

## Estudio de las características, implementación e impacto social y económico de Aldeas Inteligentes (Smart Villages)

Bravo Cuevas Yareli Vianey<sup>1</sup>, Marín Martínez Hugo Eduardo<sup>2</sup>, Ortega Ramirez Edgar Adán<sup>3</sup>, Valadez Chombo Yuliana Paulina<sup>3</sup>, Yopez Gonzalez Alma Rosa<sup>1</sup>, Rodríguez Villalón Osvaldo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura en Gestión Empresarial, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato

<sup>2</sup>Licenciatura en Ingeniería en Energías Renovables, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato

<sup>3</sup>Licenciatura en Ingeniería Eléctrica, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato

yv.bravocuevas@ugto.mx; he.marinmartinez@ugto.mx; ea.ortegaramirez@ugto.mx; yp.valadezchombo@ugto.mx;

ar.yopezgonzalez@ugto.mx; osvaldo@ugto.mx

### Resumen

La creación de aldeas inteligentes alrededor del mundo ha permitido que comunidades que carecen de acceso a servicios básicos de salud, educación, entretenimiento, etc. puedan tener como vía de desarrollo la incorporación de tecnologías todas ellas basadas en la generación de energía eléctrica (mediante fuentes alternativas) y por consiguiente servicios tales como el internet de las cosas, escuelas, iluminación, calefacción, agua potable, entre otros servicios de los considerados básicos. En este trabajo de verano de la investigación se aborda lo relacionado con las villas inteligentes, su filosofía, concepción y aspectos de las villas inteligentes en México. Parte fundamental de este trabajo, está la aplicación a un caso real. Para ello se tomó como caso de estudio piloto la comunidad de El Copal, Irapuato, Gto. en la cual, a través de ejercicios de información-juego-aprendizaje con un grupo de alumnos de primaria, se logra introducir los conceptos de aldeas inteligentes, así como el diagnóstico de las necesidades de la población en dicha comunidad. Al final se establece un análisis de las necesidades, y posibles mejoras a su población.

**Palabras clave:** Aldea inteligente, Fuentes renovables, Internet de las cosas.

### Características generales de una Villa Inteligente

Casi el 80% de la población mundial en situación de pobreza extrema vive en zonas rurales, las aldeas son el lugar fundamental en el que centrarse para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) mediante la transformación digital. Ahora bien, la mayoría de las aldeas rurales, principalmente en los países menos adelantados (PMA), se enfrentan al problema de no tener elementos esenciales, o tenerlos limitados, tales como:

- Acceso a Internet de banda ancha
- Acceso a electricidad
- Alfabetización y habilidades digitales

Una aldea inteligente es una comunidad de una zona rural que aprovecha la conectividad, soluciones y recursos digitales para su propio desarrollo y transformación hacia la consecución de los ODS.

El establecimiento de aldeas inteligentes es un método integral e inclusivo para la transformación digital rural destinado a lograr los ODS en las comunidades remotas e insuficientemente atendidas.

La idea central es que al proporcionarles condiciones facilitadoras adecuadas las comunidades rurales pueden controlar y desarrollar acceso moderno a la energía, la cual puede funcionar como un catalizador del desarrollo.

Las características clave contempladas para las aldeas inteligentes están las conexiones con los pueblos y ciudades tanto a través de infraestructura física como a través de tecnologías de la información y comunicación (TIC) facilitadas por el acceso a la energía.

Para acelerar el efecto real de los Objetivos de Desarrollo Sostenible entre las poblaciones de zonas rurales: el modelo de aldea inteligente, basado en un enfoque integrado del desarrollo digital, permite acelerar el

efecto de múltiples ODS (de salud, comercio, educación y agricultura) al aumentar el acceso de última tecnología y ofrecer soluciones digitales adecuadas a la población. El despliegue de una plataforma común integrada de ODS con un número selecto de módulos de TIC reutilizables permite la integración de múltiples soluciones digitales para su aplicación en áreas de desarrollo de alta prioridad en diferentes sectores, en función de las necesidades de los países y de los usuarios.

De igual forma la construcción de aldeas inteligentes requiere un cambio de mentalidad de los dirigentes, administradores y funcionarios gubernamentales, y de los asociados y las organizaciones interesadas, para colaborar con distintos organismos independientes hacia objetivos comunes.

Las aldeas inteligentes pueden complementar a las ciudades inteligentes como motores del desarrollo económico. Además, las aldeas inteligentes pueden convertirse en guardianas del medioambiente, garantizando que su desarrollo se logre de manera sostenible en lo que se refiere al impacto en los ambientes locales.

