

Tipo de artículo: Artículo original

# Análisis de la factibilidad y rendimiento de la transmisión de video usando tecnología Bluetooth

## *Análisis de la factibilidad y rendimiento de la transmisión de video usando tecnología Bluetooth*

José Luis Romero Ibarra<sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-7527-4968>

Johnny Fernando Guerrero Panchana<sup>2</sup> , <https://orcid.org/0000-0001-7238-876X>

Wilber Ortiz Aguilar<sup>3</sup> , <http://orcid.org/0000-0002-7323-6589>

<sup>1</sup> Ingeniero en Networking y Telecomunicaciones. Docente del Instituto Superior Tecnológico ARGOS, Email: [j\\_romero@tecnologicoargos.edu.ec](mailto:j_romero@tecnologicoargos.edu.ec)

<sup>2</sup> Ingeniero en Sistemas Administrativos Computarizados. Docente del Instituto Superior Tecnológico ARGOS, Email: [jo-guerrero@tecnologicoargos.edu.ec](mailto:jo-guerrero@tecnologicoargos.edu.ec)

<sup>3</sup> Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Guayaquil, Ecuador. Email: [wilber.ortiza@ug.edu.ec](mailto:wilber.ortiza@ug.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [j\\_romero@tecnologicoargos.edu.ec](mailto:j_romero@tecnologicoargos.edu.ec)

### Resumen

La tecnología Bluetooth es el estándar inalámbrico global que permite la Internet de los objetos, la misma fue concebida como una alternativa inalámbrica para cables de datos mediante el intercambio de datos a través de las transmisiones de radio. Se realizó un estudio observacional, descriptivo, de corte transversal con especialistas seleccionados, con un universo de estudio conformado por 51 especialistas, trabajando con la totalidad del universo. El análisis de factibilidad y rendimiento de la transmisión de video usando tecnología Bluetooth integra la factibilidad de aplicación, la factibilidad económica, la factibilidad técnica y la factibilidad operacional. Teniendo en cuenta los criterios de selección se demuestra que se garantiza una tasa de rendimiento del capital superior al costo de oportunidad, y que el período de recuperación es de aproximadamente 1 año ya que los criterios de evaluación arrojan resultados convenientes. Se pudo demostrar mediante el criterio de los especialistas consultados que se obtuvo un alto grado de pertinencia del análisis de la factibilidad y rendimiento de la transmisión de video usando tecnología Bluetooth, sobre la base del análisis de indicadores de factibilidad y desempeño asociados con el funcionamiento de Bluetooth así como varios protocolos nuevos.

**Palabras clave:** factibilidad; rendimiento; transmisión de video; tecnología Bluetooth

### Abstract

*Technology Bluetooth is the wireless global standard that enables the Internet of the objects; the same was conceived like a wireless alternative for cables of intervening data the interchange of data through the transmissions of radio. Observational accomplished a study itself, descriptive, of transverse court with specialists selected, with a universe of study confirmed by 51 specialists, working with the totality of the universe. The analysis of feasibility and performance of the transmission of video using technology Bluetooth integrates the feasibility of application, the cost-reducing feasibility, the technical feasibility and the operational feasibility. Taking into account the criteria of selection it is proven that a rate of return of the superior capital is guaranteed to the opportunity cost, and that the upswing comes from approximately 1 year since the criteria of evaluation yield convenient results. It could be demonstrated by means of the consulted specialists' opinion that Bluetooth obtained himself a*



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

*loud grade of pertinence of the analysis of feasibility and performance of the transmission of video using technology, on the base of the analysis of indicators of feasibility and performance correlated with Bluetooth's functioning as well as several new protocols.*

**Keywords:** *feasibility; performance; transmission of video; technology Bluetooth*

**Recibido:** 22/03/2022

**Aceptado:** 08/07/2022

**En línea:** 21/07/2022

## Introducción

La relación entre la tecnología y la educación van de la mano en la actualidad, ofrecen una oportunidad capaz de expandir la enseñanza y el aprendizaje, romper las tradicionales fronteras que la educación formal posee, abre las puertas de los límites para poder llegar a tener contacto con estudios diferentes y también dialogar con otros entes que forman parte de la sociedad.

Debido al perenne progreso de las tecnologías es habitual encontrarse con equipos audiovisuales tecnológicos en domicilios, unidades educativas, empresas de todo tamaño, etc. Los dispositivos en estas oficinas dan soporte a grandes posibilidades remotas de reproducir contenidos sonoros y visuales, capacitaciones a través del internet, participar en reuniones con exposiciones, hasta realizar video llamadas entre diferentes usuarios conectados desde la comodidad de sus hogares y lograr compartir información online desde salones pequeños a grandes eventos (Guerrido, 2020).

Las redes inalámbricas son cada vez más comunes en el entorno diario. Hoy en día existen redes en el hogar, oficinas e industrias donde los usuarios exigen servicios de transferencia de datos, voz y video de una manera rápida y con el mínimo de errores. Una tecnología que se ya se encuentra en los ambientes citados, es Bluetooth. Una condición necesaria para lograr transmitir información a un público en general es la automatización en la era digital, el oyente debe sentirse atraído de lo que el expositor trata de dar a entender su objetivo; este puede apoyarse con herramientas tecnológicas como ordenadores, pantallas despegables, equipo de audio y buena iluminación.

En América Latina la adaptación de tecnologías ha aumentado de manera significativa; el uso de la red en los equipos informáticos, computación en la nube o Cloud Computing y equipos computacionales de últimas generaciones entre otros; ha demostrado ser de gran importancia en las instituciones para realizar numerosas presentaciones. En este contexto, las Tecnologías de la Información y la Comunicación tienen como objetivo demostrar que son una nueva manera de comunicación audiovisual que se usa en las instituciones educativas y en la sociedad; por lo que concluyó que es necesario que los educadores busquen la didáctica de preparar y educar al estudiante a través de los medios



audiovisuales debiendo ellos desarrollar las competencias necesarias para incluir las nuevas herramientas en su labor educativa (Guerrido, 2020).

