

# Una revisión de la tecnología de vehículos autónomos y su uso para la contingencia COVID-19

## A review of autonomous vehicle technology and its use for the COVID-19 contingency

Toapanta, Alex<sup>1\*</sup>; Zea, Danny<sup>1</sup>; Tasiguano, Cristian<sup>1</sup>; Ananganó, Georginio<sup>2</sup>; Prado, Alvaro<sup>2</sup>; Camacho, Oscar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Universitario Rumiñahui, Quito, Ecuador.

<sup>2</sup>Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

\*alex.toapanta@ister.edu.ec

### Resumen

*La cotidianidad de las personas y la actividad en múltiples sectores económicos se han visto comprometidas a partir del brote del Coronavirus 2019 (COVID-19) como pandemia debido a restricciones de la movilidad adoptadas por gobiernos e instituciones mediante el confinamiento o distanciamiento social. De manera similar, la coyuntura ha ejercido gran presión sobre las cadenas de suministro, desde las médicas hasta aquellas de artículos personales y de hogar, ya que la sobredemanda ha puesto a prueba las actuales infraestructuras logísticas. Éstos dos elementos y sobre todo el incremento vertiginoso en el número de incidentes por COVID-19 a nivel mundial han impulsado la necesidad del uso de herramientas tecnológicas activas que puedan apalar los efectos adversos de la pandemia como la Inteligencia Artificial, el Internet de las Cosas, Blockchain, 5G, entre otras. Por ejemplo, el Aprendizaje de Máquina en combinación con la Robótica han ganado espacios para gestionar la propagación del virus en hospitales, aeropuertos, sistemas de transporte, áreas recreativas, restaurantes, y conglomerados en general. En particular, frente a la contención de movilidad y limitada interacción entre personas, la potencialidad de los vehículos robóticos autónomos comprende un elemento clave para reducir el contagio por el contacto humano y la posible disruptiva transmisión del virus. Más allá del avance continuo en navegación autónoma y su impacto sobre la propagación de la pandemia, éste trabajo concentra su discusión sobre los principales usos y aplicaciones de tecnologías de vanguardia frente a la contingencia. Parte de este trabajo también involucra aplicaciones no convencionales de vehículos terrestres no-tripulados al servicio de los actuales requerimientos, y el cómo la Inteligencia Artificial en conjunto con la Robótica móvil se convierten en tecnologías habilitantes en diversos sectores de la economía. Finalmente, varias tendencias y retos futuros son discutidos para la solución de nuevos problemas de la situación actual de salud.*

**Palabras claves:** Vehículos autónomos, pandemia, COVID-19, robótica, inteligencia artificial.

### Abstract

*The everydayness of people and the activity of multiple sectors of the economy have been compromised since Corona Virus 2019 (COVID-19) appears as a pandemic due to governments and institutions' mobility restrictions to maintain the confinement social distancing. Similarly, the current situation has exerted tremendous pressure on supply-chains from those found in the medical area to personal and household items since over-demand has put on testing the current logistic infrastructures. This pair of elements and primarily the vertiginous increase in the number of incidents by COVID-19 worldwide have risen the need to use active technologies to tackle the adverse effects of the COVID-19 pandemic Artificial Intelligence, the Internet of Things, Blockchain, 5G, among others. For instance, in combination with Robotics and its interaction with humans, Machine Learning has gained space to manage the virus's propagation in hospitals, airports, transport systems, recreational areas, restaurants, and conglomerates in general. In particular, against mobility regulation and limited interaction among people, autonomous robotic vehicles' potential is crucial in reducing human contact and the possible disruptive transmission of the virus. Beyond the continuous advance of autonomous navigation and its impact on propagating the pandemic, this work focuses its discussion on the main uses and applications of cutting-edge industrial technologies against the contingency. Part of this work also involves unconventional applications of unmanned land vehicles at the service of current requirements and how Artificial Intelligence, in conjunction with mobile Robotics, becomes enabling technologies in various sectors of the economy. Finally, some trends and challenges are discussed to solve new problems in the current health situation.*

**Keywords:** Autonomous vehicles, pandemic, COVID-19, robotics, artificial intelligence.

## 1. Introducción

A inicios de diciembre del 2019, el surgimiento del nuevo agente viral SARS-CoV-2 (posiblemente originario de Wuhan, China), bajo su forma usual de propagación mediante la interacción social, ha puesto a las personas en riesgo de contagio y fatalidad inminente, representando así la expansión del virus en la amenaza de salud pública mundial (Fong y col., 2020). En efecto, la dispersión global de éste nuevo brote de virus reconocida como enfermedad COVID-19 y, oficialmente declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como emergencia sanitaria con connotación de pandemia (Quispe y col., 2020), ha alertado a los gobiernos sobre la implementación de mecanismos de contingencia en salud, gestión administrativa, monitoreo y control en general. Por ejemplo, el distanciamiento y confinamiento de personas, aislamiento de regiones críticas, y restricción vehicular han sido, entre otras prácticas, varias de las acciones comunes de bloqueo llevadas a cabo por los países con el fin de contener o al menos ralentizar la diseminación del contagio. En general, el brote de este virus ha perturbado drásticamente los sistemas sanitarios, sociales y económicos de la mayoría de los países, despertando así nuevas necesidades urgentes para regular al menos como era en el principio su comportamiento.