Una aldea inteligente puede centrarse en la transformación en los siguientes sectores:

- **Salud:** La puesta en funcionamiento de servicios de telemedicina y salud digital permitirá a los pacientes realizar consultas a distancia, y a los trabajadores de la salud prestar servicios de manera eficiente. En los hogares facilita la utilización de agua potable y el consumo de una dieta más nutritiva, reemplazar las lámparas y las cocinas de biomasa tradicionales con tecnologías modernas y fuentes de combustible más limpias, reduce de manera sustancial la contaminación del aire interior.
- **Educación:** una oferta de aprendizaje abierto y a distancia ayudará a maestros y administradores de la educación a crear capacidades, y permitirá que niños, jóvenes y adultos accedan de forma equitativa a programas de alfabetización de calidad, de educación permanente y de habilidades. El acceso a la energía moderna en las aldeas inteligentes tiene el potencial de aumentar el tiempo disponible para que los estudiantes puedan estudiar, al proporcionarles luz de buena calidad y de manera segura en sus hogares en la noche, y al disminuir el tiempo utilizado para actividades de primera necesidad.
- **Agricultura y ganadería:** La provisión de energía, junto con las TIC, tienen el potencial de ayudar a las aldeas inteligentes a tener mayor seguridad alimentaria a medida que los agricultores aprovechan las mejoras en los sistemas de riego, los pronósticos del tiempo, la infraestructura de almacenamiento en frío y la información agrícola y sobre el mercado
- **Banca:** Para apoyar a los ciudadanos y las empresas a utilizar servicios digitales financieros y de inversión.



Figura 1. Ejemplo Ilustrativo de aplicación de una aldea inteligente

Todos estos servicios influyen en la vida de los ciudadanos de esas aldeas quienes, con el tiempo, se convierten en ciudadanos digitales aliviando el trabajo arduo que es la norma para muchas personas en las comunidades rurales. Disponer de radio, televisión y acceso a Internet permite a los pobladores disfrutar de entretenimiento y de alumbrado público en la noche para que las personas puedan disfrutar de la interacción social.

## Descripción de fuentes renovables dentro de las villas inteligentes

### Energía Solar

Un panel fotovoltaico está formado de varias celdas fotovoltaicas, cada una de ellas tiene 2 componentes, el primero está formado por un material semiconductor (silicio) dopado con un elemento que puede donar electrones; el componente número 2 está hecho igualmente de un material semiconductor pero la diferencia es que este está dopado con un elemento que puede recibir electrones. De esta manera en la presencia de luz lo suficientemente energética, el componente 1 le dona electrones al componente 2, generando así, una corriente eléctrica, impulsada por la luz solar.

Los paneles más comunes para generación de energía eléctrica miden  $1\text{m} \times 2\text{m}$  y generan 350W por hora.

En México por la posición geográfica y la inclinación con la que llega la luz a nuestro territorio, se dispone cada día, de 5 a 6 horas de luz aprovechable por los paneles solares.

Una pregunta frecuente de esta tecnología es: ¿de verdad no contamina?

Y la respuesta es que todo objeto fabricado industrialmente, sí contamina, provoca un impacto ambiental que puede traducirse a una huella de carbono equivalente en kg de  $\text{CO}_2$ , entonces, durante su fabricación un panel genera una huella de carbono igual a la que evitará ese mismo panel en 1 año y medio de funcionamiento. Es decir, después de 1 año y medio con tu sistema fotovoltaico instalado y funcionando, se paga esa deuda con el medio ambiente por la fabricación del equipo.

### Energía Hidráulica



Figura 1. Generador eléctrico a partir de energía hidráulica. Fuente: Eco Inventos Green technology

Solamente las eco-aldeas que estén cerca de un río con agua en movimiento pueden aprovechar la energía mecánica del agua y conducirla por una pequeña turbina generadora de energía eléctrica (Figura 1) para proveer a la aldea inteligente. Las aspas de la turbina son movidas por el agua y estas a su vez, hacen girar un rotor conectado a un grupo de bobinas que funcionan como imanes, al mover un imán sobre un cable conductor se genera una corriente eléctrica.

### Energía Eólica

Funciona igual que la energía hidráulica, pero en lugar de que las aspas de la turbina sean movidas con el agua, estas aprovecharán la energía mecánica de vientos fuertes generando así electricidad.

Un dato curioso del origen de esta energía mecánica en el viento es que, las corrientes de viento son generadas por el calentamiento del aire por el Sol, cambia la temperatura y la densidad del aire y este se mueve por esa diferencia de densidad. Es decir, que el Sol genera los vientos, y también es el Sol el que genera el ciclo del agua, y por ende las corrientes de agua. A final de cuentas todas las energías renovables tienen su origen en el Sol.

## Biomasa

Los desechos vegetales. Esta fuente de energía si no es que ya es la más común, pronto lo será, pues debido a su disponibilidad, la biomasa vegetal es la única fuente de energía que tiene la capacidad de competir contra el petróleo. La molécula más común en el planeta es la celulosa.

La biomasa se pelletiza con una prensa para comprimir los restos vegetales y así aumentar su densidad energética.



Figura 2. Pellets de residuos forestales y agrícolas. Fuente: Ecología Verde

## Biogás

No solo los desechos vegetales se pueden aprovechar; también los desechos de animales herbívoros. Esta fuente de energía es una de las más importantes debido a su capacidad de combatir el cambio climático, reduciendo los gases de efecto invernadero.

En lugar de dejar escapar a la atmósfera el metano (el principal gas de efecto invernadero), se captura, mediante la construcción de un biodigestor. Para su funcionamiento se agregan desechos animales (bovinos principalmente) y agua, en partes iguales, se obtiene un lodo que se dejará dentro del contenedor alrededor de 1 mes, para que los microorganismos contenidos en los mismos desechos procesan el material lignocelulósico y la comunidad de la eco-aldea obtenga metano aprovechable.

