado su potencial como descontaminante tanto para los gases como para malos olores.
6. Al realizar la comparación con el antes y después de aplicar la pintura se ha podido notar la capacidad de esta al momento de minimizar los gases y limpiando el aire de gases tóxicos o perjudiciales para la vida del hombre.

VI. RECOMENDACIONES

1. Sería favorable la aplicación de la pintura en puntos críticos para erradicar las concentraciones contaminantes y malos olores como mercados, hospitales, avenidas, entre otros.
2. Se debe tener en cuenta los niveles de contaminación para poder aplicar la pintura considerando así los datos que se obtienen de los valores climatológicos, soleamiento, dirección y velocidad del viento.
3. Es importante que se tenga en consideración que compuestos químicos se utilizarán y a su vez verificar el aporte de estos en la pintura para obtener mejores resultados.
4. Conocer el procedimiento de aplicación teniendo en cuenta que la superficie a tratar debe estar previamente lijada y preparada para que los contaminantes se adhieran sin ningún problema, lo cual conllevará a obtener mejores resultados.
5. Implementar islas foto-catalíticas en zonas con mayor concentración de contaminantes.
6. Es factible que sea usada la pintura en zonas urbanas y con mayor conglomeración o puntos críticos.

REFERENCIAS

AccuWeather. Calidad del aire, 2021 [en línea]. [fecha de consulta: 25 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.accuweather.com/es/pe/chiclayo/258372/air-quality-index/258372>

ALEJANDRE, Bianca. Study of the TiO₂-graphene system in the generation of hydrogen by means of photocatalytic process in the decomposition of the water molecule without the assistance of sacrificial agents. Boletín del Grupo Español del Carbón [en línea]. n.º. 53, 2019. [fecha de consulta: 02 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7251614.pdf>

ISSN: 2172-6094

ALMAZÁN, David. Libro Blanco de la Fotocatálisis, tecnología, aplicaciones, medición y FAQ. [en línea] 1º ed. Asociación Ibérica de la Fotocatálisis. 2020. 160 pp. Disponible en: <http://fotocatalisis.org/pdf-libro/libro-blanco-fotocatalisis.pdf>

ISBN: 978-84-09-22299-5

ALMAZÁN, David. Pavimentos fotocatalíticos avances, aplicaciones y retos. En ruta hacia una economía circular [en línea]. 2018. [fecha de consulta: 27 de abril del 2021]. Disponible en: <http://www.eptisa.com/ficheros/pavimentos-fotocatal-ticos.-av.pdf>

ARDILA, Alba, et al. Degradation of Ethylene Glycol Through Photo-Fenton Heterogeneous System. Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín [en línea]. julio-diciembre, vol. 18, n.º 35, 2019. [fecha de consulta: 02 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7517312.pdf>

ISSN 1692-3324

BENGTSSON, Nicklas. Photocatalytic Contaminant Abatement by TiO₂ Enriched Construction Materials from a Parametric Study to an Attempt to Predict the Photocatalytic Activity. España: Universidad Rey Juan Carlos. 2011. 199 pp. Disponible en:

<https://burjcdigital.urjc.es/bitstream/handle/10115/11854/PhD%20Thesis%20Nicklas%20Bengtsson-final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BERMEJO, Mariana. Fotocatálisis y su capacidad descontaminante. Aplicación en Gran Vía. Tesis (Arquitectura). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 2018. 47 pp. Disponible en: http://oa.upm.es/49612/1/TFG_Bermejo_Fernandez_Marina.pdf

BERNARDONI, Massimo. Empleo de pintura fotocatalítica de base mineral para reducir la contaminación en el túnel de Umberto I en Roma. Ingeopres: Actualidad técnica de ingeniería civil, minería, geología y medio ambiente, no 274, p. 31-33, 2019 [fecha de consulta: 26 de abril del 2021]. Disponible en: https://www.interempresas.net/Flipbooks/IG/274/pdf/IG274_libro.pdf

ISSN: 1136-4785

BOLDO, Elena. La contaminación del aire [en línea]. 1.º ed. Madrid: Los libros de la catarata, 2016 [fecha de consulta: 28 de abril del 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12105/7274>

ISBN: 978-84-9097-228-1

CISTERNA, Francisco Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. Theoria [en línea]. 2005, 14 (1), 61-71 [fecha de Consulta 6 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29900107>

ISSN: 0717-196X.

Deco and lemon [en línea]. Página Online de compras: decoandlemon.com. 2021. Disponible en: <https://decoandlemon.com/pintura-fotocatalitica-activa-interior-blanco-traffic>

DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 7 de junio del 2017.

ELKORO, Ander. Optimización de la reología de componentes fotocatalíticos para aplicaciones avanzadas en elementos de fachada. Tesis (Ingeniería de la construcción). Madrid: Universidad Politécnica de Catalunya Barcelona. 2018. 232 pp. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/123527/TAEU1de1.pdf?sequence=1>

FARALDOS, M. Photocatalysis: nanomaterials for pollution abatement and energy production. Boletín del Grupo Español del Carbón [en línea]. n.º 41, 2016. [fecha de consulta: 02 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6164946.pdf>

ISSN: 2172-6094

FARROÑAN, Cinthia. Concentraciones de gases y niveles de ruido según los estándares de calidad ambiental (ECA) en las estaciones de servicio en la ciudad de Chiclayo. 2012 -2014. Tesis (Ingeniería Ambiental). Perú: Universidad de Lambayeque. Facultad de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. 2017. 114 pp. Disponible en: https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/79/3/T107_72112777T.pdf

FERNANDEZ, John. Degradación de óxidos de nitrógeno (NOx) mediante la aplicación de pintura fotocatalítica usando nanopartículas de TiO₂, para mejorar la calidad del aire. Tesis (Ingeniería Ambiental). Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Ingeniería de procesos. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. 2020. 111 pp. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11339/IAfelljj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fotocatalisis en los materiales de construcción [en línea]. Blog: Certificados Energéticos.com. Serrano Paula [03/06/2016]. Disponible en: <https://www.certificadosenergeticos.com/fotocatalisis-materiales-construccion>

GARCIA, Lisboa, et al. Materiales fotocatalíticos y sus aplicaciones en construcción. Tesis (Máster en Edificación). Barcelona: Universidad Politécnica de

Catalunya, Escuela Técnica Superior de Edificación, 2016. 83 pp. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/84141/Mem%20b2ria_Lisbon_aLucia%20Espiga.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GARGORI, C., CERRO, S., FAS, N., LLUSAR, M. y MONRÓS, G. (2017). Study of the photocatalytic activity and cool characteristics of a novel palette of pigments, 56 (4), 166-176. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0366317517300031?via%3Dihub>

ISSN 0366-3175

GARGORI, Carina, et al. Study of the photocatalytic activity and cool characteristics of a novel palette of pigments. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio [en línea]. vol. 56, no 4, 2017. [fecha de consulta: 26 de abril del 2021]. Disponible en: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:48089009

DOI: 2017.01.001

GONZÁLEZ, Guillermo. Fotocatálisis aplicada a los materiales de la construcción. Tesis (Constructor Civil). Santiago: Universidad Mayor para Espíritus Emprendedores, Facultad de Ciencias, 2018. 62 pp. Disponible en: http://repositorio.umayor.cl/xmlui/bitstream/handle/sibum/6827/16173993-2_SAG.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GRAPHEN STONE. Photocatalytic painting healthy environment [en línea]. Ficha técnica y Manual de Aplicación, 2018 [fecha de consulta: 6 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.graphenstone.com/pdf/FTMA-PINTURA-FOTOCATALITICA-AS-ES15.pdf>

GRAPHENSTONE. Pintura Ambient Pro+ Premium. [en línea]. Página de compras Online. Disponible en: <http://www.graphenstone.net/pe/graphenstone-peru-ambientproplus.html>

GUERRINI, Gian. Use of photocatalytic cements on urban roads with high traffic volumes. Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera [en línea]. vol.