El COVID-19 no es el primer agente infeccioso que ha afectado a los sistemas mencionados anteriormente. En las últimas décadas, epidemias de virus como el SARS-CoV-1, MERS, la gripe porcina, el Ébola, el Zika y la fiebre amarilla también han amenazado a los sistemas de salud alrededor de todo el mundo. Sin embargo, ninguno de estos brotes de enfermedades pasados ha tenido un impacto a escala global como se ha experimentado con el COVID-19. En este sentido, si bien la comunidad científica de la salud ha dirigido grandes esfuerzos en temas de desarrollo de vacunas, tratamientos y terapias para combatir al nuevo corona virus y sus efectos, otros asuntos relevantes han sido abordados también en la literatura para dar plena cobertura a la problemática sanitaria actual. Según la evidencia clínica y epidemiológica, comprender los medios de transmisión que inciden sobre el contagio comunitario es uno de los pasos para determinar los factores de riesgo asociados con la pandemia. Por ejemplo, la asistencia automática y sistematizada del transporte de productos y servicios impone un factor tecnológico clave para cubrir la necesidad de circulación de las personas, acotar la dinámica de movilidad humana y por ende restringir la expansión de la enfermedad portada por posibles contagiados.

Debido a la ausencia de acciones concretas por frenar el contagio, el distanciamiento social ha sido posiblemente reconocido hasta la fecha como una estrategia eficaz de protección frente a la transmisión del virus. No obstante, el distanciamiento ha acarreado efectos colaterales sobre la circulación y la libre movilidad de las personas, incluso llegando al cierre de fronteras y bloqueo en muchos países.

Uno de los efectos adversos por la acción del distanciamiento se ha reflejado en el bajo nivel de concurrencia de las personas a lugares de consumo de productos y servicios esenciales y no esenciales, provocando en el sector industrial importantes interrupciones dentro de la cadena de suministro (obtención de materias primas, producción, logística & transporte, apertura de agencias & sucursales, almacenamiento, venta & contacto con clientes y, distribución & entregas), y grandes flujos comerciales al borde del colapso. De aquí surge el requerimiento de suplir la necesidad de circulación por medio de plataformas móviles autónomas (sin personas a bordo) que pudieran parcial o completamente asistir provisionalmente las actividades de las personas, salvaguardar su salud y mantener de cierta forma la economía. Por ejemplo, los servicios de entrega domiciliar mediante el uso de vehículos terrestres autónomos son ahora más necesarios para evitar el contacto social y parcialmente mitigar los riesgos (Sathyamoorthy y col., 2020).

La historia ha demostrado que muchos vehículos autónomos han sido desarrollados pensando en cubrir las necesidades de conducción asistida al ser humano, sin embargo, en medio del brote del coronavirus, ahora los vehículos autónomos que ejecutan tareas asociadas a la asistencia de movilidad humana, adquisición e intercambio de materias primas, productos y servicios del sector industrial son los que están alineados al servicio de la emergencia y necesidades de las personas (Artuñedo y col., 2020). De hecho, en la crisis por la pandemia se han evidenciado circunstancias que motivan a la innovación y desarrollo vehicular autónomo, aunque algunos investigadores consideraban en principio que la adopción e implementación de los sistemas inteligentes, de automatización y control sobre la movilidad autosuficiente derivaban en resultados poco optimistas, principalmente debido a las barreras tecnológicas en términos de capacidad de procesamiento, almacenamiento y sensores (Zeng y col., 2020). Debido a los avances recientes en capacidad computacional y algoritmos de Inteligencia Artificial (IA), Internet de las Cosas (IoT por sus siglas en inglés), Blockchain, 5G y otras tecnologías, la movilidad autónoma se ha convertido cada vez más en una solución viable bajo la emergencia y factible para el sector de la salud, sin dejar por fuera a la industria como la alimenticia, construcción, aerocomercial, y del turismo por nombrar unos cuantos ejemplos. En este contexto, estas tecnologías de vanguardia han mostrado ser herramientas eficientes y seguras para lidiar con la problemática que involucra la pandemia del COVID-19.