La primera etapa es la hidrólisis, donde el agua disuelve la celulosa, dividiendo la celulosa en sus monómeros más pequeños, la glucosa.

Después la glucosa es tomada por bacterias que hacen una fermentación de la glucosa, obteniéndose ácidos grasos.

Posteriormente otros microorganismos metabolizan estos ácidos grasos, produciendo ácido acético.

Y finalmente un tipo de arqueas específicas transforman al ácido acético en metano, a esto se le llama metanogénesis.

Entre todos los microorganismos forman una cadena tomando las moléculas de celulosa iniciales y las metaboliza cada microorganismo, se pasa el producto hasta reducir la celulosa a moléculas de metano. A este proceso se le llama digestión anaerobia, ya que esta ruta metabólica sólo se logra en ausencia de oxígeno.

Si el proceso se realiza con las condiciones óptimas de PH (lo más cercano a 7 posible, PH neutro), el producto final es una mezcla gaseosa con un alto porcentaje de metano. Pero aun así no está listo para la combustión, es necesario filtrar ese biogás, para retirar el azufre ( $H_2S$ ) ya que tiene un muy mal olor y además corroe las tuberías.

Una vez que se ha retirado el azufre del biogás, este puede utilizarse sin ningún problema, para cocinar o para cualquier proceso de calentamiento (Figura 3).

De esta manera el metano se aprovecha, en lugar de liberarse a la atmósfera, apoyando así la lucha contra el cambio climático. Es sabido que el metano puede almacenar 28 veces más calor que el  $CO_2$ , de este dato deriva la gran importancia del manejo responsable de residuos pecuarios.



Figura 3. Biogás, recurso renovable. Fuente: Cruzada Ambiental

## Aplicación y descripción del Internet de las Cosas (IOT) y su relación con las villas inteligentes

La Internet de las cosas (IoT) describe la red de objetos físicos ("cosas") que llevan incorporados sensores, software, y otras tecnologías con el fin de intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes, hasta herramientas industriales sofisticadas (Figura 4). Con más de 10 mil millones de dispositivos IoT conectados en la actualidad, los expertos prevén que este número aumentará a 22 mil millones para el 2025.

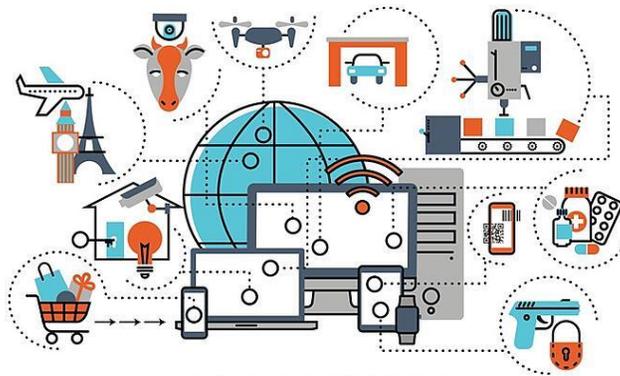


Figura 4. Internet of things Fuente: ArtRoseStudio

La implementación a gran escala de dispositivos de la IoT promete transformar muchos aspectos de la forma en que vivimos. Para los consumidores, los nuevos productos de la 'IoT', electrodomésticos, componentes de automatización del hogar y dispositivos de gestión de energía con conexión a Internet nos están llevando hacia una visión de la "casa inteligente" que promete mayor seguridad y eficiencia energética. Otros dispositivos están transformando la forma en que se ofrecen los servicios de salud.

La tecnología de la IoT ofrece la posibilidad de transformar la agricultura, la industria y la producción y distribución de energía mediante el aumento de la disponibilidad de información a lo largo de la cadena de valor de la producción por medio de sensores conectados en red.

Impulsada por los costos cada vez menores de los sensores y microprocesadores y la creciente variedad de tecnologías de conectividad asequibles, la 'IoT' representa la próxima frontera para las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para el desarrollo (ICT4D), por ejemplo:

Infraestructura vial

Los sistemas de la 'IoT' como los vehículos conectados en red, los sistemas de tráfico inteligentes y los sensores integrados en carreteras y puentes nos acercan más a la idea de "ciudades inteligentes", que ayudan a minimizar la congestión y el consumo de energía.

### Agua

En África oriental, se están colocando bombas de agua manuales, con sensores de flujo con módulos SMS 2G que pueden informar a los municipios locales, a las oficinas gubernamentales y a las comunidades de donantes sobre la tasa de uso del agua y el tiempo de inactividad debido a un mal funcionamiento de las bombas.

Otra aplicación relacionada con el agua es el uso de sensores que midan el nivel de un almacén de agua, así se puede tomar decisiones basándose en la cantidad de reservas disponibles. Aunado a esto, se puede integrar a un sistema de captación de agua pluvial para aumentar el recurso hídrico.