Los docentes deben aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación dentro de las aulas de clase como estrategia para desenvolver competencias educativas entre los estudiantes utilizando estos nuevos instrumentos tecnológicos para un mejor desenvolvimiento académico. De este modo los medios audiovisuales se han considerado desde hace tiempo como un importante recurso educativo, ya que la mayor parte de la información que recibe las personas se realiza a través del sentido de la vista y del oído.

La principal razón para la utilización de imágenes en los procesos educativos es que resultan motivadoras, sensibilizan y estimulan el interés de los estudiantes hacia un determinado tema, de modo que facilitan la instrucción completando las explicaciones verbales impartidas por el profesorado y es indispensable la formación del colectivo docente para la utilización de tales recursos de aula. De este modo se obtiene que los recursos audiovisuales deban formar parte de las aulas por su importante apoyo en la enseñanza aprendizaje y apoyar a los estudiantes fortaleciendo sus conocimientos por lo que es importante su incorporación a la materia.

Desde el punto de vista de Gómez (2002) considera que la tecnología Bluetooth es el estándar inalámbrico global que permite la Internet de los objetos. Creado en 1994, la tecnología Bluetooth ® fue concebido como una alternativa inalámbrica para cables de datos mediante el intercambio de datos a través de las transmisiones de radio. El nombre de Bluetooth vino de una décima parte del siglo rey danés, Harald Blåtand o, en inglés, Harold Bluetooth. Según la historia, el rey Blåtand ayudó a unir las facciones enfrentadas en partes de lo que hoy son Noruega, Suecia y Dinamarca.

Del mismo modo, la tecnología Bluetooth fue creado como un estándar abierto para permitir la conectividad y la colaboración entre los productos y las industrias dispares. La tecnología Bluetooth permite interactuar con diferentes dispositivos móviles y fijos sin la necesidad del cableado por medio de ondas que viajan a través del aire que forma una pequeña red de servicio con el objeto de transmitir información.

En el presente artículo científico los autores exponen el análisis de la factibilidad y rendimiento de la transmisión de video usando tecnología Bluetooth. Este estudio muestra los resultados obtenidos a nivel conceptual, que servirá de base para el desarrollo del proyecto. Para el desarrollo de este estudio, se consideraron seis estudios fundamentales como son el estudio de mercado, estudio técnico; que contempla también el estudio legal y ambiental, el estudio organizacional, y el estudio financiero, que contempla tanto el financiamiento como la evaluación financiera.



El estudio técnico, permitió demostrar la factibilidad tanto de construcción como de implementación, estudiando la zona afectada, y su localización estratégica. También se observó las implicancias legales que regulan los aspectos medioambientales. El estudio organizacional, se basó en el análisis de puestos, y un estudio de la capacidad de producción y la demanda para saber la cantidad de personal que es necesaria.

En tanto el estudio financiero se dividió en dos grandes secciones, el estudio del financiamiento donde se observó la gama de alternativas financiera, y también la evaluación financiera, siendo establecida como la evaluación clásica de proyectos, calculando índices tanto como el Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y el Periodo de Recuperación de la Inversión.

Con posterioridad a su concepción, el análisis de la factibilidad y rendimiento de la transmisión de video usando tecnología Bluetooth, fue sometido a la valoración por parte de un grupo de especialistas que avalaron sus principales propiedades. Consecuentemente el artículo científico tiene como objetivo valorar el nivel de pertinencia del análisis de factibilidad realizado, con el propósito de conocer valoraciones de sus logros e insuficiencias y de este modo contribuir a su mejora.

## Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, de corte transversal con especialistas seleccionados. El universo de estudio estuvo conformado por 51 especialistas. Se trabajó con la totalidad del universo. Se hizo uso de la técnica de encuesta empleándose un instrumento tipo cuestionario de 22 ítems, dividido en 2 acápites, constituyendo la fuente primaria de obtención de la información. Fue elaborado por el equipo de investigación y validado por juicio de cuatro expertos, quienes integran el Consejo Científico de la Universidad y una prueba piloto.

Se aplicó de manera virtual a través de Google Forms, en el cual se utilizó un lenguaje expresivo y asequible, haciendo uso de formato de selección múltiple en una gran parte de las preguntas. Se le envió a cada encuestado el enlace de la plataforma creada para ello, archivándose las respuestas en un correo electrónico. En el instrumento se incluyeron los indicadores de factibilidad y desempeño los asociados con el funcionamiento de Bluetooth (Candolfi, 2008).

- Topología de Bluetooth. Los dispositivos Bluetooth son sincronizados por un reloj y una secuencia de saltos de frecuencia dictados por un dispositivo Bluetooth denominado maestro. Los demás reciben el nombre de esclavos. Este tipo de conexión entre dispositivos es lo que se conoce como una piconet, la cual es la topología básica de la tecnología inalámbrica Bluetooth. La unión de dos o más piconets, es decir, que cuando un dispositivo Bluetooth sea un nodo de más de una piconet, recibe el nombre de scatternet. Si un dispositivo



maestro, se agrega a otra piconet, este, realizara la tarea de dispositivo esclavo, ya que un nodo Bluetooth únicamente puede ser dispositivo maestro de una única piconet.