Las herramientas de IA, IoT, Blockchain, y 5G se están convirtiendo cada vez más en una tecnología vital en los sistemas de salud donde se puede generar menores gastos, una mejor calidad de los servicios y experiencias de usuario avanzadas. Como consecuencia de sus grandes habilidades mostrados en la emergencia sanitaria, incluido el seguimiento, la identificación y autenticación, y la

recopilación de datos, el exponencial crecimiento de estas tecnologías en la atención médica en términos de ahorro están dentro de los USD 72 mil millones para fines del 2020 y se espera que alcance los 188 000 millones de USD en el 2025 (Singh y col., 2020)

Los vehículos con algún nivel de automatización en conjunto con aplicaciones IoT juegan un papel preponderante en movilidad autónoma ya que permiten el ágil flujo de la información y su integración, incrementando de esta manera la centralización y gestión de esta para toma de decisiones. Sin la interacción humana y bajo el bloqueo de la circulación de personas, los vehículos terrestres robóticos pueden colaborar en actividades de necesidad cotidiana tanto de personas no-contagiadas como de contagiadas durante las etapas de diagnóstico, cuarentena y recuperación. Por ejemplo, durante la primera etapa, los vehículos autónomos pueden dar soporte al proceso de diagnóstico mediante la recolección de muestras de hisopos de garganta y al traslado entre hospitales y laboratorios, con la ventaja de evitar la infección del personal médico y proteger la identidad de las personas. Durante la cuarentena, los vehículos pueden proveer productos y ofrecer servicios de tal manera que se conserve el distanciamiento social, mientras que en la siguiente etapa el hecho fundamental de distribuir medicina e implementos médicos a pacientes en recuperación también puede ser cubierto.

El objetivo de este estudio es identificar el rol de las tecnologías basadas en IA, IoT, Blockchain y 5G aplicada sobre vehículos autónomos para hacer enfrentar a la pandemia del COVID-19 y sus efectos colaterales sobre la afectación en la cadena de producción, incluyendo transporte, distribución y entrega de productos y servicios. Además, el trabajo abarca las arquitecturas, plataformas, aplicaciones y soluciones industriales basadas en dichas tecnologías que sirven de alicientes a la propagación del virus durante tres principales etapas; el diagnóstico temprano, bloqueo de movilidad durante confinamiento, y recuperación. El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. Sección 2 describe la evolución de los sistemas de movilidad terrestre vehicular y las repercusiones sobre la movilidad humana y la industria hasta la llegada de la pandemia del COVID-19. Sección 3 destaca el desarrollo actual de las tecnologías bajo estudio sobre vehículos autónomos al servicio de la emergencia sanitaria, mientras que en la Sección 4 se presenta una perspectiva de movilidad autónoma frente a los lineamientos futuros. Finalmente, en la Sección 6 se exponen las observaciones concluyentes del trabajo

## **2. Movilidad de Personas, Productos y Servicios en Medio de la Pandemia**

### **2.1 Movilidad Humana**

Debido a la pandemia del COVID-19, los gobiernos de cada país han establecido diversas restricciones en el desplazamiento de personas, el funcionamiento de los servicios públicos y privados y sobre todo las normas de

distanciamiento físico. Estas restricciones están teniendo profundos efectos en la vida cotidiana y el cómo interactuamos entre nosotros y con nuestro entorno. Se han definido como lugares de alto riesgo, a los espacios muy cerrados y concurridos, lo que ha llevado a las autoridades a adoptar normas que empiezan por restringir la movilidad de las personas, empezando por el control del transporte público y la limitación de varios servicios. En este contexto, resulta muy importante el mantener un nivel mínimo de servicios de movilidad para asegurar que los servicios esenciales como la atención sanitaria, el abastecimiento de alimentos y la transportación de los trabajadores de servicios esenciales puedan llegar a sus destinos de manera ordenada y segura. Tomando en cuenta esto, la movilidad, como eje fundamental básico del funcionamiento de las ciudades, es prioritaria, ya que no sólo permite el desplazamiento de las personas en el marco del derecho de libre circulación, sino que también es vital para mantener en funcionamiento los servicios esenciales.

### **2.2 Sector Salud**

Bajo esta situación de pandemia, los gobiernos locales y regionales han sido los primeros llamados a responder en esta crisis y desempeñan un papel esencial para garantizar la protección de los derechos y salvaguardar la salud de las personas a través de la atención sanitaria pública. Esto incluye a los grupos vulnerables como personas mayores, mujeres, niños y personas con discapacidad. Además, como se indicó anteriormente, los gobiernos locales y regionales tienen un papel fundamental, ya que son los principales proveedores de transporte público en las ciudades, y a su vez también coordinan todos los demás medios de transporte lo que pone de manifiesto que garantizar la seguridad de los trabajadores y usuarios, la accesibilidad a los medios de transporte y las implicaciones financieras son cuestiones de gran importancia. En lo que respecta a la seguridad, el principal problema es la protección de los trabajadores y los pasajeros, siendo la clave el evitar contagios adicionales entre personas que tienen que desplazarse. La accesibilidad al transporte durante la crisis incluye dos componentes, por una parte, una dimensión social que incluye preocupaciones relativas al mantenimiento de los servicios para la población con necesidades especiales y la accesibilidad financiera. Las experiencias compartidas por diferentes ciudades pusieron de relieve que la protección de los trabajadores y los pasajeros plantea un reto fundamental. La clave para lograrlo es la desinfección regular de los vehículos y estaciones de transporte público. Aunque se trata de una tarea que requiere mucha mano de obra, es esencial para la seguridad de todas las personas involucradas. Además, las experiencias muestran que en diferentes ciudades se han tomado una serie de medidas adicionales para garantizar la seguridad de los trabajadores y los usuarios, entre ellas figuran la instauración de una distancia mínima entre pasajeros, aplicada mediante campañas de información, la adaptación de las frecuencias de los autobuses, metros y tranvías para disminuir la tasa

