

# REPORTE DE HUELLA DE CARBONO DEL DISTRITO DE MACHU PICCHU 2019 - 2020

### REPORTE DE HUELLA DE CARBONO DEL DISTRITO DE MACHU PICCHU 2019 - 2020

Gestión - Darwin Baca León, Alcalde Municipalidad Distrital de Machu Picchu

Punto Focal Responsable Municipalidad Distrital de Machu Picchu: Biólogo Wilbert Víctor Ataco Zúñiga

Supervisión GreenInitiative: Luciana Visnevski

Equipo Técnico:

Alfonso Cordova (Líder Técnico GreenInitiative), Matheus Mendes (GreenInitiative), Renzo Paino (GreenInitiative), Nordt Miguel Salas, Roxana Álvarez García, Gabriela Frisancho (Municipalidad Distrital de Machu Picchu), José Purisaca (Inkaterra Asociación), Gabriel Meseth (Inkaterra Asociación)

Este documento fue elaborado como parte de la estrategia de desarrollo sostenible y reactivación de la actividad turística de Machu Picchu 2021-2025.

El trabajo fue liderado por la Municipalidad Distrital de Machu Picchu en colaboración con Inkaterra y el Grupo AJE. A este equipo impulsor se sumó el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP), la Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco, la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (PROMPERU), el Ministerio de Industria Comercio y Turismo, el Ministerio de Ambiente (MINAM), la Sociedad Peruana de Empresas de Aventura y Ecoturismo (APTAE) y la Sociedad de Hoteles del Perú (SHP).

Desde la perspectiva de acompañamiento internacional, el trabajo fue conducido siguiendo los lineamientos y contando con la colaboración de la Organización Mundial del Turismo/One Planet, la Organización de las Naciones Unidas para el Clima (UN Climate), el Smithsonian Institute y del Pacto Global de Alcaldes por el Clima.

Los autores de este reporte, agradecen las valiosas contribuciones de: José Koechlin (Inkaterra), Jorge Lopez-Doriga y Alberto Suárez (Grupo AJE), Francisco Dallmeier (Smithsonian Institution), Virginia Fernández-Trapa (Organización Mundial del Turismo) Miguel Alejandro Naranjo Gonzalez (UN-Climate), Fábio Donato (Pacto Global de Alcaldes por el Clima), Miguel Ángel Atausupa (Especialista Asesor Ambiental), José Miguel Bastante (Director del Parque Arqueológico de Machu Picchu) y Elías Carreño (Ministerio de Cultura), Ernesto Escalante (SERNANP), José Aragon, Roberto Quispe, Liliana Cáceres, Karen Núñez y Jorge Luis Ramos (SERNAMP), Isabel E. Mendoza Navarro y Patricia Arias Paredes (MINCETUR), Amora Carbajal, María del Sol Velasquez, Karla Acuña, Maria del Pilar Alarcón y Jorge Barrientos (PROMPERU), Tibisay Monsalve (Sociedad Hoteles del Perú), Francisco Basili León y Cecilia Yarrow (APTAE).

© 2021 GreenInitiative Todos los derechos reservados Machu Picchu Primera Maravilla Carbono Neutral.

Machu Picchu, es mucho más que un lugar para visitar. Antes de ser descubierto y luego deseado por turistas de todo el mundo, el sitio arqueológico sirvió de refugio al Imperio Inca y las comunidades quechua que continúan a habitar aquí. Situada a 2400 metros de altitud, en el valle del río Urubamba, la ciudad sólo se presentó al mundo tras la expedición del profesor estadounidense Hiram Bingham, en 1911.

El histórico santuario fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1983 y se convirtió en una de las Siete Maravillas del Mundo Moderno en 2007. Machu Picchu, que significa "montaña vieja", reúne en sí mismo dosis perfectas de naturaleza, cultura y misticismo.

Sin embargo, esta riqueza natural aún necesita de protección. La pérdida de bosques nubosos conlleva riesgos de impacto global, ya que provoca graves cambios ambientales, como la degradación de los hábitats y de los llamados servicios ecosistémicos, por ejemplo, la capacidad de los bosques de absorber dióxido de carbono (CO2).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) indica, desde 2019, que el período de emergencia climática que estamos viviendo tendrá impactos cada vez más visibles en todos los segmentos sociales y económicos, incluido el turismo. Por lo tanto, sigue siendo conveniente destacar que el cambio climático no es un fenómeno natural, sino el resultado de décadas de emisiones de gases de efecto invernadero que se acumulan en la atmósfera y alteran el equilibrio climático en todo el mundo.