- **Radio.** Bluetooth opera en la banda ISM (Banda de Frecuencia Industrial, Científica y médica) en el rango 2.4 y 2.485 GHz, la cual no requiere licencia y se encuentra disponible en casi todos los países. Utiliza una modulación de canal de espectro esparcido con saltos de frecuencia (FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum) a una velocidad de 1600 saltos/segundo. Los saltos se realizan en intervalos de 1 MHz en 79 o 23 divisiones de frecuencias. FHSS se implementa con la finalidad de evitar interferencia, ya que la banda de los 2.4 GHz se comparte con otras tecnologías inalámbricas (WiFi y Teléfonos inalámbricos). FHSS detecta los dispositivos que se encuentran conectados y descarta las frecuencias que utilizan al transmitir, permitiendo un mejor rendimiento del dispositivo y transmisiones eficaces dentro del espectro.
- **Banda base.** Dentro de la banda base se especifican los procedimientos de acceso de medio y capa física. El dispositivo que inicia la conexión, es por dentición el maestro, el cual analiza el canal, establece comunicación y se forma la piconet. Una vez establecida la conexión, los roles de maestro y esclavo se pueden cambiar. Los datos se transmiten en paquetes. Para mantener compatibilidad entre las versiones 1.2 y 2.0 +EDR, los paquetes Bluetooth v2.0 +EDR utilizan dos campos adicionales, un periodo de guarda y secuencia de sincronización. Debido a que Bluetooth 2.0 +EDR puede utilizar una de dos tipos de modulaciones para transmitir la carga útil, los campos de periodo de guarda y secuencia de sincronización se utilizan para indicar si los datos se transmitirán utilizando la modulación  $\pi/4$ -DQPSK o DPSK. Los campos de código de acceso y encabezado se transmiten utilizando la modulación GFSK, al igual que los paquetes de Bluetooth v1.2, donde todo el paquete se transmite utilizando únicamente la modulación GFSK.
- **LMP - Protocolo de Gestión de Enlace.** El Protocolo de gestión de enlace (Link Manager Protocol), tiene como objetivo principal la administración y control de los enlaces o conexiones entre dispositivos Bluetooth. En la capa LMP se determinan las operaciones que se deben llevar a cabo para establecer conexiones y transmisiones con seguridad. Para aceptar la transmisión en un enlace es necesario que se cubran los requisitos de autenticación y encriptación, los cuales están dados a partir de pregunta respuesta y una secuencia cifrada de datos, respectivamente. Por otro lado, se genera una clave de sesión, entre los dispositivos la cual puede ser cambiada durante la conexión. Es necesario también utilizar variables como dirección del dispositivo Bluetooth, esta se hace pública en toda la red, clave de usuario, siendo esta una clave privada y por último un numero aleatorio diferente en cada transmisión. Las peticiones se llevan a cabo sobre un control de colas FIFO, el cual determina que la primera petición que se hace es la que se atiende.



- **HCI - Interfaz del controlador del anfitrión.** Esta capa permite crear una interfaz entre el dispositivo Bluetooth y un host (computadora definida como anfitrión), es un enlace entre las capas inferiores de hardware y las capas superiores de software, es el enlace directo entre la capa LMP y la capa L2CAP. La capa HCI es definida como el firmware de la pila Bluetooth, entendiendo por firmware como una capa de instrucciones con el propósito específico de establecer la lógica de comunicación entre la electrónica del dispositivo Bluetooth y ordenes externas que recibe el dispositivo Bluetooth. La capa HCI se encuentra instalada en el hardware, controlando la electrónica para que ejecute de manera correcta las instrucciones de las aplicaciones generadas en capas superiores. Por otra parte, cuando el HCI del dispositivo envía información al host, este lo deduce a partir de un driver HCI que se maneja del lado del software. Es decir, el HCI del dispositivo se comunica por medio de comandos de control directamente a un driver HCI del host. Entre el firmware HCI del dispositivo y el driver HCI del host, se encuentra una capa intermedia de transporte encargada de la transferencia de la información entre estas dos capas. La capa de transporte se puede presentar por USB, UART o RS232.
- **L2CAP - Protocolo de adaptación y de control de enlace lógico.** La capa L2CAP se define como Protocolo de adaptación y de control de enlace lógico Bluetooth. Permite la multiplexación de protocolos de las capas superiores de la pila Bluetooth. También, realiza las tareas de verificar que todos los paquetes sean divididos para ser enviados (paquetización). Por medio de la capa L2CAP es posible el envío y la recepción de datos a capas superiores de la pila de protocolos. L2CAP permite transmitir y recibir las capas superiores y aplicaciones. Esta capa está determinada por el concepto de canales. L2CAP define canales lógicos o bien canales L2CAP, esto se define como una comunicación lógica ACL. Cada conexión lógica a un dispositivo Bluetooth por medio de la capa L2CAP se le denomina Identificador de canal (CID). Un dispositivo Bluetooth puede asignar canales lógicos CID a cualquier otro dispositivo en la piconet.

Los especialistas seleccionados fueron consultados además respecto a varios elementos que emplea la tecnología Bluetooth que actualmente se han definido como varios protocolos nuevos construidos, ubicados en la capa de aplicación y que constituyen base para la transmisión de video usando tecnología. Son básicamente los siguientes:

- **Audio/Video Control Transport Protocol.-** Permite controlar el flujo de audio y video.
- **Video Streaming Protocol.-** Que permite definir la forma y sincronización cuando se desea dar el servicio de video en vivo para una conexión Bluetooth bajo la especificación 3.0.
- **Audio/Video Distribution Protocol.-** Diseñado para la transmisión de video en multicast en redes Bluetooth.



Para el procesamiento y análisis de la información se creó una base de datos en el paquete estadístico SPSS versión 21.0 que permitió el cálculo de las frecuencias absolutas y relativas porcentuales. Se hizo uso de la estadística descriptiva. Se determinó media aritmética y varianza

El estudio fue aprobado por el Consejo Científico de la Facultad. Durante la realización del trabajo no se efectuó ninguna intervención y se respetó la confidencialidad de los datos obtenidos. Para la aplicación de la encuesta se obtuvo el consentimiento informado verbal de los especialistas garantizando que la información recibida solo será utilizada con fines investigativos.