de ocupación, uso de transporte particular y el suministro de equipo de seguridad para los trabajadores.

### 2.3 Industria Alimenticia

Para la industria alimenticia, es importante cuidar la salud de las personas encargadas de manipular los alimentos con el fin de evitar el contagio al interior de las compañías, lo cual se ha tomado como uno de los principales desafíos, fortaleciendo las buenas prácticas manufactura (BPM) (Fao, 2020). Con esto se garantiza o al menos se reduce el riesgo de contagio a través de los alimentos, pese a que, en la actualidad, no existe evidencia de que el coronavirus, pueda transmitirse a través del consumo de alimentos.

El mundo está enfrentando una situación que compromete la humanidad y por su magnitud ha requerido cambios profundos en las relaciones entre sí y con el entorno, de manera tal que las industrias y en especial la de alimentos, vital para la sobrevivencia humana, se ven en la necesidad de generar cambios acordes con las nuevas circunstancias.

Muchos países han decretado cuarentena en su mayoría desde el mes de marzo, sin embargo, se ha priorizado la industria alimenticia para continuar con la producción dada su vital importancia. La pandemia ha provocado la reestructuración de varios entornos a nivel mundial, lo que se evidencia en las decisiones políticas como cierre de fronteras y aeropuertos, protocolos de bioseguridad en medios de transporte y en lugares públicos, personas confinadas y circulación restringida. Todas estas medidas, entre otras, tienen como fin prevenir la multiplicación del virus y el colapso de los servicios de salud. Esta situación, conlleva a un desafío constante por parte de los diferentes sectores para reconstruir su operatividad y la industria alimentaria tiene un gran reto en frente, teniendo en cuenta los diversos procesos que la conforman, desde la adquisición de la materia prima, producción, comercialización y transporte de los alimentos, de manera que lleguen con excelente calidad a las manos del consumidor final, con alimentos inocuos, que en un contexto de pandemia, significaría, libres de microorganismos, que pueden ser virus como el Covid-19 (Suarez, 2020).

### 2.4 Industria de la Construcción

El colapso de la producción mundial probablemente igualará o superará cualquier recesión de los últimos 150 años, (The Guardian, 2020). La industria de la construcción no estará ajena a las consecuencias que se avecinan por el COVID-19.

Los efectos de las cuarentenas sectorizadas y de una crisis financiera, dejan en una muy mala posición a la industria de la construcción. Según los pronósticos actuales se estima una baja en la inversión en el sector, además se debe considerar que a raíz del virus y sus efectos estarán sin operar varias edificaciones algunas de las cuales se encuentran paradas. Producto de estas consecuencias se verán afectados los empleos, ya que la pérdida de empleos

tiene relación directa con la desaparición de empresas, que, a raíz de sus altos niveles de deudas y bajas reservas de recursos financieros, sufren de una falta de liquidez para enfrentar esta crisis (Madrigal y Muñoz, 2019)

### 2.5 Industria Aero comercial

En muchos países la industria Aero comercial se ha visto obligada a imponer estrictas limitaciones, incluso prohibiciones en la movilidad aérea de pasajeros, ofreciendo actualmente soluciones tecnológicas para medición de temperatura corporal en los accesos de los aeropuertos y así detectar posibles viajeros infectados.

## 3. Desarrollo Tecnológico de Vehículos Autónomos al Servicio de la Emergencia COVID-19 del desarrollo actual

Los sectores industriales actualmente incluyen aplicaciones de IoT. Uno de los sectores que mayor crecimiento tiene es la industria automovilística con un mercado que del 2014 a la actualidad multiplica sus dividendos económicos por ahorros y ganancias adicionales. No obstante, tendrán que pasar algunos años para lograr que los vehículos autónomos interactúen con su entorno de forma segura y confiable. El acceso a la tecnología ha permitido que la industria del automóvil y las aplicaciones de conducción autónoma cambien significativamente sus paradigmas en términos de fiabilidad, seguridad, conectividad, y maniobrabilidad (Berger y col., 2012). Uno de los temas de actualidad en movilidad radica en la búsqueda de sistemas de transporte inteligente mediante la automatización de vehículos que logren eficiencia energética, mínimo impacto ambiental, seguridad y confort. La tendencia no busca solo desarrollar sistemas que faciliten al operador en la conducción como es el caso de la navegación asistida, sino también propone la planificación de ruta como plantea la Corporativa Intelligent Transport Systems (ITS por sus siglas en inglés) (Rapberger, 2017), y sobre todo lograr la interconexión de estos vehículos para centralizar información en plataformas IoT que con un análisis posterior se puede inferir rutas de acceso viables evitando posibles pasatiempos y logrando un mejor desempeño en la distribución de productos o provisión de servicios.