### Ganadería

El sector pecuario también se ha beneficiado de la IoT. Ahora es posible alimentar y monitorear el ganado de forma más específica por medio de etiquetas de nombre / número que contienen información en un chip de identificación por radiofrecuencia (RFID).

### Agricultura

Se pueden enterrar sensores electroquímicos en un campo de cultivo para medir la exposición a la luz solar; así como la presencia de nutrientes esenciales como el fósforo y el nitrógeno. Otra aplicación para el monitoreo de los vegetales en crecimiento es: utilizar un sensor que informa sobre la temperatura y humedad (Figura 5), así como riego automatizado sólo cuando las plantas lo requieran, de esta manera se ahorra agua.

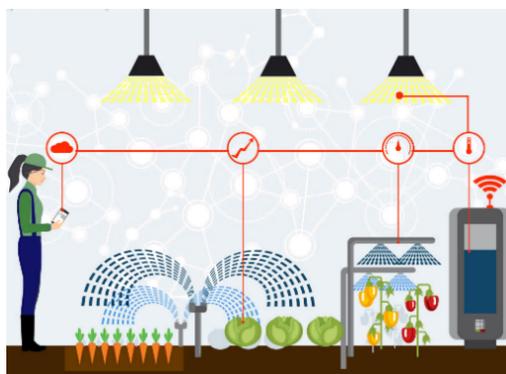


Figura 5. Ejemplo ilustrativo de aplicación del 'internet de las cosas'.

### Energía

Además, las familias de bajos ingresos que viven en regiones remotas o en zonas urbanas sin acceso a la red eléctrica formal están utilizando tecnologías de la 'IoT' junto con celdas solares para proveer de energía a sus hogares. Los costos del capital inicial de las unidades solares se amortizan y se pagan a través de servicios de dinero móvil; las celdas solares comunican el nivel y la utilización de las baterías en forma regular a través de comunicaciones de datos.

Estos son apenas algunos ejemplos que ponen de relieve el impacto de la 'IoT' (Figura 4), como herramienta para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de las Naciones Unidas, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que pronto estarán disponibles.



Figura 6. La posibilidad de interconectar dispositivos móviles con otros aparatos. Fuente: Ciencia UNAM

### Transporte y logística

Los sistemas de transporte y logística se benefician de una variedad de aplicaciones de IoT. Las flotas de automóviles, camiones, barcos y trenes que llevan mercancía se pueden redirigir según las condiciones climáticas, la disponibilidad del vehículo o la disponibilidad del conductor, gracias a los datos del sensor IoT. La propia mercancía también podría estar equipada con sensores para el seguimiento y la localización, así como el control de la temperatura. Las industrias de alimentos y bebidas, flores y productos farmacéuticos suelen llevar mercancía sensible a la temperatura que se beneficiaría enormemente de las aplicaciones de supervisión de IoT que envían alertas cuando las temperaturas suben o bajan a un nivel peligroso para el producto.

### Comercio minorista

Las aplicaciones de IoT permiten a las empresas minoristas administrar el inventario, mejorar la experiencia del cliente, optimizar la cadena de suministro y reducir los costos operativos. Por ejemplo, los estantes inteligentes equipados con sensores de peso pueden recopilar información basada en RFID y enviar los datos a la plataforma IoT para supervisar automáticamente el inventario y activar alertas si los artículos se están agotando. Se puede enviar ofertas y promociones específicas a los clientes para proporcionar una experiencia atractiva.

### Atención sanitaria

La supervisión de activos IoT brinda múltiples ventajas a la industria de la salud. Los médicos, enfermeros y camilleros a menudo necesitan saber la ubicación exacta de los activos de asistencia al paciente, como las sillas de ruedas. Cuando las sillas de ruedas de un hospital están equipadas con sensores de IoT, pueden rastrearse desde la aplicación de supervisión de activos de IoT para que cualquiera que busque una pueda encontrar rápidamente la silla de ruedas disponible más cercana. De este modo, muchos activos hospitalarios pueden rastrearse para garantizar el uso adecuado, así como la contabilidad financiera de los activos físicos en cada departamento.

Para poder garantizar el éxito de las aldeas inteligentes mediante el IoT debemos de tener en cuenta estos cuatro elementos esenciales:

1. Conectividad inalámbrica generalizada.
2. Datos abiertos.
3. Seguridad en la que se pueda confiar.
4. Esquemas flexibles de monetización.

La tecnología de ciudades inteligentes se está enfocando en mejorar la sostenibilidad y servir mejor a la humanidad. Mediante el aprovechamiento de la conectividad generalizada, los datos abiertos, la seguridad de punta a punta, y las soluciones de monetización de software, podemos alinear las necesidades cambiantes de las aldeas inteligentes para una experiencia altamente mejorada para todos los socios del ecosistema.

## Breve estudio: Inversiones económicas en villas inteligentes en México y en el mundo

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (2020) la Aldea Inteligente es una solución integral e inclusiva para la transformación digital rural con el fin de lograr los ODS en las comunidades remotas y desatendidas. Dentro de este concepto los habitantes deben:

- Tener acceso a la infraestructura de red a través de dispositivos conectados.
- Tener acceso a servicios digitales relacionados con los ODS, a tiempo, en cualquier lugar y momento.
- Servicios personalizados para las necesidades relativas a los ODS.