4, n.º 212, marzo-abril 2017. [fecha de consulta: 27 de abril del 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Gian-Luca-Guerrini/publication/317764867_Use_of_photocatalytic_cements_on_urban_roads_with_high_traffic_volumes/links/59ea03fdaca272cdddb6fde/Use-of-photocatalytic-cements-on-urban-roads-with-high-traffic-volumes.pdf

HUEPE, José. Desarrollo y evaluación de una pintura fotocatalítica para disminuir NOx presentes en el aire. Tesis (Ingeniería Civil Químico) Chile: Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología. 2014. 16 y 24 pp. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116134/cf-huepe_jf.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LOZADA, Joséé. Investigación Aplicada. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica [en línea] vol. 3, Nº. 1, 2014. [fecha de consulta: 6 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6163749.pdf> ISSN1390-9592

LUÉVANO, Edith. Purificación de aire mediante oxidación fotocatalítica de gases contaminantes nox: estudio de los fotocatalizadores TiO₂ y ZnO. Tesis (Ingeniería de materiales). México: Universidad Autónoma de Nuevo León. 2015. 246 pp. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/9267/1/1080215108.pdf>

LUNA, Manuel. Development of au/tio₂/sio₂ photocatalysts and their application as self-cleaning and depolluting coatings for building materials. Tesis (Ingeniería Química). España: Universidad de Cádiz. 2019. 276 pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10498/22788>

MARTÍN, Miguel. Mortero fotocatalítico que limpia la contaminación ambiental. Tesis (Constructor civil). Chile: Universidad Mayor, Facultad de Ciencias, 2018, 32 pp. Disponible en: <http://repositorio.umayor.cl/xmlui/handle/sibum/6830> .

Meteoblue Weather [en línea] 2021. [fecha de consulta: 23 de junio del 2021]. Disponible en: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/semana/chiclayo_per%c3%ba_3698350

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD/ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Calidad el aire ambiente [en línea] 2021. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire-salud/calidad-aire-ambiente>

OYARZÚN, Manuel. Air pollution an its effects on health. Revista chilena de enfermedades respiratorias [en línea]. vol. 26, n.º 1, 2010. [fecha de consulta: 29 de abril del 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482010000100004>

ISSN 0717-7348

PAICO, Luis. Eficiencia en la reducción de gases contaminantes utilizando pintura Ecograti, en el Centro de Salud Laura Rodríguez Dulanto – 2018. Tesis (Ingeniería Ambiental). Perú: Universidad César Vallejo. 2019. 95 pp. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52646/Paico_MLF-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PICHAT, Pierre. Photocatalysis: Fundamentals, Materials and Potential [en línea]. 1º edición. Basilea, Pekín, Wuhan, Barcelona. MDPI AG. 2016. 686 pp. Disponible en: http://www.mdpi.com/journal/molecules/special_issues/photocatalysis

ISBN: 978-3-03842-184-9

Pots [en línea]. Página Online de compras: potsdeco.com. 2021. Disponible en: <https://potsdeco.com/pintura-paredes-y-techos/a-la-cal/ambientpro-plus-premium/fotocatalitica-con-grafeno-blanca/>

PRADA, Andrés. Evaluación de la efectividad del uso del fotocatalizador TiO₂ para la remoción de gases contaminantes tipo NO_x en el aire. Tesis (Ingeniería Química). Bogotá: Universidad de América, Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería Química. 2021. 90pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8327>

RAMÍREZ, Aníbal Maury Fotocatálisis de TiO₂ para crear Materiales de Construcción más durables. PROSPECTIVA [en línea]. 2006, 4 (2), 12-17 [fecha de Consulta 27 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496251108003>

ISSN: 1692-8261.

ROJAS, E., et al. Recent advances of nanocarbons-MOFs composite materials and their application in photocatalysis. Boletín del Grupo Español del Carbón [en línea]. nº. 53, 2019. [fecha de consulta: 2 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7251616.pdf>

ISSN: 2172-6094.

SANABRIA, Irma. Photocatalytic disinfection treatments: Viability, cultivability and metabolic changes of e. Coli using different measurements methods. [en línea]. DYNA: revista de la Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, vol. 78, Nº. 166, 2011. [fecha de consulta: 6 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7797338.pdf>

ISSN 0012-7353

SANCHEZ, Hugo, et al. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. 1.º ed. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018 [fecha de consulta: 6 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

ISBN: 978-612-47351-4-1

SCHUMACHER, Rocío. Inactivación de Aspergillus Niger utilizando pinturas fotocatalíticas irradiadas con luz visible. 2015. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1477/8.4.7.pdf>

SENAMHI. Estimación de emisiones vehiculares en Lima Metropolitana [en línea]. Lima: Módulo de emisiones, 2014 [fecha de consulta: 28 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-6.pdf>

SENAMHI. Informe Vigilancia de la calidad del aire Área Metropolitana de Lima y Callao, 2021 [fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/03201SENA-92.pdf>

SENAMHI. Pronóstico del tiempo para Chiclayo, 2021 [fecha de consulta: 23 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=lambayeque&p=pronostico-detalle>

SUGRAÑEZ, Rafael. Nuevos materiales de construcción con propiedades auto-limpiantes y auto-descontaminantes. Tesis (Doctorado en Ciencias). Córdoba: Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias, 2015. 295 pp. Disponible en: <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/13373/2016000001229.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

The Weather Channel. Calidad del Aire hoy en Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2021 [en línea]. [fecha de consulta: 05 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://weather.com/es-PE/forecast/air-quality//c56a805691a9b79fbc1ad0bbcaf5f2917dc28e1c7293e96df091c82a36f5fd80>

Weather Spark. El clima promedio en Chiclayo, Perú, 2021[en línea]. [fecha de consulta: 25 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/19294/Clima-promedio-en-Chiclayo-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

VIORATO, Nancy y REYES, Vianey. La Ética en la Investigación Cualitativa. Cuidarte [en línea]. vol. 8, n.º 16, agosto 2019. [fecha de consulta: 07 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/cuidarte/cui-2019/cui1916e.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de categorización