La emergencia sanitaria está cambiando el nivel de escepticismo en cuanto a la aplicación de vehículos no tripulados. Con el desencadenamiento de la pandemia de COVID-19 a nivel mundial, y las extremas medidas de emergencia adoptadas, han empezado a surgir propuestas sobre lo que se debería aplicar para evitar brotes futuros (Pejić-Bach, 2020), como tecnologías que ayudan a minimizar los contactos físicos entre los seres humanos. Inesperadamente, el futuro cercano está comprometido en el uso de vehículos autónomos para diferentes aplicaciones, descartando viejos paradigmas.

### 3.1 Transporte de Mercancías

La logística de transporte de mercancías en la vida diaria, inevitablemente implican el contacto de persona a persona. Para lograr el transporte de mercancías sin contacto, el uso de un vehículo autónomo se ha convertido en la opción más acertada hasta el momento. En la Fig. 1, se presenta a Hércules, un vehículo logístico autónomo utilizado para el transporte de mercancías sin contacto entre personas y que está operando de manera satisfactoria durante el COVID-19 (Liu y col., 2020). El vehículo está diseñado con capacidad de navegación totalmente autónoma y enfocado al transporte de todo tipo de mercancías hacia diferentes destinos.



**Fig. 1.** Hércules, vehículo autónomo, entrega mercancías a usuarios (Liu y col., 2020).



**Fig. 2.** Furgoneta autónoma de Neolix para entrega de medicinas a domicilio (González, 2020).



**Fig. 3.** Auto Autónomo de Navya para transporte de insumos médicos y muestras (Aguilar, 2020).

### 3.2 Distribución de Suministros Médicos y otros Esenciales

Neolix, una empresa de entrega autónoma China desplegó flotas de camionetas autónomas para transportar fármacos e implementos médicos, artículos de aseo, alimentos a las zonas del país más afectadas por Covid-19 y asistencia para hospitales, como se observa en la Fig. 2. La prueba piloto ofrece la opción de comprar mediante una aplicación o página web de manera que los clientes podrán recibir su pedido en la comodidad de su hogar en un periodo aproximado de tres horas.

En la Florida, los transbordadores autónomos de NAVYA, Fig.3, transportan insumos médicos y muestras de pruebas de COVID-19 desde un hospital a un laboratorio cercano de manera totalmente autónoma (Horschutz Nemoto, 2019).

### 3.3 Esparcimiento de Sanitizantes y Desinfectantes

Evidentemente el trabajo de personas que salen a la calle con material para desinfectar supone un riesgo constante para dichas personas que se someten al peligro de contagiarse por contacto con materiales y por contacto con otras personas. Con el uso vehículos autónomos para desinfectar, se consigue evitar ese contacto humano. Se trata de un vehículo de 6 ruedas, Fig.4, que recorre las calles de la ciudad con el único objetivo de desinfectar posibles acumulaciones de virus. Este vehículo autónomo, puede, en algunos casos, eximir a las personas de realizar el trabajo y, por tanto, de exponerse a un contagio ya que se encuentran desarrolladas con tecnologías de navegación autónoma, detección de obstáculos y control para esquivarlos de forma independiente.

La ventaja de las furgonetas y otras unidades autónomas es la ausencia de personas para conducirlos. De esta manera se evita que el conductor se arriesgue a infectarse o que pueda transmitir, en caso de estar contagiado



Fig. 4. Vehículo sin conductor para desinfección de calles (Bejerano, P., 2020)

### 3.4 Transporte, Vigilancia y Monitoreo de Personas

Por otra parte, las ambulancias constituyen un foco de transmisión elevado del COVID-19 (Allen y col., 2020), para el conductor y los pasajeros. Los pasajeros con mayor frecuencia suelen ser personas mayores o con ciertas patologías en tratamiento (Holmes y col., 2020), por lo cual, se ven obligados a trasladarse a centros hospitalarios usando estos medios. Para solucionar este inconveniente, se ha propuesto el uso de autos certificados con el quinto nivel de autonomía, es decir, no necesitan de un conductor ni de un supervisor para poder transportar a personas (Van Brummelen y col., 2018). Esto constituye una barrera efectiva contra la propagación de la coronavirus para el transporte de personas infectadas y personas dadas de alta pero que todavía presentan riesgos de contagio. Este tipo de ambulancias autónomas en su fase inicial, Fig.5, está diseñado para los casos que no necesiten de un cuidado especial o de atención durante el traslado. Por ejemplo, el transporte de personas a diálisis o a revisiones rutinarias en los hospitales. De esta manera el empleo de ambulancias autónomas, aparte de evitar el contagio, libera tiempo para que el personal de emergencia pueda dedicarse al tratamiento y a la atención de pacientes con síntomas de contagio.