## Resultados y discusión

### La tecnología Bluetooth

La tecnología de corto alcance Bluetooth ofrece interesantes y novedosos escenarios de implementación, tal es el caso de la transmisión multimedia, un área poco explorada, pero con grandes expectativas de desarrollo. El uso de Bluetooth es muy usado en la transferencia de video a través de una pila de celdas, y también tiene ventajas que se ofrecerían en aplicaciones multimedia implementadas en Bluetooth. En general, los requerimientos de software y hardware de una transmisión de video en tiempo real son elevados, tomando en cuenta que se transmite audio + video (Candolfi, 2008).

Esta transmisión se complica más si se realiza sobre un canal inalámbrico, el cual es altamente afectado por interferencias electromagnéticas, lo que produce debilidad en la señal y a su vez retardo o bien pérdida de paquetes. Una transmisión de Bluetooth puede ser interrumpida por la interferencia de otra señal inalámbrica ajena a la transmisión. Como puede ser un ambiente con IEEE 802.11 (WiFi), ya que ambas tecnologías transmiten en la misma banda de frecuencia.

La transmisión de video en tiempo real sobre la tecnología Bluetooth, abre un amplio panorama de aplicaciones. Por ejemplo, en Domótica se pueden extender desarrollando sistemas de monitoreo en el hogar o bien poder utilizar el teléfono celular como cámara, transmitiendo video a una computadora o televisión de alta resolución. Existen aplicaciones de transmisión de video en tiempo real, con tecnologías de mayor dificultad de implementación y mayor costo (Candolfi, 2008).

Con el uso de la tecnología Bluetooth la conexión entre nodos es automática, prácticamente transparente para el usuario, comparado esto a la tecnología IEEE 802.11, esta requiere de una instalación mucho más robusta y mucho mayor conocimiento de uso por parte del usuario. La mayor ventaja que se obtiene utilizando Bluetooth, es el alto porcentaje en la reducción de costo de implementación y facilidad de uso. En las tecnologías de su tipo Bluetooth es





líder en el mercado y es la única de corto alcance de la que se distribuyen más de cinco millones de unidades semana a semana.

Existen cerca de 2 billones de dispositivos usando el estándar inalámbrico Bluetooth, esto abre infinidad de posibilidades de desarrollo en esta área tomando en cuenta que los dispositivos celulares más vendidos incluyen esta tecnología, la cual ha sustituido la tecnología IrDA (infrarrojo). Además, tomando en cuenta el estudio realizado por The Mobile World, una empresa de análisis de comunicaciones del Reino Unido, la cual determinó que a principios de la década, el 12% de la población mundial tenía un teléfono celular y a final de este año se espera que se ha aproximado al 61%, esta cifra declara que actualmente existe un teléfono celular por cada dos personas en el mundo, superando los 3.000 millones de dispositivos (Candolfi, 2008).

Bluetooth trabaja en aplicaciones tan extensas como los perfiles se lo permitan. A partir del perfil seleccionado es el servicio que se puede establecer sobre un dispositivo Bluetooth. Son muchas las aplicaciones que a la fecha han conquistado la atención de múltiples usuarios. Algunos ejemplos de aplicaciones y servicios, se enlistan a continuación:

- Publicidad por puntos de accesos Bluetooth.
- Bluetooth en la administración de componentes en un auto.
- Control de electrodomésticos.
- Accesorios para celulares, con capacidad de audio inalámbrica.
- Conectividad a internet, acceso a red.
- Capacidad de fax.
- Transferencia de archivos entre dispositivos.
- Sincronización (agenda, calendarios, mensajes, y notas).
- Control de dispositivos remotos: luces, puertas, alarmas.
- Conectividad entre dispositivos informáticos.

Con la distribución exitosa en diversas aplicaciones basadas en la tecnología Bluetooth, las investigaciones para innovadoras aplicaciones están despertando el interés para enfoques multimedia, esto es, llegar a una transmisión de video en tiempo real (TVTR), sin embargo, debido a la limitación de ancho de banda y altas tarifas de error es prácticamente ineficiente la transmisión sobre Bluetooth. Por lo tanto, en este momento todo apuntan, a determinar cómo lograr por medio de los protocolos apropiados crear un ambiente para el desarrollo de estas aplicaciones.





## Versiones de Bluetooth

Los primeros emisores receptores de Bluetooth, fueron el v1.0 y v1.0B, los cuales ya están prácticamente obsoletos, y dieron muchísimos problemas a los fabricantes de teléfonos para la interacción entre dispositivos de diferentes compañías, asimismo, tenían el gran defecto que en cada transmisión de datos se enviaba nuestra dirección privada de dispositivo Bluetooth, perdiendo así el anonimato que nos pudiese brindar este tipo de conexión inalámbrica.

La versión Bluetooth v1.1 usa el estándar IEEE 802.15.1-2002, en ella fueron corregidos errores de las versiones anteriores, tiene canales no encriptados añadidos y soportados, así mismo le fue añadido el indicador de la señal o también denominado (*RSSI*). La versión Bluetooth v1.2 mantiene compatibilidad con usb 1.1., mejora la velocidad de conexión y transferencia de datos, tiene añadida la función de detección de otros dispositivos Bluetooth en el radio de actuación, tiene notables mejoras en la calidad del audio, tiene además un nuevo protocolo estándar IEEE 802.15.1-2005, y le fue añadido control de flujo y modos de retransmisión L2CAP.