El turismo puede ser parte de la solución para la mitigación del cambio climático y es con base a esta visión, que en Machu Picchu se ha iniciado un desafiante viaje hacia la neutralidad del carbono. Este compromiso que hemos formalizado junto a las Naciones Unidas, tendrá como principal herramienta de gestión este primer Reporte de Huella de Carbono (2019-2020). Este trabajo representa, por lo tanto, la línea de base que deberá ser tomada en cuenta de aquí en adelante para la definición de indicadores, metas y acciones concretas que serán ejecutadas con la finalidad de impulsar una actividad turística climáticamente inteligente en beneficio de nuestra población y de todo el planeta. Nuestra meta, es impulsar inversiones públicas y privadas que contribuyan con esta visión estratégica.

El trabajo realizado por la Municipalidad Distrital de Machu Picchu, para alcanzar la certificación carbono neutral ofrecida por GreenInitiative, es un excelente ejemplo de los resultados que se pueden alcanzar a través de la colaboración público, privada y de la sociedad civil. En Machu Picchu, venimos trabajando con mucha energía para que la reactivación del turismo sea sostenible y climáticamente inteligente. Reconocemos que esta crisis ocasionada por la pandemia del COVID 19, ha obligado a las poblaciones de todo el planeta a repensar sus acciones y buscar medios de vida que sean más respetuosos con la biodiversidad y el clima.

Tenemos mucho orgullo de presentar a Machu Picchu como la primera maravilla carbono neutral del planeta, este logro que será reconocido por todo el mundo, nos ayudará de forma significativa a impulsar la recuperación de nuestra economía e impulsar el desarrollo sostenible para el beneficio de esta y las próximas generaciones.

Darwin Baca León,

Alcalde Municipalidad Distrital de Machu Picchu

Machu Picchu un Ejemplo para el Perú y el Mundo.

Declarado Patrimonio de la Humanidad por UNESCO en el año 1983 y una de las Siete Maravillas del Mundo Moderno en el 2007, el Santuario Histórico de Machu Picchu puede definirse como un prodigio arqueológico. No obstante, su riqueza natural aún no es apreciada en su real dimensión, si consideramos que se trata del hábitat natural de diversas especies nativas, como el oso andino (*Tremarctos ornatus*), aves y orquídeas endémicas. De las 84 zonas de vida halladas en el Perú según la Escala de Holdridge, nueve se encuentran presentes en Machu Picchu.

Inkaterra, pionera del ecoturismo y el desarrollo en el Perú desde el año 1975, ha destinado incansables esfuerzos en pos de la conservación del bosque de nubes de Machu Picchu, uno de los ecosistemas más frágiles y amenazados del planeta.

En 1975, tras coproducir el filme clásico de Werner Herzog *Aguirre*, *La ira de Dios* (1972), a fin de promover el turismo en el Perú a través del cine, concebimos Inkaterra en las áreas naturales que retrata la película: la Amazonia peruana y Machu Picchu. Hacia 1976, iniciamos negociaciones para adquirir un área de diez hectáreas en Machu Picchu Pueblo, frente al río Vilcanota. Se trataba de un terreno previamente utilizado como aserradero, con pastizales para criar ganado y con plantaciones de té (hoy preservadas para la producción de té orgánico bajo técnicas ancestrales). Una vez obtenidos los derechos de propiedad, Inkaterra inició labores de reforestación en 1980, con el objetivo de restaurar ecosistemas, incluyendo el hábitat del ave nacional del Perú, el gallito de las rocas (*Rupicola peruviana*).

Con un enfoque holístico, desde entonces Inkaterra produce investigación científica como base para la conservación de la biodiversidad, la educación y el bienestar de las comunidades locales. Producimos inventarios de flora y fauna para determinar la línea de base y medir el impacto del ecoturismo sobre áreas naturales. Se trata del primer paso para determinar los objetivos de la restauración y conservación de un entorno como el bosque de nubes de Machu Picchu. Esta fuente de conocimiento es indispensable para la permanencia de nuestros recursos culturales y naturales, e insumo esencial para la amplia variedad de experiencias de viaje brindadas por Inkaterra.