Ámbito temático	Problema de investigación	Pregunta de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Categorías	Subcategorías
Pintura foto-catalítica	¿Se podrá reducir los niveles de contaminación del aire por medio de pintura foto-catalítica en las Av. Bolognesi y Balta Chiclayo, 2021?	¿De qué manera nos servirá identificar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo	Reducir los niveles de contaminación del aire por medio de pintura foto-catalítica, en las Av. Bolognesi y Balta Chiclayo, 2021	Identificar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.	Niveles de contaminación de aire en Chiclayo	Estándares de calidad del aire
		¿Qué propiedades químicas se identifican en la pintura foto-catalítica a utilizar en, la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 la Av. Balta, Chiclayo?		Identificar las propiedades químicas de la pintura foto-catalítica a utilizar en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.		Propiedades químicas de la pintura foto-catalítica
		¿Cuál es la descripción del procedimiento al aplicar la pintura foto-catalítica en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo?		Describir el procedimiento para aplicar la pintura foto-catalítica en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.	Procedimiento de aplicación de la pintura	
		¿Cuáles son los niveles de contaminación del aire identificados, aplicando pintura foto-catalítica en algunos lugares del Perú?		Explicar los niveles de contaminación del aire aplicando pintura foto-catalítica en algunos lugares del Perú.		Niveles de contaminación del aire aplicando la pintura en el Perú
		¿Qué comparación existe entre los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo, antes y después de aplicada la pintura foto-catalítica?		Comparar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo, antes y después de aplicada la pintura foto-catalítica.	Niveles de contaminación del aire, antes y después de aplicar la pintura	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Estándares de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Periodo	Valor (ug/m ³)
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200
	Anual	100
Material Particulado con diámetro menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	24 horas	50
	Anual	25
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100
	Anual	50
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000
	8 horas	10000
Ozono (O ₃)	8 horas	100

Fuente: Decreto Supremo N°003-2017-MINAM

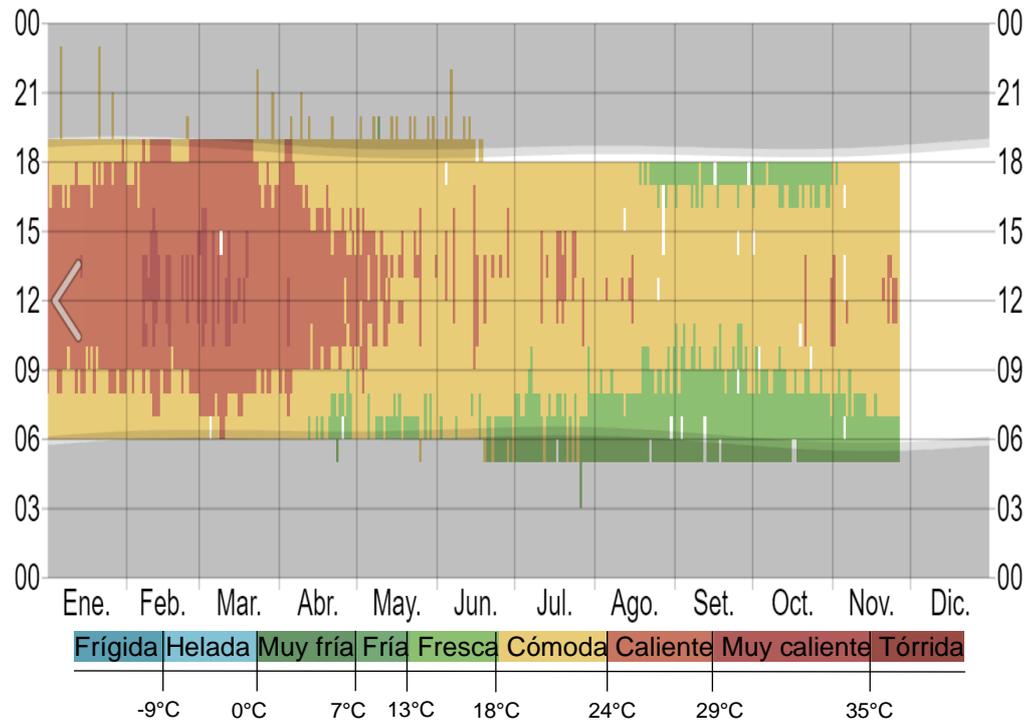
Anexo 3: Niveles de contaminación en la ciudad de Chiclayo

Contaminante	Calificación	Descripción	Valor (ug/m ³)
O ₃	EXCELENTE	El ozono a nivel del suelo puede agravar las enfermedades respiratorias existentes y también provocar irritación de garganta, dolores de cabeza y dolor de pecho.	40
PM _{2.5}	EXCELENTE	Las partículas finas son partículas contaminantes inhalables con un diámetro inferior a 2,5 micrómetros que pueden entrar en los pulmones y en el torrente sanguíneo y provocar graves problemas de salud. Afectan de forma más grave a los pulmones y al corazón. La exposición a estas partículas puede provocar tos o dificultad para respirar, agravar el asma y desarrollar enfermedades respiratorias crónicas.	12
PM ₁₀	EXCELENTE	La materia particulada está formada por partículas contaminantes inhalables con un diámetro inferior a 10 micrómetros. Las partículas de más de 2,5 micrómetros pueden depositarse en las vías respiratorias y provocar problemas de salud. La exposición puede provocar irritación de ojos y garganta, tos, dificultad para respirar y puede agravar el asma. Una exposición más frecuente y excesiva puede tener efectos más graves para la salud.	11
SO ₂	EXCELENTE	La exposición al dióxido de azufre puede provocar irritación de garganta y ojos, y agravar el asma y la bronquitis crónica.	1
NO ₂	EXCELENTE	La inhalación de altos niveles de dióxido de nitrógeno aumenta el riesgo de afecciones respiratorias. La tos y la dificultad para respirar son un síntoma habitual, pero hay asociados problemas de salud más graves, como las infecciones respiratorias, que pueden aparecer tras una exposición más prolongada.	0
CO	EXCELENTE	El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro y, cuando se inhala en altos niveles, puede causar dolor de cabeza, náuseas, mareos y vómitos. La exposición prolongada a largo plazo puede provocar enfermedades cardíacas.	75

Fuente: Accu Weather, 11 de mayo del 2021

Anexo 4: Valores climatológicos

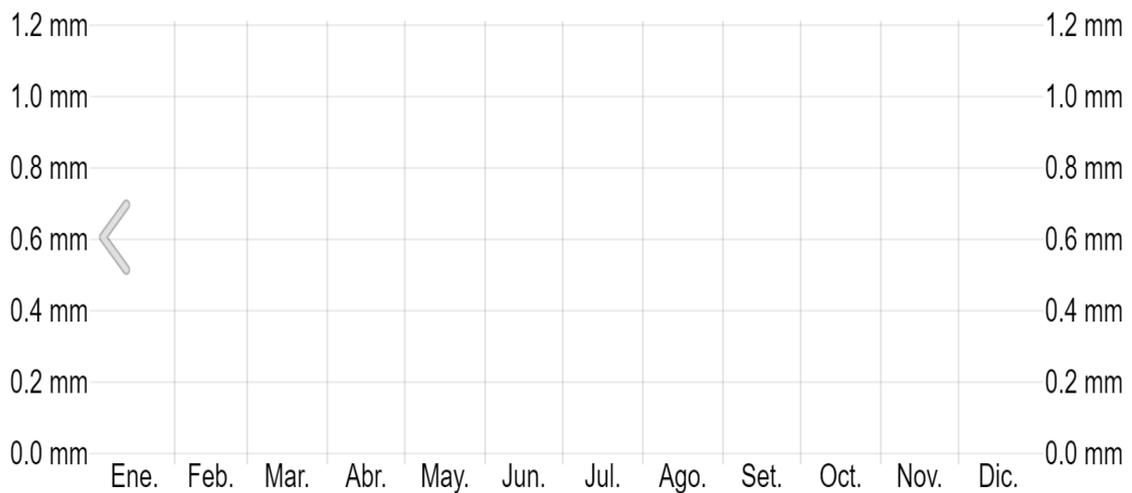
- Temperatura por hora en Chiclayo en el 2021