El concepto de “Ciudad Inteligente” surge en Europa, tuvo su auge del siglo XX al XXI, de este continente comenzó a expandirse por el resto del mundo, debido a que surgen necesidades en la vida rural dentro de los países, por el bienestar de sus habitantes.

Tomando como ejemplo a México, según la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (2021) creó el proyecto denominado “Aldeas Inteligentes, Bienestar Sostenible”, que tiene como objetivo conectar sitios públicos en localidades rurales para que estas puedan aprovechar las posibilidades y recursos de conectividad a Internet.

Dicho proyecto se desarrolló en 4 etapas específicas: Acceso, Uso, Apropiación y Bienestar; dando como resultado un total de 50 aldeas inteligentes instaladas en el país.

**Tabla 1.** Aldeas Inteligentes Instaladas en México. Fuente: Datos obtenidos de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

1	Baja California	4
2	Baja California Sur	2
3	Chiapas	18
4	Estado de México	1
5	Hidalgo	1
6	Jalisco	1
7	Oaxaca	8
8	Querétaro	4
9	Quintana Roo	2
10	Veracruz	3
11	Yucatán	6
	Total	50

Si se da un giro de perspectiva a nivel internacional, se puede observar que Europa es uno de los continentes que más aldeas inteligentes ha instalado. A continuación, se explican 2 casos importantes:

Según IBERDROLA (2021) el pueblo de Ostana, ubicado en el noroeste de los Alpes en Italia es una de las localidades participantes en el programa “Smart Rural 21”, dicha iniciativa impulsada por la Comisión Europea.

Ostana tuvo factores de transformación importantes para impulsar su cambio a una aldea inteligente:

- 1) Cambios tecnológicos, donde se hizo uso de técnicas de agricultura de precisión y biotecnología aplicada a la producción de nuevos cultivos.
- 2) Cambios medioambientales, se realizó una gestión sostenible de los recursos y la protección del entorno.
- 3) Cambios demográficos, donde se impulsó el regreso de los jóvenes de las ciudades a los pueblos para trabajar o emprender con una mejor calidad de vida.
- 4) Cambios económicos, una tendencia global de crecimiento en el consumo de agricultura orgánica y productos sostenibles creó un mayor valor añadido para la producción en áreas rurales.
- 5) Cambios políticos, donde se apreció un apoyo al programa por parte de la Red Europea para el Desarrollo Rural.

Como segundo ejemplo se tiene Ansó, que es una localidad española, donde según Zamboráin (2020) se tiene por objetivo desarrollar estrategias “Smart Village” y frenar la despoblación. Dicho programa tiene una duración de 2 años y 6 meses, se trabajará en conjunto con la Comisión Europea, para repoblar el espacio rural, además se crearán medios y servicios necesarios para atraer nuevos pobladores.

## Caso de estudio real. Comunidad El Copal, Irapuato, Gto. Aplicación de una villa inteligente

Para el caso de estudio, se procedió a trasladar hasta la ciudad de Irapuato, Guanajuato; en la comunidad conocida como El Copal. Dicha comunidad fue elegida debido a la cercanía con las instalaciones de la División de Ciencias de la Vida de la Universidad de Guanajuato y a un estudio previo de las necesidades que existen dentro de ella. Se realizaron las siguientes actividades:

La primera actividad que se llevó a cabo, el equipo de trabajo se reunió para acudir a la escuela primaria México ubicada en la comunidad del Copal.

Dicha actividad se realizó con la participación e interacción de alumnos del quinto grado de la primaria, teniendo como objetivo principal conocer sus conocimientos y nivel de entendimiento sobre el tema de “Aldeas inteligentes”, así mismo conocer sus opiniones y condiciones de vida para el desarrollo del proyecto en su comunidad.

Se comenzó con un recuento de los alumnos que estarían asistiendo y participando, siendo un total de 36.

Primeramente, se dio una presentación en la cual utilizando un lenguaje didáctico y entretenido para niños, se explicó el concepto de aldeas inteligentes, los elementos que las conforman, así como sus efectos y beneficios que éstas producen en las comunidades donde son implementadas (Figura 7).



Figura 7. Exposición. Fuente: Elaboración propia

Durante la exposición de dicha presentación se les otorgó también la palabra a los alumnos presentes para que pudieran expresar sus opiniones e inquietudes acerca del tema.

Al finalizar la presentación se realizó un cuestionario acerca del tema para saber más acerca de la opinión de los alumnos, así como conocer a manera de diagnóstico de las formas en que se podría implementar una aldea inteligente en su comunidad de acuerdo a sus necesidades.

El cuestionario se conformó de las siguientes preguntas:

- 1) ¿En tu domicilio cuentan con los siguientes servicios?
- 2) En tu casa, ¿cuentas con paneles solares para obtener electricidad para tu casa?
- 3) En tu casa, ¿cuentas con calentadores solares para calentar el agua?
- 4) ¿En qué trabajan tus papás?
- 5) ¿Has escuchado la palabra permacultura?
- 6) Si tu respuesta es sí, ¿En tu casa practican la permacultura?
- 7) ¿Qué servicios o necesidades existen en tu casa?