Por su parte la versión Bluetooth v2.0 + EDR implementa una mejora referida a la opción del propio fabricante del dispositivo de incorporar la EDR «*Enhanced Data Rate*», esto no viene a significar que todos los dispositivos 2.0 vengán con este sistema de transmisión de datos a mayor velocidad, ya que es de carácter opcional. Su transferencia máxima de datos es de 3Mb/s. aunque su tasa real máxima sea la de 2.1Mb/s. esta versión mantiene la compatibilidad con la versión anterior de la interfaz Bluetooth. La versión Bluetooth v2.1 + EDR, sostiene mejoras sustanciales desde la perspectiva de la seguridad de los datos, así de esta manera se ha añadido Secure Simple Pairing (SSP), lo que permite un mejor filtrado de los datos y una seguridad superior a la de la versión anterior. A su vez, se ha mejorado notablemente el consumo de energía, gracias a la nueva tecnología *power saving*.

La versión Bluetooth v3.0 + HS es un nuevo modelo de la interfaz, fue lanzado en abril de 2009, y su mayor logro es el aumento de la velocidad de transmisión de datos hasta los 24Mb/s., además de incluir una nueva característica la cual hace uso del wifi para el envío y recepción de grandes paquetes de datos, usando el estándar 802.11 de alta velocidad, esta nueva característica es denominada Alternativa MAC / PHY. Por último la versión Bluetooth v4.0 es la más reciente y fue lanzada en el año 2010, combina la tecnología Bluetooth clásica con la conexión inalámbrica vía wifi, para dotar a los dispositivos en los que vienen instalados de una velocidad de emisión y transferencia de datos de nada más y nada menos que de 32Mb/s. Esta nueva interfaz de Bluetooth viene incluida en los más avanzados Smartphones y dispositivos tecnológicos de última generación.



## Análisis de factibilidad

El análisis de factibilidad realizado integra la factibilidad de aplicación, la factibilidad económica, la factibilidad técnica y la factibilidad operacional. Respecto a la factibilidad de aplicación; la investigación desarrollada tiene como tema “Análisis de la factibilidad y rendimiento de la transmisión de video usando tecnología Bluetooth “. De acuerdo con los resultados que se obtuvo de las encuestas realizadas al personal que labora en dicha unidad quienes son los beneficiarios, se puede evidenciar que el estudio para una implementación es de gran importancia por lo que permitirá realizar diferentes actividades educativas y lograr obtener un mejor desempeño laboral que beneficiará la organización.

Referido a la factibilidad de aplicación, de acuerdo con los resultados obtenidos en la modelación, se puede evidenciar que el estudio para una implementación es de gran importancia por lo que permitirá realizar diferentes actividades y lograr obtener un mejor desempeño laboral que beneficiará la organización. Es una propuesta factible ya que será de gran acogida para los usuarios, mejorando la comunicación inalámbrica y evitando que su información quede vulnerable.

El análisis de factibilidad económica se sustenta en que el presupuesto de una plataforma de transmisión de video usando tecnología Bluetooth es inmerso a la necesidad que poseen las organizaciones de dicha tecnología, por lo que se estudió, de acuerdo a las visitas previamente solicitadas y a los equipos necesarios a implementar en el diseño de factibilidad de la plataforma de transmisión de video usando tecnología Bluetooth. Por lo consiguiente los autores del presente artículo científico evidencian que se ha costeado cada uno de los equipos y demás materiales que serán necesarios para tener el correcto funcionamiento del recurso tecnológico diseñado.

La factibilidad técnica del diseño de una plataforma de transmisión de video usando tecnología Bluetooth se sustenta en la evidencia de disponibilidad de equipos tecnológicos de última generación por lo consiguiente es de índole técnica, es importante aclarar que la ejecución de este proyecto se obtuviera de elementos que fortalecerán la propuesta para el diseño y a la vez sea utilizado este proyecto como una futura implementación. Entre los aspectos tecnológicos previamente establecidos en el análisis es la disposición de equipos audiovisuales que poseen a su vez tecnología digital, fueron establecidos selectivamente para formar parte de la plataforma. Para la red diseñada se propone utilizar equipos que permita trabajar a la red ofreciendo un alto grado de robustez por lo que se utilizará equipos de altas prestaciones técnicas y cumplir con los requerimientos de disponibilidad.



La factibilidad operacional del diseño de una plataforma de transmisión de video usando tecnología Bluetooth, permite aseverar que la propuesta es factible operativamente por motivos que en las actividades realizadas no se encontraron inconvenientes ni fallos para conseguir el estudio y posteriormente la realización de un diseño de una plataforma de transmisión de video utilizando esta tecnología, por lo que se contó con los conocimientos específicos acorde con lo propuesto.