La temperatura reportada por hora, codificada por colores en bandas. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

Fuente: Weather Spark, 2021

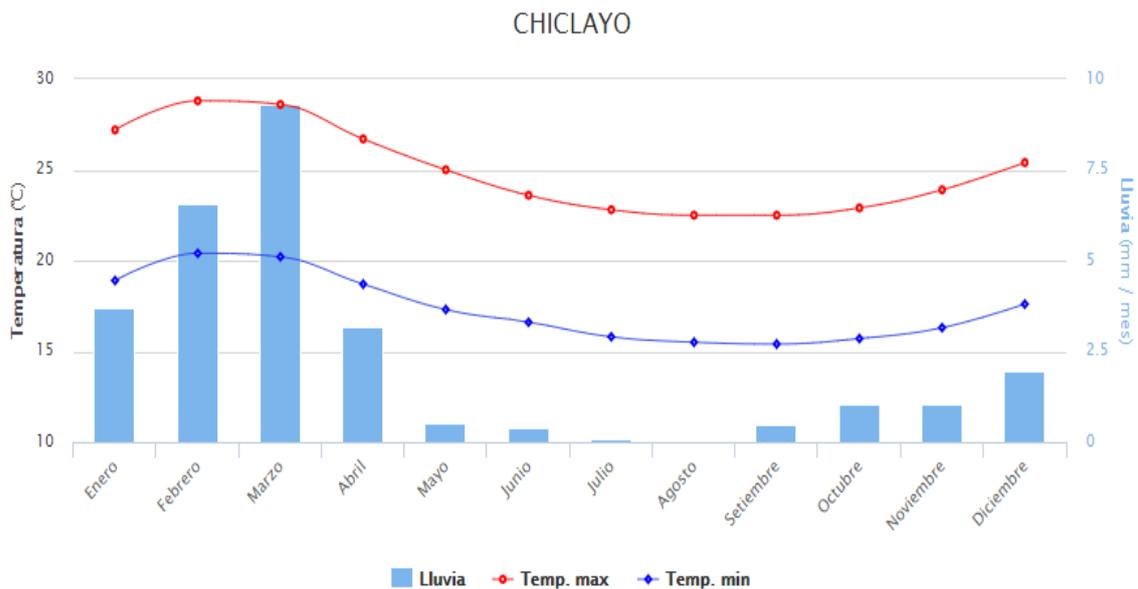
- Precipitación diaria en Chiclayo en el 2021



La cantidad de precipitación líquida o equivalente a líquida diaria medida.

Fuente: Weather Spark, 2021

- **Datos generales de Chiclayo**



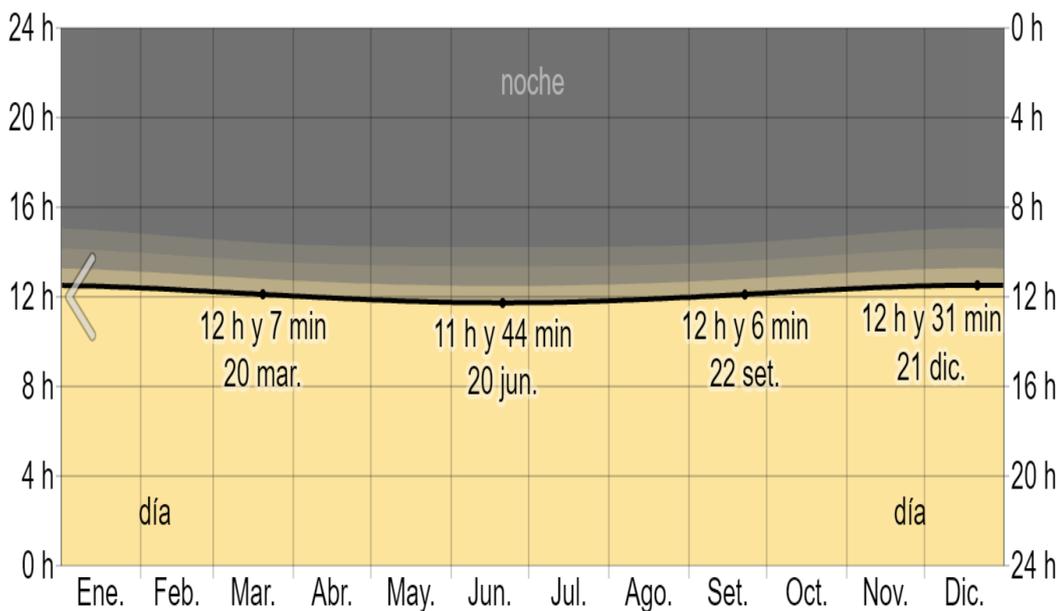
senamhi.gob.pe

Para CHICLAYO, el mes con temperatura más alta es febrero (28.8°C); la temperatura más baja se da en el mes de setiembre (15.4°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de marzo (9.31 mm/mes)