Bajo esta visión del ecoturismo, Inkaterra ha contribuido a que Machu Picchu sea uno de los principales destinos para la observación de aves. De las 485 especies de aves identificadas en Machu Picchu, 214 especies han sido registradas a la fecha en las áreas de influencia de Inkaterra. Entre estas, especies representativas como el gallito de las rocas (*Rupicola peruviana*), el relojero andino (*Momotus aequatorialis*), el barbudo versicolor (*Eubucco versicolor*), el quetzal dorado (*Pharomachrus auriceps*) o el pato de los torrentes (*Merganetta armata*), además de 18 especies de colibríes.

Asimismo, el Centro de Conservación del Oso Andino en Inkaterra Machu Picchu Pueblo Hotel nació en el 2001 para rehabilitar especímenes de osos hallados en condiciones de cautiverio inadecuadas, con el objetivo de realizar estudios sobre el comportamiento de esta especie y su conservación en el bosque de nubes. La única especie de oso de Sudamérica y el mamífero arbóreo más grande del Neotrópico, el oso andino (*Tremarctos ornatus*), es conservada en alianza con el Smithsonian Institution.

La restauración del bosque de nubes ha permitido preservar en los jardines de Inkaterra Machu Picchu Pueblo Hotel la colección de orquídeas nativas más grande del mundo, según la American Orchid Society. De las 372 especies registradas – algunas de las cuales aún no han sido identificadas—, veinte han sido descritas como nuevas para la ciencia por investigadores asociados a Inkaterra.

Además de las iniciativas de conservación, Inkaterra también se enfoca en la educación para promover el valor de la biodiversidad en la comunidad de Machu Picchu, fomentando el uso sostenible de los recursos naturales. Talleres para escolares y sus familias son organizados cada año, además de conferencias en hospitalidad y ecoturismo. En Inkaterra Machu Picchu Pueblo Hotel, el 85% de sus trabajadores proviene de áreas locales, a fin de fomentar el turismo como una de las principales fuentes de desarrollo.

Hoy, Inkaterra asume nuevos metas para que Machu Picchu sea un emblema para el futuro del turismo sostenible a nivel mundial. Signataria del Pacto Mundial de la Organización Mundial de Turismo y comprometida con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas —entre los cuales se promueve la mitigación de emisiones CO2 como medida preventiva contra el calentamiento global—, Inkaterra propone hacer de Machu Picchu la primera Maravilla Carbono Neutro del mundo.

Este compromiso climático para Machu Picchu, el cual busca reducir las emisiones en 45% hacia el año 2030 y alcanzar la carbono neutralidad (cero emisiones) para el año 2050, responde a los lineamientos del Acuerdo de París. Para ello cuenta con el respaldo de la certificadora Green Initiative, responsable de la medición de la huella de carbono en Machu Picchu.

Dicho esfuerzo es impulsado por una alianza estratégica entre Inkaterra, Grupo AJE, la Municipalidad de Machu Picchu, SERNANP y el Ministerio del Ambiente. Una coalición nacida a partir de una severa crisis en el manejo de residuos en Machu Picchu, por la cual en el 2016 UNESCO evaluó la inclusión de la ciudadela inca en la lista de Patrimonios Mundiales en Riesgo.

La primera respuesta de esta alianza estratégica comandada por Inkaterra se dio en el año 2017, con la donación de una máquina compactadora para procesar siete toneladas diarias de residuos plásticos, luego transportados por tren a plantas de reciclaje en Cusco. Dos años más tarde, Inkaterra y AJE entregaron a SERNANP una Planta Compactadora de Residuos Plásticos destinada para la limpieza y el reciclaje en el Camino Inca, la ruta de trekking más famosa de Sudamérica.

Luego, la Planta de Transformación de Aceite en Biodiesel y Glicerina se inauguró en el 2018 dentro de Inkaterra Machu Picchu Pueblo Hotel. De acuerdo a estudios, un litro de aceite vegetal usado contamina mil litros de agua. A fin de evitar su derrame en el caudal del Vilcanota, se promueve la recolección de aceite de los hogares y establecimientos de Machu Picchu, para producir veinte galones diarios de combustible biodiesel. Mensualmente, son tratados seis mil litros de aceite. De

este proceso se obtiene una glicerina libre de químicos, utilizada por la Municipalidad de Machu Picchu para la limpieza de las aceras y pisos de piedra.