Fig. 5. Ambulancia Autónoma para transporte de pacientes con síntomas de COVID-19 (González, 2020).

Una de las propuestas más llamativas en este sentido ha sido la apertura en China de un hospital automatizado. En él, la asistencia la proporcionan robots, con el fin de

evitar una sobreexposición del personal sanitario que se necesita para tratar a los pacientes. Este tipo de robots autónomos, Fig. 7, se encargan de las operaciones de: reparto de comida, bebida, y reparto de medicina a los pacientes, así como también de la desinfección de las superficies mediante el uso de luz ultravioleta.



Fig. 6. Robot Autónomo utilizado en operaciones hospitalarias (Rubio, 2020)

Por otro lado, los vehículos autónomos también pueden convertirse en robots vigilantes y enviar alertas cada vez que se percate de personas que no estén usando los elementos de protección o no respeten las distancias adecuadas.

Cuando se terminen las restricciones de confinamiento por COVID-19, lo más probable es que persista una sensación de insalubridad entre las personas, sobre todo al movilizarse utilizando el transporte público (J. Singh y Singh, 2020). Además, las ciudades están implementando restricciones en la capacidad de los vehículos de transporte público para evitar aglomeraciones y posibles contagios. Sin embargo, es necesario proporcionar más alternativas para viajar en transporte público y recorrer la ciudad, especialmente para viajes de larga distancia y ciudades con tráfico conflictivo. La solución a este tipo de inconvenientes puede incluir servicios de movilización por aplicaciones móviles, taxis y servicios compartidos. En este contexto, surge la necesidad del uso de vehículos sin conductor, los cuales ya están prestando su servicio en algunas ciudades de diversos países, especialmente en China (Leonard y col., 2020). Esto ayudaría a reducir el riesgo de infección, evitando el contacto entre los usuarios y un conductor.

En la tabla a continuación, se indica a manera de resumen los diferentes tipos de vehículos autónomos que han surgido actualmente.

## 4. Prospectos de Navegación Autónoma

Las problemáticas mencionadas estaban siendo mitigadas por diversos grupos de investigación sin ninguna premura, pero la actual pandemia que se está atravesando aceleró la búsqueda de soluciones en la logística para la circulación de vehículos totalmente autónomos, que

permitan la fumigación o desinfección de espacios públicos, suministro de medicina a pacientes en los hospitales, toma de muestras a domicilio de posibles personas infectadas por COVID-19, el servicio de encomiendas y en general movilizar bienes para evitar la propagación del virus

**TABLA I**  
CUADRO RESUMEN DE VEHÍCULOS AUTÓNOMOS DE EMERGENCIA

Nombre	País	Función
Beep	EEUU	Llevar muestras de laboratorio a facilidades cercanas
Neolix	China	Reparto y distribución de suministros médicos y alimentos
Vehículo 6 ruedas	China	Desinfección de calles.
NAVYA	EEUU	Transporte de insumos médicos y muestras de pruebas de Covid-19
Hércules	China	Transporte de mercancías
Baidu	China	Desinfección de carreteras
Apollo	China	Desinfección de carreteras
Nuro	EEUU	Suministro de medicinas
Waymo	EEUU	Transporte de personas, traslado de pacientes enfermos
Autox	China	Taxi autónomo
Didi	China	Taxi autónomo
Rappi	Colombia	Transporte de alimentos
PonyPilot	California	Entrega de mercancías

Después de que se haya combatido la pandemia del COVID-19; los investigadores, ingenieros, autoridades de tránsito y fabricantes de vehículos autónomos deben solventar todos los problemas que conlleva la circulación de vehículos en los niveles más altos de automatización, ya que en un futuro puede desencadenarse otra pandemia y sería fundamental contar con los instrumentos que permitan el uso de vehículos totalmente autónomos.

El uso de vehículos autónomos es una muestra más del énfasis que se debe poner en la tecnología para alcanzar un desarrollo económico y social. Todo esto se verá aún más impulsado con el avance del 5G, la construcción de centros de datos con redes de sensores IoT, y la modernización de los sistemas locales de gestión de las ciudades con tecnologías emergentes.

#### 4. Conclusiones.

Se desarrolló una perspectiva en el tiempo acerca del desarrollo y aplicación de la tecnología en los autos autónomos que permiten a la fecha dar soporte a la problemática del COVID-19. Con este trabajo también se provee un breve análisis de las ventajas y limitaciones que poseen los autos autónomos en su uso frente a la emergencia sanitaria. Se delinear los esfuerzos para la

implementación de prototipos que permitan, no solo en estos momentos, sino en otras situaciones a apoyar en la mitigación de las diligencias que se realizan en la vida cotidiana.