Fuente: Senamhi, 2021

Anexo 5: Soleamiento

- **Hora de luz natural y crepúsculo en Chiclayo en el 2021**

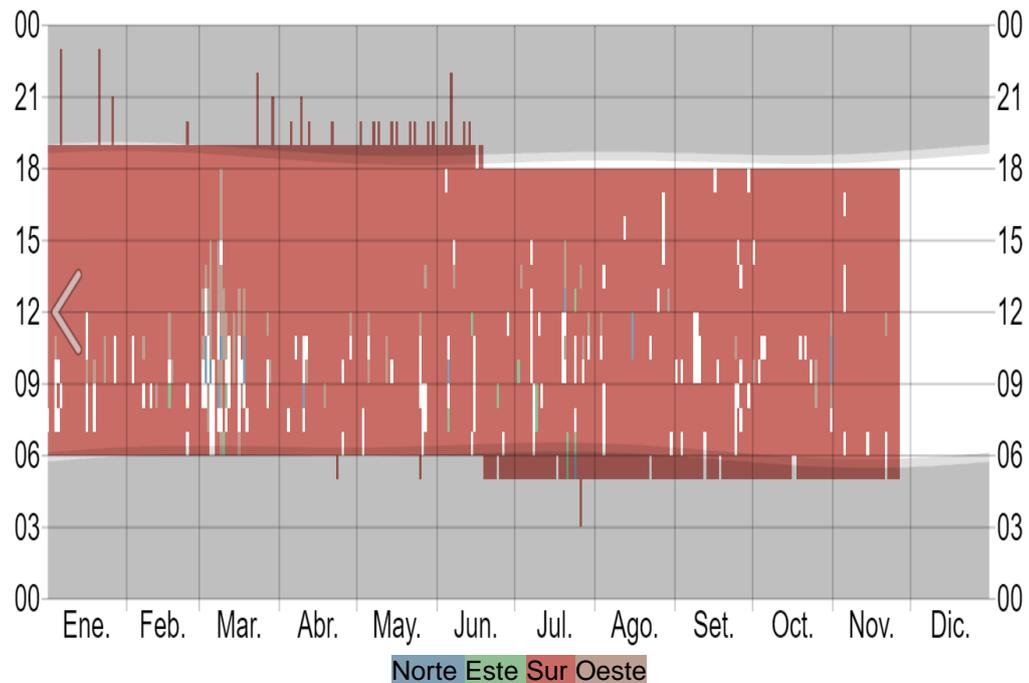


La cantidad de horas durante las cuales el sol está visible (línea negra). De abajo (más amarillo) hacia arriba (más gris), las bandas de color indican: luz natural total, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y noche total.

Fuente: Weather Spark, 2021

Anexo 6: Dirección del viento

- Dirección de viento por hora en Chiclayo en el 2021

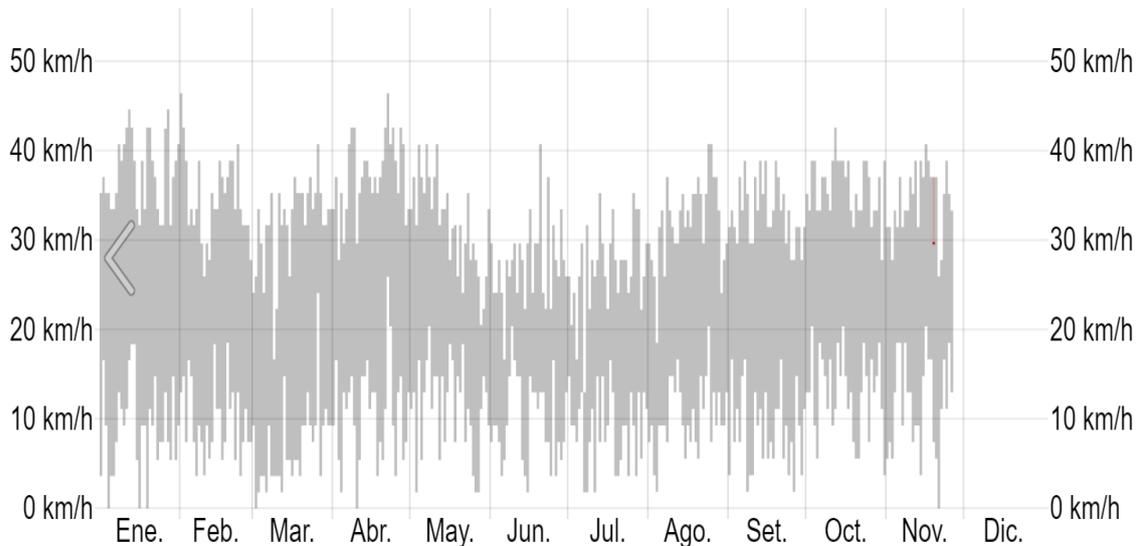


La dirección del viento reportada por hora, codificada por color por punto en el compás. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.

Fuente: Weather Spark, 2021

Anexo 7: Velocidad del viento

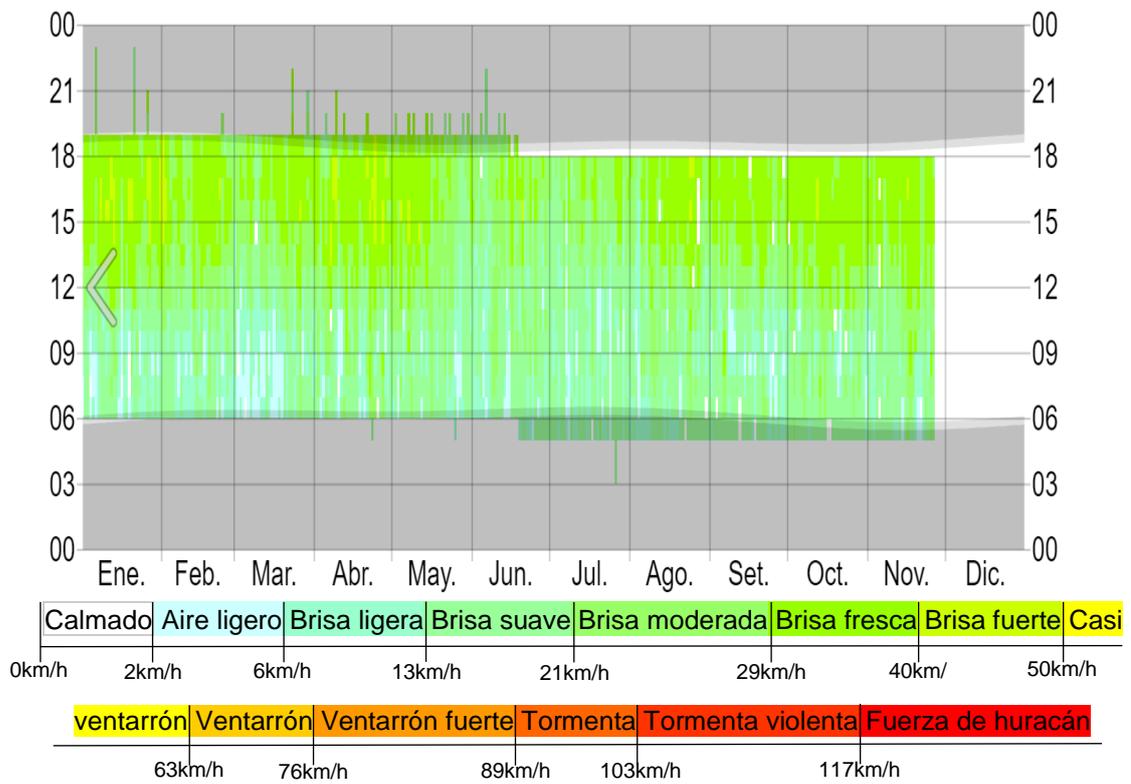
- Velocidad del viento en Chiclayo en el 2021



La gama diaria de velocidades del viento reportadas (barras grises), con velocidades máximas de ráfagas (marcas rojas).