La tercera iniciativa para fomentar una economía circular en Machu Picchu, fue la inauguración de la primera Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos. Esta tecnología innovadora comisionada al Grupo Alimenta, tiene la capacidad de procesar a través de pirólisis (descomposición química a altas temperaturas en ausencia de oxígeno, sin emisión de carbono) ocho toneladas de residuos al día para generar bio-carbón, fertilizante natural que ayudará a la reforestación del bosque de nubes andino y contribuirá con la productividad agrícola en Machu Picchu. Se prevé el uso de bio-carbón para la reforestación de un millón de árboles de quina en Machu Picchu, especie icónica presente en el escudo nacional y con propiedades medicinales, cuyo cultivo ayudará a prevenir desastres naturales en Machu Picchu.

Los peruanos gozamos el privilegio de tener este patrimonio cultural y natural de la humanidad, lo cual conlleva la gran responsabilidad de cuidarlo para las futuras generaciones. Esta alianza estratégica para hacer de Machu Picchu un destino carbono neutro, es un ejemplo de innovación por diversas razones. Es un caso de éxito sobre las metas que pueden alcanzarse cuando los sectores público y privado trabajan de la mano. Con el apoyo de la comunidad local, hemos logrado el primer destino de América Latina con una economía circular, a través del manejo sostenible de sus residuos. Ahora tendremos la primera Maravilla del Mundo Moderno que mida su huella de carbono a fin de frenar el cambio climático, por lo que será percibida como un modelo de gestión a nivel mundial.

Jose Koechlin Presidente y CEO de Inkaterra

CO	NTENI	
1.		<b>DUCCIÓN</b>
		IVOS
_		ETIVO GENERAL
		ETIVOS ESPECÍFICOS12
		TOS GENERALES
3		TRITO DE MACHU PICCHU13
	3.1.1.	Población
	3.1.2.	,
	3.1.3.	Iniciativas ambientales14
3	3.2. EL I	NVENTARIO DE GEI O HUELLA DE CARBONO DE UNA CIUDAD 17
	3.2.1.	Conceptos generales17
	3.2.2.	Estándares y documentos técnicos utilizados19
		eve descripción de los estándares utilizados se presenta a continuación:19
4.	_	SO METODOLÓGICO20
		ITES Y ALCANCES DEL INVENTARIO21
		CO SEGÚN LA CIUDAD22
4	I.3. FUEI	NTES DE EMISIÓN DE GEI CONSIDERAS22
	4.3.1.	Fuentes de emisión de GEI del alcance 1
	4.3.2.	
		Fuentes de emisión de GEI del alcance 3
		BORACIÓN DEL LIBRO DE CÁLCULO23
4	l.5. MET	ODOLOGÍAS DE CÁLCULO24
	4.5.4.	Consumo de electricidad
		OPILACIÓN DE INFORMACIÓN (DATA DE ACTIVIDAD) Y CONTROL DAD27
	4.6.1.	Consumo de GLP27
	4.6.2.	Consumo de leña27
	4.6.3.	Consumo de combustible por buses y trenes
	4.6.4.	Consumo de electricidad
	4.6.5.	Producción de biodiesel29
	4.6.6.	Generación caracterizada de residuos sólidos29
5.	RESUL	TADOS31
5	5.1. HUE	LLA DE CARBONO DE AÑO 2019
	5.1.1.	Emisiones de GEI según fuentes31