El mantenimiento de diferentes formas de transporte es fundamental para una gestión eficiente de la actual emergencia. Es responsabilidad de los gobiernos locales y regionales garantizar el mantenimiento seguro del transporte durante la emergencia. Esta es la base para el funcionamiento continuo de las ciudades y la prestación de servicios básicos como la atención médica, la atención social, el suministro de alimentos o la gestión de residuos. La movilidad autónoma podría ayudar con este desafiante ejercicio adoptando enfoques innovadores y con buenos resultados.

La crisis actual pone de manifiesto las desigualdades existentes en materia de prestación de servicios de transporte y exige una aplicación más firme del derecho a circular libremente.

#### Referencias

- Aguiar A, 2020. Autonomous Vehicles Transport Coronavirus Tests in the US | Business Insider Spain. <https://www.businessinsider.es/vehiculos-autonomos-transportan-pruebas-coronavirus-eeuu-614877>
- Allen R, Wanersdorfer K, Zebly J, Shapiro G, Coullahan T, Sarani B, 2020. Interhospital Transfer of Critically Ill Patients Because of Coronavirus Disease 19–Related Respiratory Failure. *Air Medical Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2020.07.007>
- Artuñedo A, Villagra J, Godoy J, & Castillo, M. D. , 2020. Motion Planning Approach Considering Localization Uncertainty. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 69(6), 5983–5994. <https://doi.org/10.1109/TVT.2020.2985546>
- Bejerano P, 2020. This is how delivery services with autonomous robots grow | DPLNews. <https://digitalpolicylaw.com/asi-crecen-los-servicios-de-entregas-con-robots-autonomos/>
- Berger C, Rumpe B, 2012. Autonomous driving–5 years after the urban challenge: The anticipatory vehicle as a cyber-physical system. *Lecture Notes in Informatics (LNI), Proceedings - Series of the Gesellschaft Fur Informatik (GI)*, 208(September), 789–798.
- Fao., 2020. Editorial Boletín N.º 4 1 3 / 0 5 / 2 0 2 0.
- Fong SJ, Dey N, Chaki J, 2020, An Introduction to COVID-19. In *SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology* (pp. 1–22). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-5936-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-15-5936-5_1)
- González I, 2020. Coronavirus: How Self-Driving Cars Could Fight Coronavirus. [https://www.elespanol.com/omicron/20200410/coches-autonomos-podrian-luchar-coronavirus/480952014\\_0.html](https://www.elespanol.com/omicron/20200410/coches-autonomos-podrian-luchar-coronavirus/480952014_0.html)
- Holmes JL, Brake S, Docherty M, Lilford R, Watson S, 2020, Emergency ambulance services for heart attack and stroke during UK's COVID-19 lockdown. In *The Lancet*