Finalmente, se les solicitó a los alumnos que en equipos realizarán un dibujo referente a los temas abordados durante las actividades previas para poder observar su entendimiento y ver reflejadas sus opiniones y en algunos de los casos sus necesidades de una forma gráfica para que ellos mismos explicaran en qué consistían para poder identificar los puntos comunes para el desarrollo general del proyecto en la implementación de la aldea en su comunidad (Figura 8).



Figura 8. Actividad en grupo. Fuente: Elaboración propia.

Como segunda actividad se realizó una nueva visita a la primaria México trabajando nuevamente con los alumnos de quinto grado con el objetivo de ampliar el panorama de la opinión y conocimiento de los niños respecto al tema de la implementación de las aldeas inteligentes en su comunidad.

La actividad consistió primeramente en la exposición de dos prototipos de fuentes de energía renovables las cuales son opciones para implementar dentro del proyecto de aldea inteligente las cuales fueron un panel fotovoltaico, así como un tubo de panel solar para calentar agua, resultando de gran apoyo para la comprensión de los niños de lo que se propone desarrollar (Figura 9).



Figura 9. Explicación. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realizó un rally de diversas estaciones donde los niños realizaron actividad física al mismo tiempo que responden preguntas y compartieron opiniones acordes a los temas expuestos para el desarrollo y conceptos de aldeas inteligentes, concluyendo así las actividades realizadas de manera externa (Figura 10).



Figura 10. Imágenes de la dinámica del tema. Fuente: Elaboración propia.

## Aplicación de la Herramienta de Recopilación de Datos

Para el proyecto denominado “Aldeas Inteligentes” se aplicó una encuesta cualitativa, donde el tamaño de la muestra fue 36 niños y niñas, de 10 y 11 años de edad, pertenecientes al 5to grado de la escuela “Primaria México” ubicada en la comunidad “El Copal” en el municipio de Irapuato, Guanajuato, México.

El objetivo de esta encuesta es conocer las necesidades que existen en la comunidad “El Copal” y si tiene algún conocimiento sobre la Permacultura y cómo se aplica está.

La herramienta estuvo conformada por 2 secciones; en la primera se preguntaron datos de identificación, los cuales fueron: nombre, edad y domicilio.

La segunda sección se conformó por 7 preguntas: 2 abiertas y 5 de opción múltiple:

La pregunta 1: ¿En tu domicilio cuentan con los siguientes servicios?, se observan las siguientes respuestas:

En esta pregunta de opción múltiple, se les brindaron 6 opciones: Agua potable, Gas, Electricidad, Internet, Drenaje y Televisión; ya que se considera que estos servicios son los más relevantes para las personas de la comunidad.

Servicios	Cantidad
TODOS	24
Solo agua potable	3
Sin internet	2
Sin internet y drenaje	1
Sin agua potable, gas y televisión	1
Solo agua potable y electricidad	1
Sin televisión	1
Sin drenaje	1
Sin agua potable y gas	1
Solo electricidad	1
Total	36

¿En tu domicilio cuentan con los siguientes servicios?

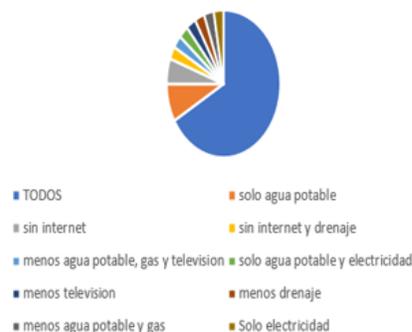


Gráfico 1. Resultado de la pregunta 1. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico 1, la mayoría de los encuestados cuentan con todos los servicios necesarios, solo un poco porcentaje, no cuenta con 1 o máximo 3 servicios de estos.

La pregunta 2: En tu casa, ¿cuentas con paneles solares para obtener electricidad para tu casa?, para esta pregunta de opción múltiple sólo se contaban con las opciones de Sí y No.

Como se observa en el gráfico 2, un 78% no cuenta con paneles solares para poder obtener electricidad en sus viviendas, y solo un 22% si cuenta con estos.

Opciones	Cantidad
SI	8
NO	28
Total	36

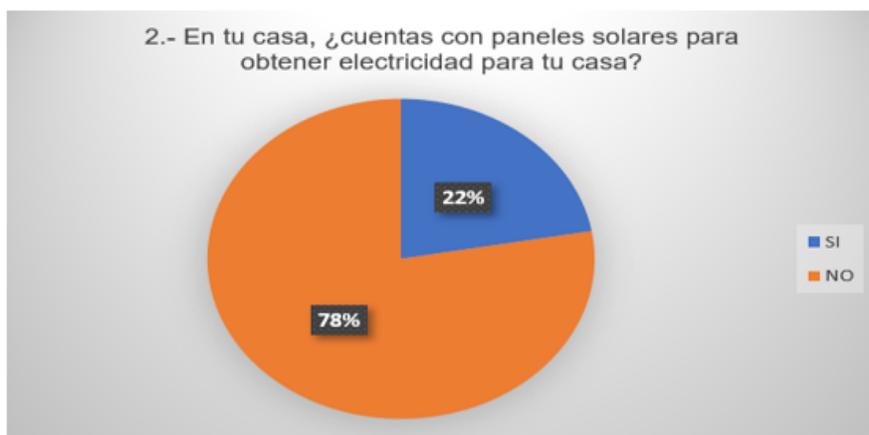


Gráfico 2. Resultado de la pregunta 2. Fuente: Elaboración propia.