Fuente: Weather Spark, 2021

- **Velocidad del viento por hora en Chiclayo en el 2021**



La velocidad del viento reportada por hora, codificada por color en bandas, de conformidad con la escala de Beaufort. Las áreas sombreadas superpuestas indican la noche y el crepúsculo civil.
 Fuente: Weather Spark, 2021

Anexo 8: Pintura AmbientPro+ Premium

AmbientPro+ Premium

Versión: ene-18

AmbientPro+ Premium es una pintura natural fotocatalítica con tecnología de grafeno con acabado mineral mate en blanco. Descompone compuestos orgánicos y gases inorgánicos por la incidencia de la luz, ya sea natural o artificial, sobre la nanopartícula de óxido de titanio, componente fotocatalizador. Ideal para la descontaminación de la polución en ciudades. También favorece la eliminación de olores de animales domésticos, tabaco, etc.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Características:

Fotocatalítica.
Descompone contaminantes: NOx, COVs, CO, SOx formaldehídos, etc.
Elimina olores.
Activa en el rango de luz visible y UV (10-750 nm). Apto para interiores y exteriores.
Absorbe CO2 (4.8 kg/15 l).
Contiene cal de alta calidad y fibras de grafeno.
Transpirable. Evita condensaciones.
Buena lavabilidad.
Alta resistencia, adherencia y durabilidad.
Excelente flexibilidad. No se cuartea.
Libre de emisiones COVs y formaldehídos.
GreenRate Certified™ LEVEL A

Propiedades técnicas:

Peso específico	1.4 ± 0.05 g/cm ³
pH	12.5 ± 1
Viscosidad	[60 - 130] U.K.
% sólidos	55 ± 5 %
Lavabilidad (EN 13300)	Clase 1
Permeabilidad al vapor de agua (EN 1062-1)	Clase 1 SD < 0.14 m
Absorción agua por capilaridad	w < 0.01 kg/m ² ·h ^{0,5}
Reacción al fuego	A1
Naturaleza	Cal aérea Aspecto
Mate Contenido COVs	< 1 g/l Emisiones COVs

Presentación:

Envases de 1 l, 4 l, 12.5 l y 15 l.

Almacenamiento:

Conservar en sus envases originales, cerrados y en un lugar seco y fresco. Preservar de heladas y evitar la exposición directa al sol. Sin abrir, se conserva al menos 12 meses desde la fecha de fabricación. El producto puede espesar, sin perder propiedades; agitar bien antes de aplicar.

INDICACIONES DE APLICACIÓN

Superficies de aplicación:

Enlucido, yeso, emplastes, antiguas pinturas, placas prefabricadas y papel pintado sin plastificar, ladrillo, etc.

Estado del soporte:

El soporte deberá estar seco, firme, bien adherido, exento de cualquier impureza que impida el perfecto anclaje del producto.

Preparación de soporte:

Si el soporte presenta algas, moho, hongos y/u otras impurezas, se recomienda realizar una limpieza ex-

Líquido denso Acabado

Clase A+

Rendimiento:

6-9 m²/l (2 manos). Depende del tipo y estado soporte, herramientas, etc. El consumo exacto deberá determinarse realizando muestrar en obra.

Colores:

Blanco mate.

1-3 mm	Aplicar <i>Füllmasse Premium</i> (con venda de fibra de vidrio cuando sea >1 mm).
3-10 mm	Picar superficialmente y aplicar <i>Naturglue Premium</i> con malla.
>10 mm	Requiere de estudio arquitectónico

que un exceso de producto por capas puede generar micro-fisuras.

Secado:

A 25 °C y 60% de humedad relativa: 2-4 horas entre

capas y 24 horas de secado.

Si el soporte presenta deterioro del mortero, primero eliminar las zonas que no adhieren mediante raspado o picado y limpiar mediante cepillado o con abundante agua. La actuación varía según el espesor dañado:

El curado total se produce a los 30 días, presentando una buena dureza y resistencia. Se aconseja no limpiar y/o frotar durante ese periodo.

Condiciones climatológicas:

< 3 mm	Aplicar <i>Ecoputty Premium</i> .
3-8 mm	Aplicar <i>Naturglue Premium</i> con malla.
8-20 mm	Aplicar <i>MortarBase Premium</i> y terminar con <i>MortarFine Premium</i> (<10 mm) con malla.
>20 mm	Aplicar <i>Naturglue Premium</i> (5 mm), colocar rasilla según el espesor de la oquedad (1-5 cm) y aplicar <i>Naturglue Premium</i> (<10 mm) con malla.

Si el soporte presenta patologías tales como grietas estructurales, humedades por capilaridad, condensación o filtración, etc.; es preciso primero solucionar el problema arquitectónico que genera este fenómeno.

Según naturaleza del soporte, las actuaciones previas varían como sigue:

- Antiguas pinturas brillantes o satinadas, masillas: limpie la superficie y lije suavemente.
- Si el soporte es de madera, metal (sin corrosión u oxidación) o sin porosidad (ej. baldosas vidriadas, panel fenólico, pinturas epoxi o poliuretano, etc.): aplicar *Four2Four Premium*.

Preparación del producto:

Agitar y diluir con agua al 10-15% del peso del producto (150-200 ml de agua por litro de producto aprox.), asegurar una buena mezcla. Evitar agitar en exceso para minimizar la oclusión de burbujas.

Método de aplicación:

Aplicar previamente una capa de *AmbientPrimer Premium* diluida 1:1 con agua. Tras 24 horas, aplicar 2 o 3 capas uniformemente en forma de V. Pintar en secciones empezando por los bordes. Sin recargar el rodillo de pintura, pase el rodillo para repartir correctamente la pintura. No pintar sobre las zonas que se están secando, evitar empalmes. Se advierte

No realizar veladuras decorativas y/o colocación de plantillas autoadhesivas o similar.

Las partes que no vayan a ser tratadas deben ser protegidas (cristalería, carpintería, etc.).

Si existieran requisitos estéticos estrictos se recomienda hacer ensayos previos.

No mezclar con otros productos para conservar las propiedades específicas del mismo.

Productos complementarios:

Se recomienda utilizar la gama *Graphenstone®* para las acciones complementarias según la aplicación, reparación y/o acabado requerido. Por favor, consultar las correspondientes Fichas Técnicas.

DECLARACIONES

El fabricante declara que, debido a la composición del producto, no contiene sustancias peligrosas, ni plastificantes y está libre de emisiones COVs.

Para más información consulte nuestra página web: <http://graphenstone.com/Graphenstone-Global-Certificados.html>

INFORMACIÓN ADICIONAL

Precauciones de uso:

Ninguna especialmente en actuaciones normales y personas que no presenten patologías especiales. Producto alcalino, proteger piel y ojos especialmente. No inhalar el producto. Manténgase fuera del alcance de los niños.

Gestión de residuos:

Según las disposiciones legales locales. Los envases son de polipropileno. Contribuya a respetar el medioambiente, no tire los residuos por el desagüe y usa el punto limpio más próximo.

PhotoCryl *activa* asphalt

Tratamiento fotocatalítico para pavimentos asfálticos

Las superficies activadas con PhotoCryl utilizan la energía de la luz para destruir los contaminantes del aire. Por ello:

- ELIMINAN LOS CONTAMINANTES DEL AIRE
- EVITAN LA ACUMULACION DE CONTAMINANTES EN LAS SUPERFICIES
- ELIMINAN LAS AGRESIONES DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE
- REDUCEN LOS COSTES DE MANTENIMIENTO EN FACHADAS Y MONUMENTOS
- REDUCEN LOS OLORES DEL AMBIENTE

PHOTOCRYL se usa para el tratamiento de calzadas asfálticas, sometidas a la agresión de los contaminantes producidos por el tráfico, principalmente en calles, carreteras y autopistas. **PHOTO CRYL** se usa en zonas urbanas de aire contaminado y cerca de edificios y superficies que se ensucian y degradan por la contaminación ambiental.