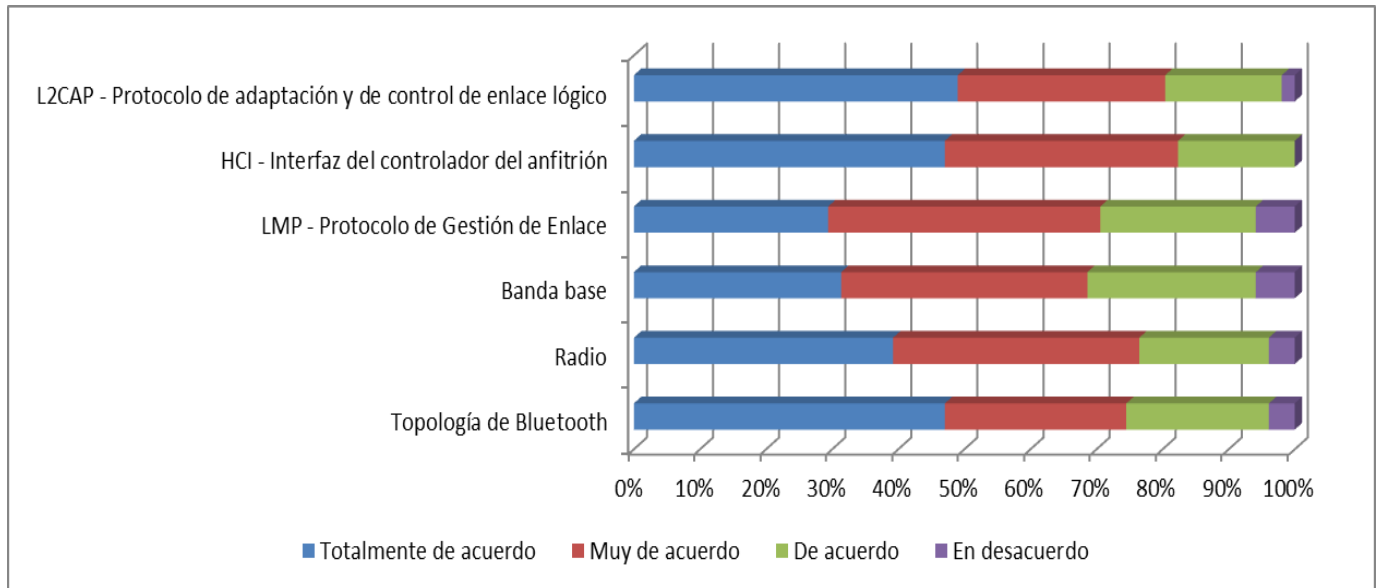
## **Valoración de los especialistas consultados**

La valoración científica del análisis de la factibilidad y rendimiento de la transmisión de video usando tecnología Bluetooth fue desarrollada mediante el método de consulta a especialistas. Previamente fueron seleccionados 74 posibles especialistas con probabilidades de integrar el grupo. A estos preseleccionados se les solicitó responder un instrumento inicial. Se determinó escoger, del total de 51 candidatos del listado inicial, 20 especialistas que son los que tienen el más alto coeficiente de competencia. En la selección de los expertos, también se consideró la representatividad por las áreas, así como por su disposición del experto a participar, la creatividad, la capacidad de análisis y de pensamiento, el colectivismo y el espíritu autocrítico.

En todos los casos los especialistas mostraron amplia disposición a la colaboración con el equipo de investigadores, pronunciándose hacia el compromiso de cumplimentar los requerimientos del método. El estudio del currículo de los especialistas permitió conocer su dominio del tema y se apreció su creatividad en general; al evaluar su producción científica, se determinó que entre los especialistas seleccionados es amplia, variada y relacionada con la tecnología Bluetooth y con el desarrollo de análisis de la factibilidad y rendimiento.

Con posterioridad a su selección, los especialistas fueron consultados respecto al nivel de pertinencia en cada uno de los indicadores de factibilidad y desempeño asociados con el funcionamiento de Bluetooth en el estudio de factibilidad realizado. En la figura 1 se presenta un gráfico que expone las valoraciones de los especialistas consultados.





**Figura 1.** Gráfico que representa las valoraciones de los especialistas seleccionados respecto al nivel de pertinencia en cada uno de los indicadores de factibilidad y desempeño

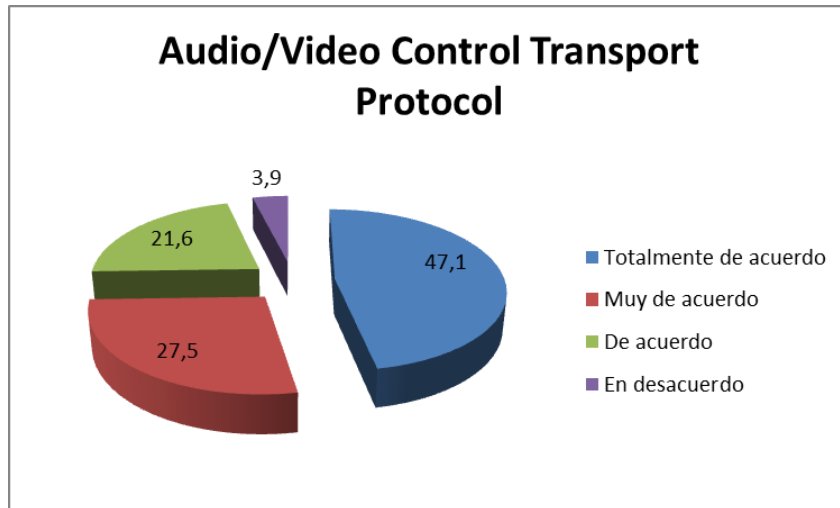
Las opiniones de los especialistas coinciden en avalar la factibilidad y rendimiento específico de indicadores como L2CAP - Protocolo de adaptación y de control de enlace lógico, que el 25 % de los especialistas se manifiestan totalmente de acuerdo con el análisis realizado. Asimismo en los indicadores HCI - Interfaz del controlador del anfitrión y Topología de Bluetooth el 24 % de los especialistas se manifiestan totalmente de acuerdo. Estos resultados se corresponden de manera general con los estudios de Asinc (2018) y García y Seguiche (2018).

Los indicadores Banda base y LMP - Protocolo de Gestión de Enlace, fueron los que menor nivel de pertinencia alcanzaron en las valoraciones de los especialistas, pues aunque el 25, 5 % y el 23, 5 % de los mismos manifestaron estar de acuerdo con el análisis de factibilidad y desempeño realizado, el 5,9 % refirió estar en desacuerdo con el mismo. Las valoraciones de los especialistas permitieron profundizar específicamente en estos indicadores en la mejora posterior y ajuste del estudio de factibilidad.