La pregunta 3: En tu casa, ¿cuentas con calentadores solares para calentar el agua?, fue una pregunta de opción múltiple, donde solo se encontraban dos opciones: Si y No.

En el gráfico 3, se puede observar que un 75% cuentan con un calentador solar para poder calentar el agua, y un 25% no cuenta con este, es un punto importante ya que este producto se ha convertido en primera necesidad.

Opciones	Cantidad
SI	9
NO	27
Total	36



Gráfico 3. Resultado de la pregunta 3. Fuente: Elaboración propia.

La pregunta 4: ¿En qué trabajan tus papás?, era una pregunta abierta, se realizó esta con fines de conocer los empleos que existen dentro de la comunidad, en dicha pregunta nos encontramos con una gran variedad de respuestas, además también pudimos observar que en algunos hogares solo existe la figura materna y en otros más la de los abuelos ya que sus papas tuvieron que emigrar a Estados Unidos de América.

La pregunta 5: ¿Has escuchado la palabra permacultura?, fue una pregunta de opción múltiple, donde las opciones eran: Si y No.

Se observa en el gráfico 4 que solo el 12% de la población encuestada ha escuchado el término de "Permacultura", y en cambio un 67% de esta no lo ha hecho, aquí se puede observar un área de oportunidad para que crezca el conocimiento de la población y al mismo tiempo se dé a conocer este término dentro de esta.

Opciones	Cantidad
SI	12
NO	24
Total	36



Gráfico 4. Resultado de la pregunta 5. Fuente: Elaboración propia.

La pregunta 6: Si tu respuesta es sí, ¿En tu casa practican la permacultura?, es una pregunta condicionada, ya que solo las personas que respondieron "Si" en la antigua pregunta podrían responder esta.

Solo 12 personas respondieron que sí habían escuchado la palabra permacultura, de estas mismas, se puede observar en el gráfico 5, que solo 4 de estas la practican en su casa y las otras 8 no, aquí se observa un área de oportunidad para poder promover la práctica de esta.

Opciones	Cantidad
SI	4
NO	8
Total	12



Gráfico 5. Resultado de la pregunta 6. Fuente: Elaboración propia.

Por último, se encuentra la pregunta 7: ¿Qué servicios o necesidades existen en tu casa?, que fue una pregunta abierta para que la población encuestada pudiera expresar, desde su punto de vista, qué necesidades existen en su casa.

Dentro de las respuestas, la mayoría apuntó que dentro de estas no existe alguna necesidad, pero existieron algunos casos donde comentan que existen necesidades de agua potable, un mejor servicio de luz, y casos en específico, donde apuntan que existe necesidad de trabajo para los padres de familia. Con esta última pregunta podemos analizar cuáles son las necesidades dentro de algunas casas de la comunidad.

## Área de oportunidad para resolver a corto plazo la falta de agua potable, para las familias que no cuentan con ese servicio

Según la OMS 2019, la familia promedio requiere un mínimo de 400 L de agua al día (100 L / persona).

La implementación de contenedores para la captación de agua pluvial, ya sea con dos barriles plásticos de 200 L por familia, o mediante la construcción de un tanque de ferrocemento dimensionado para varias familias, tomando como base un volumen de almacenamiento de 400 L por familia, se puede proveer el agua a las viviendas, al mismo tiempo que se evitan encharcamientos y/o inundaciones en las calles de la misma comunidad. Incluso las viviendas que ya cuentan con servicio de agua potable pueden mejorar el manejo de este recurso. De esta manera se puede reducir un poco el consumo del agua pública, al igual que la familia disminuye el pago destinado a este servicio.

Según los datos climatológicos (SEMARNAT & CONAGUA. (2019, agosto). Estación climatológica 11134, El Conejo, Irapuato, Guanajuato. SEMARNAT).

Con datos promedio de lluvia diaria, desde el año 1977 a 2017; en Irapuato hay 4 meses con suficiente lluvia para la captación de agua pluvial: junio, julio, agosto y septiembre (Tabla 2).

Durante estos 4 meses se puede captar el agua pluvial, colocando en el techo de la vivienda, un plástico para invernadero de mínimo 103 m<sup>2</sup>, que dirija el agua captada mediante tubería PVC hacia los 2 contenedores de 200 L, para posteriormente darle un uso doméstico; el agua de lluvia sin un sistema de filtración de 6 pasos, no cumple con la sanidad necesaria para el consumo humano, pero sí puede utilizarse para lavar la ropa, trapear, lavado de vehículos, regar plantas y para el uso del drenaje del baño.