Calles
Carreteras y autopistas

Garajes

Zonas peatonales

-LA FOTOCATALISIS

Es una tecnología análoga a la de los paneles solares fotovoltaicos. Usa la energía de la luz para destruir los contaminantes producidos por automóviles e industrias, que afectan la salud de las personas, y ensucian

No requiere mantenimiento, y su efecto es PERMANENTE.

Es una TECNOLOGÍA LIMPIA

Mejora la SALUD de las personas

No solo no ensucia, sino que LIMPIA EL AIRE CONTAMINADO

AHORRA COSTES. elimina la contaminación que ensucia

DESTRUYE LA SUCIEDAD y evita el crecimiento de

MICROORGANISMOS.

-MODO DE APLICACIÓN

PHOTOCRYL se aplica sobre pavimentos asfálticos, abiertos o semiabiertos, proporcionando una capa de aislamiento y anclaje entre el soporte y los pigmentos fotocatalíticos

PhotoCryl se aplica por aspersión, con un consumo entre 150 y 200 gr/m². Las superficies a proteger deben estar limpias y secas en el momento de la aplicación.

PhotoCryl forma una película superficial, y se recomienda realizar pruebas antes de decidir la dosificación.

Se recomienda esperar algunos días antes de la aplicación sobre pavimentos asfálticos nuevos, para evitar que el asfalto todavía fluido pueda recubrir y tapar la capa de

PhotoCryl, limitando su efectividad.

PhotoCryl no modifica ninguna de las propiedades de la calzada asfáltica, ni es su capacidad de agarre y sujeción a los

neumáticos (grip), ni en las propiedades de drenaje o absorción de ruidos (fono absorción). Al ser transparente, no requiere proteger las marcas viales durante su aplicación



Ensayos según ISO 22197-1, realizados en el CSIC, muestran una capacidad de eliminación del 89 % de los contaminantes medidos: 268 µg NO/m².h aplicado en el exterior,

³ equivalente a la capacidad de limpiar 7,2 m² del aire urbano

² más contaminado, por hora, y por cada m², en las condiciones del ensayo

No aplicar en horizontal si se prevé lluvia en las 24 horas posteriores

En condiciones normales, puede abrirse al tráfico en 3-4 horas tras la aplicación



PhotoCryl no modifica la textura ni apariencia del soporte

Anexo 10: Aspectos administrativos

- Materiales e insumos:

Cantidad	Concepto	Precio Unitario		Precio Total
		Precio	Soles (S/.)	
5	15 L Pintura fotocatalítica para fachadas Granthstone	28.95 €	S/ 133.56	S/ 667.80
2	15 L Pintura fotocatalítica para pistas PhotoCryl Activa Asphalt	89.99 €	S/ 415.09	S/ 830.18
6	Brochas de cerda mango plástico 4"		S/ 4.90	S/ 29.40
6	Rodillos de 9"		S/ 13.52	S/ 81.12
			TOTAL	S/ 1,608.50

Anexo 11: Ficha de entrevista

- **Ficha de entrevista**

REDUCCIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR MEDIO DE PINTURA FOTO-CATALÍTICA EN AV. BOLOGNESI CON BALTA

Fecha:

Entrevistado: Transeúnte () Comerciante ()

Razón social: _____

A continuación, se formularán unas preguntas para determinar la capacidad de la pintura foto-catalítica y la aprobación de los ciudadanos frente al uso de esta pintura y de esta manera conocer la capacidad que tiene para reducir los niveles de contaminación del aire.

Objetivo 1: Identificar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.

- 1. ¿Usted cree que los actuales datos de emisiones de gases presentes en la ciudad de Chiclayo, superan los Estándares de Calidad Ambiental para Aire? ¿Qué opinión tiene al respecto?**

- 2. ¿Considera que los niveles de contaminación del aire afectan a su calidad? ¿Por qué?**

- 3. ¿Cuáles cree que es la razón por la que aumente los niveles de concentraciones de gases contaminantes en la ciudad de Chiclayo?**

Objetivo 2: Identificar las propiedades químicas de la pintura foto-catalítica a utilizar en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.

- 4. ¿Qué opina del proceso que realiza la pintura foto-catalítica?**

5. Sabiendo que la pintura como principal recurso natural es la luz solar. ¿Considera importante su aplicación? ¿Por qué?

6. Considerando importante su aplicación. ¿Cómo define sus propiedades que contiene la pintura con su capacidad de reducir contaminantes?

Objetivo 3: Describir el procedimiento para aplicar la pintura foto-catalítica en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.

7. ¿Estaría de acuerdo que la aplicación de la pintura foto-catalítica se de en el concreto de las pistas, veredas y postes? ¿Por qué?

8. ¿Apoya a la aplicación de la pintura foto-catalítica en las fachadas de las tiendas y/o viviendas de esta Av.? ¿Por qué?

9. ¿Por qué cree que en Chiclayo se debe aplicar esta tecnología limpia?

Objetivo 4: Explicar los niveles de contaminación del aire aplicando pintura foto-catalítica en algunos lugares del Perú.

10. Ante la aplicación de esta pintura en otros lugares del país ¿Qué opina del resultado obtenido frente a los gases contaminantes en las superficies tratadas?

11. Entonces, ¿Qué considera que tiene esta pintura ante la presencia de gases contaminantes?

12. ¿Cuál es su opinión frente a la cantidad de gases contaminantes reducidos ante su aplicación?

Objetivo 5: Comparar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo, antes y después de aplicada la pintura foto-catalítica.

13. Analizando datos anteriores de niveles de contaminación ¿Cómo describiría los resultados obtenidos antes de ser aplicada la pintura en la zona de estudio?

14. Ahora, ¿Cómo describiría los resultados obtenidos después de ser aplicada la pintura en la zona de estudio?

15. ¿Qué podría decir de la pintura foto-catalítica?

- **Fotografías**



Intersección de Av. Balta con la Av. Bolognesi



Av. Balta cuadra 2



Av. Balta cuadra 3 con intersección Ca. Tacna



Entrevista a comerciante ambulante en Av. Balta cuadra 4



Av. Balta cuadra 4



Entrevista en Restaurante Coffee Art, en Av. Balta cuadra 4



Entrevista en Instituto Montalvo en Av. Balta cuadra 5



Av. Balta cuadra 6



Entrevista a comerciante ambulante en Av. Balta cuadra 6



Av. Bolognesi cuadra 5



Entrevista al establecimiento King Kong Lambayeque Av. Bolognesi cuadra 5



Av. Bolognesi cuadra 6



Entrevista al establecimiento King Kong Regional Av. Bolognesi cuadra 6

- Entrevistas realizadas

REDUCCIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR MEDIO DE PINTURA FOTO-CATALÍTICA EN AV. BOLOGNESI CON AV. BALTA

Fecha: _____

Entrevistado: Transeúnte (X) Comerciante ()

Razón social: _____

A continuación, se formularán unas preguntas para determinar la eficiencia de la pintura foto-catalítica y la aprobación de los ciudadanos frente al uso de esta pintura y de esta manera conocer la capacidad que tiene para reducir los niveles de contaminación del aire.