De modo específico los especialistas fueron consultados además respecto a varios elementos que emplea la tecnología Bluetooth que actualmente se han definido como varios protocolos nuevos construidos, ubicados en la capa de aplicación y que constituyen base para la transmisión de video usando tecnología. En este sentido se pronunciaron respecto al Audio/Video Control Transport Protocol; Video Streaming Protocol; y Audio/Video Distribution Protocol.



En la figura 2 se expone en un gráfico las valoraciones específicas de los especialistas consultados, relacionadas con el Audio/Video Control Transport Protocol.



**Figura 2.** Gráfico que representa las valoraciones de los especialistas relacionadas con el Audio/Video Control Transport Protocol.

En este aspecto, el 47,1 % de los especialistas manifestó estar totalmente de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de la factibilidad y rendimiento. En correspondencia con los resultados específicos obtenidos por Yemana (2007), Velasco (2016) y Hernández (2017). Estos autores manifiestan que la robustez de la red se define por los equipos que se utilizarán para la implementación del proyecto los mismos que ofrecen un alto performance en la transmisión y conectividad.

Referido al Video Streaming Protocol, tal como se ilustra en el gráfico de la figura 3, los especialistas consultados manifestaron de modo general su adecuación al rigor que requiere este tipo de resultado. El 39,2 % de los especialistas manifestó estar totalmente de acuerdo con el análisis, el 37,3 % refirió estar muy de acuerdo, el 19,6 % de acuerdo y solo el 3,9 % refirió estar en desacuerdo. Estos resultados guardan relación con los obtenidos por Lucero (2015) y Ocampo (2019). Específicamente este último autor manifiesta que los resultados de las pruebas realizadas en su estudio permiten deducir que el nivel de recepción es considerablemente aceptable, se recalca que para la distancia de 500 m se recepta ruido, se deriva del problema que presenta la tarjeta USRP en lo que corresponde a la potencia y la saturación que presenta el cable USB, en lo que respecta al BER para sistemas de comunicaciones inalámbricas es insuficiente para los tres casos, debido a que la tasa de error debe estar entre los  $10e-5$  y  $10e-9$  para que una red inalámbrica sea considerada buena (Ocampo, 2019).



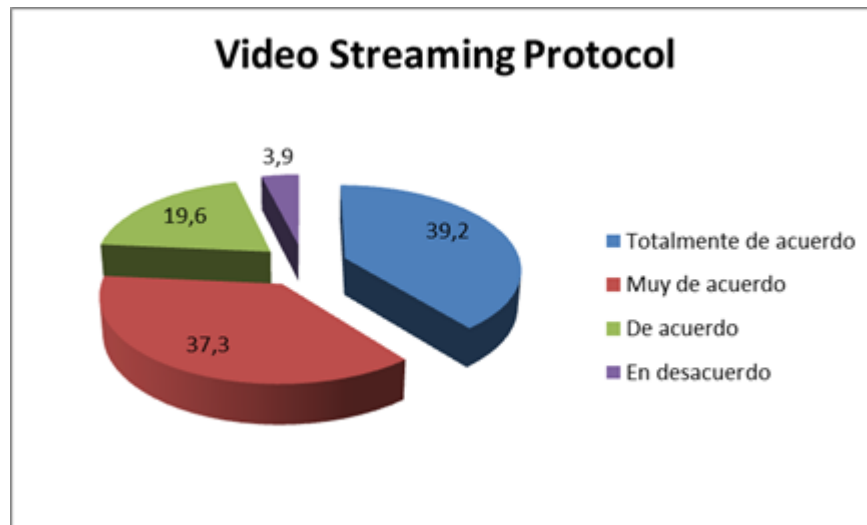


Figura 3. Gráfico que representa las valoraciones de los especialistas relacionadas con el Video Streaming Protocol

Finalmente, a los especialistas seleccionados se les solicitó su valoración referida con el audio/Video Distribution Protocol. Los resultados obtenidos en esta indagatoria ratifican las valoraciones generalmente positivas respecto al análisis de la factibilidad y rendimiento de la transmisión de video usando tecnología Bluetooth, que se realizó en la investigación, tal como se expone en el gráfico 4.

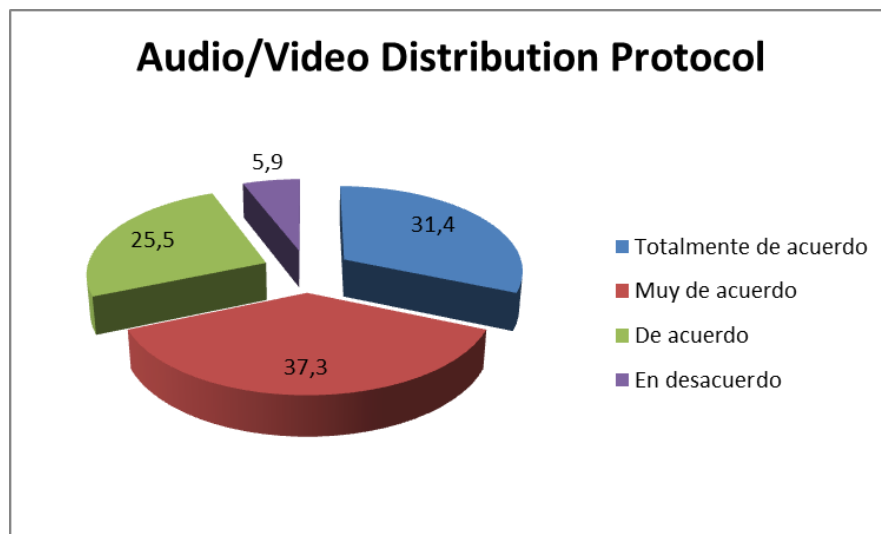


Figura 4. Gráfico que representa las valoraciones de los especialistas relacionadas con el Audio/Video Distribution Protocol



El 31, 4 % de los especialistas manifestó estar totalmente de acuerdo con el análisis, el 37, 3 % refirió estar muy de acuerdo, el 25, 5 % de acuerdo y el 5, 9 % refirió estar en desacuerdo. Al efecto Méndez (2016) en su estudio consideró que solución para su estudio se encuentra implementada en algunas instituciones y en establecimientos de alta importancia y renombre, la estabilidad y potencialidad lo ha llevado a consolidarse en el mercado por muchos clientes para proyectos de pymes. Para los administradores IT, WI-FI se ha convertido en una tecnología mucho más estratégica para las organizaciones que están siendo bombardeadas por dispositivos móviles inteligentes.