**Tabla 2.** Área de captación pluvial necesaria para proveer 100 L de agua diaria, por persona. Fuente: SEMARNAT & CONAGUA

Mes	Precipitación promedio diaria (mm m <sup>2</sup> )	Volumen de agua al día / m <sup>2</sup> de plástico captador (L/m <sup>2</sup> )	Área de plástico de captación, para obtener 400 L de agua al día (m <sup>2</sup> )
junio	3.9	3.9	102.5
julio	5.9	5.9	67.8
agosto	5.0	5.0	80
septiembre	3.9	3.9	102.5

## Conclusiones

En este trabajo se abordó el concepto de villas inteligentes, haciendo una descripción de las generalidades de su conformación tales como fuentes alternas de energía, internet de las cosas IoT, etc. A su vez, se hizo una recopilación de información de la situación de villas inteligentes en México, y la descripción de la aplicación en campo de este concepto, realizada en la Comunidad El Copal, Irapuato, Gto.. Si bien es cierto que la Comunidad de El Copal no es realmente una población que carezca de todos los recursos básicos (energía eléctrica, agua potable, alcantarillado, etc.) si se considera una comunidad que se ajuste a los requerimientos de una villa inteligente sobre todo por las carencias en materia de acceso a servicios integrales de internet, energías alternativas, calentadores solares, espacios con iluminación inteligente, falta de agua potable, entre otros aspectos, información que fue obtenida de manera objetiva a través de los ejercicios de interacción con los alumnos de la escuela primaria. Esto resultó de vital importancia para este proyecto, ya que a través de la exposición didáctica del tema, el ejercicio encuesta y juegos, se consideró un recurso de

captación de información y de inquietudes por parte de los niños, que de otra manera hubiera sido muy difícil de obtener. Por otra parte, la escuela primaria México que sirvió de base para el proyecto piloto es una institución que carece de servicios educativos tecnológicos (no cuenta con un salón de cómputo, acceso a recursos de internet, aulas digitales, etc.) Desde este punto de vista, se puede concluir que con las ideas aquí descritas se puede implementar a un corto y mediano plazo alternativas de solución para los estudiantes y por consiguiente para sus familias, que son parte de esta Comunidad, y que puedan acercarse a la filosofía de la aldea inteligente. También sirva este proyecto piloto de aldea inteligente como un medio de acercamiento entre el Campus Irapuato-Salamanca de la Universidad de Guanajuato y una de las varias comunidades con las cuales se interactúa en el día a día debido a la ubicación de sus unidades universitarias.

## Agradecimientos

Este grupo de trabajo del Verano de la Investigación UG agradece el apoyo e interés brindado a este proyecto por el Dr. Armando Gallegos Muñoz (Rector del Campus Irapuato-Salamanca) así como por el Mtro. Vicente Javier Alvarez Villafaña (Profesor de la División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca). De la misma manera agradecemos la participación y facilidades otorgadas a profesor y alumnos del 5º grado de la escuela Primaria México, El Copal, Irapuato, Gto.

## Referencias

- Terry van Gevelt y John Holmes. (2015). Una concepción de aldea inteligente. agosto 2015, de SMART VILLAGES new thinking for off-grid communities worldwide Sitio web: <https://e4sv.org/about-us-2-2/>
- SANTOSH KUMAR SINGH Y ANKIT GUPTA. (2018). Aldeas inteligentes: impulsar el desarrollo a través del espíritu empresarial. 30 octubre 2018, de Forbes India Sitio web: <https://www.forbesindia.com/blog/entrepreneurship/smart-villages-driving-development-through-entrepreneurship/>
- Karen Rose, Scott Eldridge, Lyman Chapin. (2015). Internet de las Cosas-Una Breve Reseña. Octubre 2015, de Internet Society Sitio web: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>
- Laura García. (2020). Los Alcances del Internet de las Cosas. 16 de marzo 2020, de CIENCIA UNAM Sitio web: <https://ciencia.unam.mx/leer/969/los-alcances-del-internet-de-las-cosas>
- Internet of things. (s. f.). Oracle. Recuperado 14 de julio de 2022, de <https://www.oracle.com/mx/internet-of-things/what-is-iot/>
- El IoT y las ciudades inteligentes seguras y sostenibles. (s. f.). Thales Group. Recuperado 14 de julio de 2022, de <https://www.thalesgroup.com/es/countries/americas/latin-america/dis/iot/inspiracion/ciudades-inteligentes>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (2020). *Construir aldeas inteligentes: un plan de trabajo Proyecto piloto en el Niger*. [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/str/D-STR-SMART\\_VILLAGE.NIGER-2020-PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-SMART_VILLAGE.NIGER-2020-PDF-S.pdf)
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (2021). *Aldeas Inteligentes, Bienestar Sostenible*. <https://coberturauniversal.gob.mx/aldeas-inteligentes>
- IBERDROLA (2021). 'Smart Village', cuando la tecnología llega a los pueblos para quedarse. <https://www.iberdrola.com/innovacion/smart-village-pueblos-inteligentes>
- Zambrón, L. (09 de julio del 2020). Anso es el único pueblo español elegido para un proyecto que desarrollará aldeas inteligentes. *Heraldo Aragón*. <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2020/07/09/anso-unico-pueblo-elegido-para-proyecto-desarrollara-aldeas-inteligentes-1385086.html>