Objetivo 1: Identificar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.

- ¿Usted cree que los actuales datos de emisiones de gases presentes en la ciudad de Chiclayo, superan los Estándares de Calidad Ambiental para Aire? ¿Qué opinión tiene al respecto?
 No, pero sí debe controlarse la contaminación
- ¿Considera que los niveles de contaminación del aire afectan a su calidad? ¿Por qué?
 Sí, los contamina

3. ¿Cuáles cree que es la razón por la que aumente los niveles de concentraciones de gases contaminantes en la ciudad de Chiclayo?
 Por los carros

Objetivo 2: Identificar las propiedades químicas de la pintura foto-catalítica a utilizar en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.

- ¿Qué opina del proceso que realiza la pintura foto-catalítica?
 Que ayuda a reducir la contaminación
- Sabiendo que la pintura como principal recurso natural es la luz solar. ¿Considera importante su aplicación? ¿Por qué?
 Sí, porque no requiere de más cosas
- Considerando importante su aplicación. ¿Cómo define sus propiedades que contiene la pintura con su capacidad de reducir contaminantes?
 Que permite mejorar los niveles de contaminación del aire

Objetivo 3: Describir el procedimiento para aplicar la pintura foto-catalítica en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.

- ¿Estaría de acuerdo que la aplicación de la pintura foto-catalítica se de en el concreto de las pistas, veredas y postes? ¿Por qué?
 Sí, para que tenga una mejor visión
- ¿Apoya a la aplicación de la pintura foto-catalítica en las fachadas de las tiendas y/o viviendas de esta Av.? ¿Por qué?
 Sí, para tener una ciudad más amigable con el ambiente
- ¿Por qué cree que en Chiclayo se debe aplicar esta tecnología limpia?
 Porque va ayudar a reducir los contaminantes

Objetivo 4: Explicar los niveles de contaminación del aire aplicando pintura foto-catalítica en algunos lugares del Perú.

- Ante la aplicación de esta pintura en otros lugares del país ¿Qué opina del resultado obtenido frente a los gases contaminantes en las superficies tratadas?
 Que ha ayudado a mejorar la calidad del aire en la zona

11. Entonces, ¿Qué considera que tiene esta pintura ante la presencia de gases contaminantes?
 La capacidad de poder reducir contaminantes

12. ¿Cuál es su opinión frente a la cantidad de gases contaminantes reducidos ante su aplicación?
 Que es una pintura buena porque ayuda a reducir los gases

Objetivo 5: Comparar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo, antes y después de aplicada la pintura foto-catalítica.

- Analizando datos anteriores de niveles de contaminación ¿Cómo describiría los resultados obtenidos antes de ser aplicada la pintura en la zona de estudio?
 Que existían elevadas concentraciones
- Ahora, ¿Cómo describiría los resultados obtenidos después de ser aplicada la pintura en la zona de estudio?
 Disminuyeron los gases perjudiciales al ambiente
- ¿Qué podría decir de la pintura foto-catalítica?
 Que se debería aplicar en Chiclayo y en más zonas para no tener problemas ambientales

REDUCCIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR MEDIO DE PINTURA FOTO-CATALÍTICA EN AV. BOLOGNESI CON AV. BALTA

Fecha:

Entrevistado: Transeúnte () Comerciante (X)

Razón social: Montalvo

A continuación, se formularán unas preguntas para determinar la eficiencia de la pintura foto-catalítica y la aprobación de los ciudadanos frente al uso de esta pintura y de esta manera conocer la capacidad que tiene para reducir los niveles de contaminación del aire.

Objetivo 1: Identificar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.

1. ¿Usted cree que los actuales datos de emisiones de gases presentes en la ciudad de Chiclayo, superan los Estándares de Calidad Ambiental para Aire? ¿Qué opinión tiene al respecto?
Si porque podemos ver que existe mucha contaminación por los vehículos que están y en mal estado que contaminan.
2. ¿Considera que los niveles de contaminación del aire afectan a su calidad? ¿Por qué?
Si porque da un olor a picaduras y muchi ocasionamos enfermedades.

3. ¿Cuáles cree que es la razón por la que aumente los niveles de concentraciones de gases contaminantes en la ciudad de Chiclayo?

Por la reactivación económica la gran contaminación que hubo.

Objetivo 2: Identificar las propiedades químicas de la pintura foto-catalítica a utilizar en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.

4. ¿Qué opina del proceso que realiza la pintura foto-catalítica?
Es un proceso que no afecta al ambiente sino que ayuda.
5. Sabiendo que la pintura como principal recurso natural es la luz solar. ¿Considera importante su aplicación? ¿Por qué?
Si porque acá en Chiclayo gozamos de muchos días de sol y luz que ayudan.
6. Considerando importante su aplicación. ¿Cómo define sus propiedades que contiene la pintura con su capacidad de reducir contaminantes?
son propiedades amigables con el ambiente y que ayudan a reducir los contaminantes.

Objetivo 3: Describir el procedimiento para aplicar la pintura foto-catalítica en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo.

7. ¿Estaría de acuerdo que la aplicación de la pintura foto-catalítica se de en el concreto de las pistas, veredas y postes? ¿Por qué?
Si para que haya un mejor resultado de y disminuya los contaminantes.
8. ¿Apoya a la aplicación de la pintura foto-catalítica en las fachadas de las tiendas y/o viviendas de esta Av.? ¿Por qué?
Si porque es algo que nos va ayudar a limpiar.
9. ¿Por qué cree que en Chiclayo se debe aplicar esta tecnología limpia?
Porque vemos que la ciudad sufre de contaminación.

Objetivo 4: Explicar los niveles de contaminación del aire aplicando pintura foto-catalítica en algunos lugares del Perú.

10. Ante la aplicación de esta pintura en otros lugares del país ¿Qué opina del resultado obtenido frente a los gases contaminantes en las superficies tratadas?
A mí me impresionó ya que nunca escuché hablar de este método.

11. Entonces, ¿Qué considera que tiene esta pintura ante la presencia de gases contaminantes?
Tiene componentes que ayudan a disminuir los contaminantes.

12. ¿Cuál es su opinión frente a la cantidad de gases contaminantes reducidos ante su aplicación?
Que me parece un buen solución para que se aplique en la ciudad.

Objetivo 5: Comparar los niveles de contaminación del aire en la cuadra 5 y 6 de la Av. Bolognesi con la cuadra de la 2 a la 6 de la Av. Balta, Chiclayo, antes y después de aplicada la pintura foto-catalítica.

13. Analizando datos anteriores de niveles de contaminación ¿Cómo describiría los resultados obtenidos antes de ser aplicada la pintura en la zona de estudio?
Los datos antes representaban grandes cantidades de contaminación.
14. Ahora, ¿Cómo describiría los resultados obtenidos después de ser aplicada la pintura en la zona de estudio?
Los resultados son buenos ya que ayuda a reducir las emisiones.
15. ¿Qué podría decir de la pintura foto-catalítica?
Que es una opción adecuada para que se aplique en la ciudad.