## Conclusiones

La tecnología Bluetooth es el estándar inalámbrico global que permite la Internet de los objetos, la misma fue concebida como una alternativa inalámbrica para cables de datos mediante el intercambio de datos a través de las transmisiones de radio.

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, de corte transversal con especialistas seleccionados, con un universo de estudio conformado por 51 especialistas, trabajando con la totalidad del universo.

El análisis de factibilidad y rendimiento de la transmisión de video usando tecnología Bluetooth integra la factibilidad de aplicación, la factibilidad económica, la factibilidad técnica y la factibilidad operacional.

Teniendo en cuenta los criterios de selección se demuestra que se garantiza una tasa de rendimiento del capital superior al costo de oportunidad, y que el período de recuperación es de aproximadamente 1 año ya que los criterios de evaluación arrojan resultados convenientes.

Se pudo demostrar mediante el criterio de los especialistas consultados que se obtuvo un alto grado de pertinencia del análisis de la factibilidad y rendimiento de la transmisión de video usando tecnología Bluetooth, sobre la base del análisis de indicadores de factibilidad y desempeño asociados con el funcionamiento de Bluetooth así como varios protocolos nuevos.

## Conflictos de intereses

Los autores no poseen conflictos de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: José Luis Romero Ibarra, Johnny Fernando Guerrero Panchana, Wilber Ortiz Aguilar.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)



2. Curación de datos: Wilber Ortiz Aguilar.
3. Análisis formal: José Luis Romero Ibarra, Johnny Fernando Guerrero Panchana
4. Investigación: José Luis Romero Ibarra, Johnny Fernando Guerrero Panchana
5. Metodología: José Luis Romero Ibarra, Johnny Fernando Guerrero Panchana
6. Software: Wilber Ortiz Aguilar.
7. Supervisión: José Luis Romero Ibarra.
8. Validación: José Luis Romero Ibarra, Johnny Fernando Guerrero Panchana
9. Visualización: Wilber Ortiz Aguilar.
10. Redacción – borrador original: José Luis Romero Ibarra, Johnny Fernando Guerrero Panchana, Wilber Ortiz Aguilar.
11. Redacción – revisión y edición: José Luis Romero Ibarra, Johnny Fernando Guerrero Panchana, Wilber Ortiz Aguilar.

## Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externa.

## Referencias

- ASINC VARAS, Raul Alberto, et al. *Servicios informativos y publicitarios de centros comerciales usando tecnología Bluetooth para dispositivos móviles*. 2018. Tesis de Licenciatura. Espol.
- CANDOLFI ARBALLO, Norma. Análisis del desempeño de la tecnología Bluetooth 2.0+ EDR. 2008.
- GÓMEZ ALONSO, Rafael, et al. La influencia de las nuevas tecnologías en la cultura audiovisual contemporánea. *Tarbiya: revista de investigación e innovación educativa*, 2002.
- GARCÍA, Arelis Zuany; SEGUICHE ACOSTA, Andrea Estefanía. *Estudio de factibilidad del uso de la tecnología Li-Fi (Light-Fidelity) para transmisión de audio*. 2018. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería En Networking y Telecomunicaciones.
- GUERRIDO TUMBACO, Kevin Leonard. *ANÁLISIS PARA LA FACTIBILIDAD DE UNA SALA INTELIGENTE CON TECNOLOGÍA DIGITAL PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA UNIDAD DE BIENESTAR ESTUDIANTIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANAB*. 2020. Tesis de Licenciatura. Jipijapa. UNESUM.



- HERNÁNDEZ, Rosabel Laches, et al. Smart Power Strip (SPS), sistema para controlar el encendido y apagado de equipos electrodomésticos desde dispositivos móviles. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 2017, vol. 10, no 10.
- LUCERO PERALTA, LUIS ALFREDO. *Estudio de factibilidad para rediseño de la red LAN utilizando tecnología Mikrotik en el Municipio de Naranjal*. 2015. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.
- MÉNDEZ LÓPEZ, Wilson Alexander. *Estudio de Factibilidad para la Optimización de la Red WIRELESS Existente Utilizando Tecnología SMART WIFI con Doble Banda Simultánea, Canal y Rendimiento Inteligente*. 2016. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones.
- OCAMPO, Ocampo; MAGALI, Jalení. *Análisis de factibilidad del diseño de radio enlace aplicando tecnología WRAN para brindar servicio de datos en la parroquia Teniente Hugo Ortíz (Pastaza)*. 2019. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- VELASCO ROMERO, Telmo Javier. *Análisis de factibilidad técnica, económica y regulatoria de una red inalámbrica para interconectar las cámaras de video vigilancia instaladas en la ciudad de Riobamba con el área de video vigilancia del Centro Operativo Local ECU911 Riobamba, y éste con el ECU911 Quito*. 2016. Tesis de Maestría. PUCE.
- YEMANA SOLTAU, Tamika. *Análisis de la factibilidad económico de redes PLC*. 2007. Tesis Doctoral. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ingeniería Eléctrica. Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones.