	5.1.2.	Emisiones de GEI según alcances	32
	5.1.3.	Indicadores de las emisiones de GEI según la actividad turística	32
5	.2. HUE	LLA DE CARBONO DE AÑO 2020	33
	5.2.1.	Emisiones de GEI según fuentes	33
	5.2.2.	Emisiones de GEI según alcances	34
	5.2.3.	Indicadores de las emisiones de GEI según la actividad turística	
5		isis comparativo de emisiones de GEI (2019 – 2020)	
		es de notación	
		AS DE MITIGACIÓN	
0.		MEDIDAS DE MITIGACIÓN EXISTENTES	
	6.1.1.		
	6.1.2.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	
	6.1.3.		
7.	CONCL	USIONES	40
8.	RECOM	ENDACIONES	42
	ta de ta		24
		ances y fuentes de emisión de GEI consideradassumo de GLP en el distrito de Machu Picchu	
		sumo de leña en establecimientos comerciales	
		sumo de combustible por trenes según año y alcances	
		sumo de electricidad de Machu Picchu	
		ducción de biodiesel	
Tab	la 7: Res	iduos sólidos dispuestos	29
Tab	la 8: Res	iduos sólidos tratados	30
Tab	la 9: Emi	siones de GEI según fuentes y alcances (2019 – 2020)	35
Tab	la 10: cla	eves de notación para fuentes de emisión de GEI	36
Lis	ta de g	ráficos	
		sitantes nacionales e internacionales en el año 2019	
		sitantes nacionales e internacionales en el año 2020	
		nisiones de GEI según fuente (2019)	
		nisiones de GEI según alcances	
		nisiones de GEI según fuente (2020)	
		nisiones de GEI según alcances nálisis comparativo de emisiones de GEI (2019 – 2020)	
Gia	IICO 7. AI	ialisis comparativo de emisiones de GEI (2019 – 2020)	35
Lis	ta de e	cuaciones	
		Emisiones de GEI por consumo de GLP	
		Emisiones de GEI por consumo de leña	
		Emisiones de GEI por consumo de diesel – B5 (diesel + biodiesel)	
		Emisiones de GEI por consumo de electricidad	
Ecu	ación 5:	Emisiones de GEI por consumo de biodiesel	26

26
26
27
13
13
15
15
16
17
20
21
24
28

## Conceptos importantes

**Créditos de Carbono:** son reducciones certificadas de emisiones de gases de efecto invernadero. Los bonos de carbono son un mecanismo internacional de descontaminación para reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente; es uno de los tres mecanismos propuestos en el Protocolo de Kioto para la reducción de emisiones causantes del calentamiento global o efecto invernadero.

**Calentamiento Global:** es el aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra debido a las actividades humanas.

**Cambio Climático:** es un cambio en la distribución estadística de los patrones meteorológicos durante un periodo prolongado de tiempo que pueden ir desde décadas a millones de años.

**Carbono Neutral:** es el balance entre la cuantificación de las emisiones y las acciones de reducción y remoción/compensación de gases efecto invernadero.

**Dióxido de Carbono Equivalente (CO<sub>2</sub>e):** es una medida universal de medición en toneladas utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases con efecto invernadero.

**Efecto Invernadero:** es la subida de la temperatura de la atmósfera que se produce como resultado de la presencia en la atmósfera de gases de origen natural, principalmente dióxido de carbono.

**Gases de Efecto Invernadero:** son los gases cuya presencia en la atmósfera contribuye al efecto invernadero. Estos gases son: el vapor de agua  $(H_2O)$ , el dióxido de carbono  $(CO_2)$ , el metano  $(CH_4)$ , los óxidos de nitrógeno (NOx), el ozono  $(O_3)$  y los clorofluorocarbonos (CFC).

**Gestión de la Huella de Carbono:** Es una práctica concreta, medible y comparable en el tiempo, que permite mejorar el desempeño climático del sistema de actividades productivas, buscando des- conectar el crecimiento económico de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Huella de Carbono:** es el inventario o cuantificación de todas las emisiones de GEI y captura de dióxido de carbono (CO2) en un determinado ámbito y tiempo.

**Jerarquía de Mitigación:** Es una herramienta que guía a los usuarios en el proceso de planificación y gestión de la huella de carbono.

**Mercado voluntario de carbono:** comprende a todas las transacciones de créditos de carbono que no están regidas por una obligación regulatoria de cumplir con una meta de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

### 1. INTRODUCCIÓN

El Perú, como otros países de la región, viene experimentando los efectos directos del cambio climático, con sequías, deshielos, inundaciones y fenómenos climáticos extremos. Como consecuencia el gobierno, el sector privado y la sociedad civil vienen ampliando sus compromisos de acción climática, con la finalidad de mitigar las emisiones de carbono que genera el país e impulsar, una actividad económica baja en emisiones de carbono.

Como resultado de los efectos del cambio climático, nuevas regulaciones y estándares de comercio internacional y turismo son impulsadas por los países signatarios del Acuerdo de Paris y organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para el Clima, Organización Mundial del Turismo y la Organización Mundial del Comercio.

En el sector de turismo, la acción climática se hace cada vez más visible a través de la participación de destinos, empresas y turistas, en iniciativas globales como One Planet, Tourism Declares a Climate Emergency, el Pacto Global de Alcaldes por el Clima, y ForestFriends. Como parte de este proceso, se incorpora la gestión de la huella de carbono, como factor determinante para reconocer, y poner en marcha medidas de mitigación que permitan la descarbonización de los servicios turísticos.