- (Vol. 395, Issue 10237, pp. e93–e94). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31031-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31031-X)
- Horschutz NA, 2019, Document Information Grant Agreement Number 769033 Full Title Autonomous Vehicles to Evolve to a New Urban Experience Acronym AVENUE Deliverable D2.8 Second Stakeholder Analysis and AVENUE Strategies Work Package WP2 Lead Partner HS PF.
- Leonard JJ, Mindell DA, Stayton EL, 2020, Autonomous Vehicles, Mobility, and Employment Policy: The Roads Ahead.
- Liu T, Liao Q, Gan L, Ma F, Cheng, J, Xie, X, Wang, Z, Chen, Y, Zhu, Y, Zhang, S, Chen, Z, Liu, Y, Yu Y, Guo, Z, Li, G, Yuan, P, Han, D, Chen, Y, Ye, H., Liu, M, 2020, Hercules: An Autonomous Logistic Vehicle for Contact-less Goods Transportation During the COVID-19 Outbreak. <https://arxiv.org/abs/2004.07480>
- Liu T, Liao Q, Gan L, Ma F, Cheng J, Xie X., Wang Z, Chen Y, Zhu Y, Zhang S, Chen Z, Liu Y, Yu Y, Guo Z, Li G, Yuan P, Han D, Chen Y, Ye H., Liu M, 2020, Hercules: An Autonomous Logistic Vehicle for Contact-less Goods Transportation During the COVID-19 Outbreak. <https://arxiv.org/abs/2004.07480>
- Madrigal S A, & Muñoz N D, 2019. Vehículos de guiado autónomo (AGV) en aplicaciones industriales: una revisión. *Revista Politécnica*, 15(28), 117–137. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n28a11>
- Pejić-Bach M, 2020, Editorial: Electronic commerce in the time of covid-19 - Perspectives and challenges. In *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* (Vol. 16, Issue 1, p. D). Universidad de Talca. <https://doi.org/10.4067/S0718-18762021000100101>
- Quispe-Juli C, Vela-Anton P, Meza-Rodriguez M, Moquillaza-Alcántara V, 2020, COVID-19: Una pandemia en la era de la salud digital. *Unidad de Informática Biomédica En Salud Global*, 1–19. <https://doi.org/10.1590/SCIELOPREPRINTS.164>
- Rapberger W, 2017. The Emergence of Autonomous Vehicles.
- Rubio I, 2020, Coronavirus: Robots nurses, waiters and disinfectants: technology to contain the coronavirus | *Technology | THE COUNTRY*. [https://elpais.com/tecnologia/2020/02/04/actualidad/1580799904\\_475757.html](https://elpais.com/tecnologia/2020/02/04/actualidad/1580799904_475757.html)
- Sathyamoorthy AJ, Patel U, Savle YA, Paul M, Manocha D, 2020, COVID-Robot: Monitoring Social Distancing Constraints in Crowded Scenarios. <http://arxiv.org/abs/2008.06585>
- Singh J, y Singh J, 2020. COVID-19 and Its Impact on Society. <https://papers.ssrn.com/abstract=3567837>
- Singh R, Gehlot A, Shaik V A, Thakur A, Akram S V, & Das K, 2020, A Review on Implementation of Robotic Assistance in Covid-19 Epidemics: A Possibility Check OUR BOOKS View project LoRa based waste management system View project A Review on Implementation of Robotic Assistance in Covid-19 Epidemics: A Possibility Check. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(6), 7883–7893. <https://www.researchgate.net/publication/342674889>
- Suarez S, 2020, Impacto en la industria de alimentos a causa de la pandemia por Covid 19. I. La industria de la construcción post COVID-19, Universidad de Chile
- Van Brummelen J, O'Brien M, Gruyer D, Najjaran H, 2020, Autonomous vehicle perception: The technology of today and tomorrow. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 89, 384–406. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.02.012>
- Zeng Z, Chen PJ, Lew AA, 2020, From high-touch to high-tech: COVID-19 drives robotics adoption. *Tourism Geographies*, 22(3), 724–734. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1762118>

**Recibido:** 05 de junio de 2020

**Aceptado:** 12 de octubre de 2020

**Toapanta, Alex:** Ingeniero en Electrónica y Control de la Escuela Politécnica Nacional (EPN). *MSC en Mecatrónica en la Universidad Politécnica de Madrid. Candidato a PhD en Automática y Robótica en la Universidad Politécnica de Madrid. Al presente desempeña actividades de docencia e investigación en el Instituto Universitario Rumiñahui*

**Zea, Danny:** Ingeniero en Electrónica y Control de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). *MSC en Mecatrónica en la Universidad Politécnica de Madrid. Candidato a PhD en Automática y Robótica en la Universidad Politécnica de Madrid. Al presente desempeña actividades de docencia e investigación en LA Escuela Politécnica de Chimborazo. Correo electrónico: [danny.zea@epoch.edu.ec](mailto:danny.zea@epoch.edu.ec)*

**Tasiguano Pozo, Cristian:** Ingeniero en Electrónica y Control de la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2011. *MSc. en Mecatrónica de la Hochschule Karlsruhe de Alemania y de la Universidad de Oviedo, España, 2014. Al presente desempeña actividades de docencia e investigación en el Instituto Universitario Rumiñahui Correo electrónico: [cristian.tasiguano@ister.edu.ec](mailto:cristian.tasiguano@ister.edu.ec)*

**Ananganó, Georjino:** Egresado en la carrera de Ingeniería en Electrónica y Control de la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2020. *Actualmente está empezando a desempeñarse en actividades de asistencia en investigación en la EPN. Correo electrónico: [georjino.anaganano@epn.edu.ec](mailto:georjino.anaganano@epn.edu.ec)*

**Prado, Álvaro:** Ingeniero en Electrónica y Control de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), en 2010. *Investigador de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, en 2011-2014. Se recibió de doctor en Ingeniería Electrónica en la Universidad Técnica Federico Santa María, en 2019. Actualmente se desempeña en actividades de investigación como visitante en el Laboratorio LARSI de la Escuela Politécnica Nacional. Correo electrónico: [alvaro.prado.5@sansano.usm.cl](mailto:alvaro.prado.5@sansano.usm.cl).*

**Camacho, Oscar:** Ingeniero Electricista de la Universidad de los Andes (ULA), Venezuela, en 1984. MSc. en Ingeniería de Control (ULA), 1992. ME en Ingeniería Química (1994) y Ph.D en Ciencias de la Ingeniería (1996) ambos en Universidad del Sur de Florida, Tampa, Florida. Es Editor Asociado de ISA Transactions y Editor Jefe de la Revista *Politécnica*. Correo electrónico: [oscar.camacho@epn.edu.ec](mailto:oscar.camacho@epn.edu.ec)