La gestión de la huella de carbono es, por lo tanto, la practica fundamental para lograr desacoplar el crecimiento de la actividad turística, del crecimiento de las emisiones de carbono. Es, por lo tanto, un factor estratégico de competitividad del turismo, principalmente como elemento de sostenibilidad climática que agrega valor, y contribuye con la recuperación de la crisis generada por el COVID-19.

En las palabras de Jose Koechlin, presidente de Inkaterra "la neutralidad en carbono, es una nueva variable económica, que se hace aún más relevante para el Perú en este período de reactivación de la actividad turística".

En el Perú, de acuerdo con GreenInitiative, se estima que cerca del 5% del total de emisiones están relacionadas al turismo. Estos hechos, revelan la importancia del compromiso del sector de turismo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Principalmente con los objetivos 12 (Producción y Consumo Responsable) y el Objetivo 13 (Acción Climática), que promueve la mitigación de la huella de carbono a través de la compensación y reducción de emisiones.

Así mismo, distintas investigaciones señalan que las ciudades generan cerca del 70% de las emisiones de carbono relacionadas con el consumo de energía. En ese sentido, son las ciudades importantes actores clave para hacer lucha frente al desafío del cambio climático.

La Municipalidad Distrital de Machu Picchu se ubica en la provincia de Urubamba en la región Cusco. Machu Picchu tiene como capital al centro poblado de Machu Picchu Pueblo, el cuál es el único centro urbano del distrito y en donde se desarrolla como principal actividad económica el turismo, ello debido a su cercanía al Santuario Histórico de su mismo nombre.

Por ello y lo anteriormente mencionado, la Municipalidad Distrital de Machu Picchu, tomo la decisión de integrar la acción climática, a su estrategia de reactivación económica y desarrollo sostenible de largo plazo.

El alcance de la certificación carbono neutral ofrecida por GreenInitiative, representa por lo tanto un hito estratégico en la gestión pública municipal, así como, un impulso de alto impacto internacional para la recuperación de la actividad turística.

El ciclo de certificación carbono neutral de la Municipalidad Distrital de Machu Picchu se ejecutó entre febrero – junio de 2021. Durante este período, se cumplió con el proceso formado por cuatro pasos, siendo estos:

- (i) Estudio de la huella de carbono: el estudio fue realizado cubriendo el periodo 2019 y 2020, posibilitando de esta forma la comparación entre dos momentos diferentes, el primero teniendo a Machu Picchu en plena operación con cerca de 1,5 millones de turistas y el segundo, ya en plena crisis COVID-19, con apenas 270 mil de turistas.
- (ii) Compensación de las emisiones en el ámbito de alcance: La compensación de emisiones de carbono, se realizó cubriendo la totalidad de emisiones generadas en 2020, (alcance 1). El proyecto de compensación escogido fue el liderado por BAM (Bosques Amazónicos), una iniciativa reconocida internacionalmente cuyo propósito es promover la conservación de los bosques, a través de una propuesta de conservación y manejo sostenible, con destaque para la extracción de la castaña.
- (iii) Compromiso climático de Machu Picchu y validación del proceso por el programa Carbon Neutral Now de las Naciones Unidas: Como parte del ciclo de certificación, se procedió con la formalización del compromiso climático de la Municipalidad Distrital de Machu Picchu a través de carta enviada junto con el dossier técnico para revisión y aceptación de la organización de las Naciones Unidas para el Clima (UN-Climate). El 07 de julio de 2021, se confirmó la aceptación de la Municipalidad Distrital de Machu Picchu en el programa.
- (iv) Certificación carbono neutral: Habiendo alcanzado los resultados anteriores, nómadamente: (a) realización del estudio de huella de carbono; (b) compensación de emisiones con créditos de carbono; (c) formalización del compromiso climático y, (d) reconocimiento por parte de UN-Climate, la empresa GreenInitiative, procede con la emisión del certificado Carbono Neutral, el mismo que tendrá validez hasta el 24 de julio de 2022.

### 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Impulsar la gestión de la huella de carbono en la administración pública de la Municipalidad Distrital de Machu Picchu, posibilitando que, a través de la ejecución de acciones de mitigación, se alcance la certificación Carbono Neutral y se impulse una programación de trabajo que catalice la recuperación económica y el desarrollo sostenible del destino turístico.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

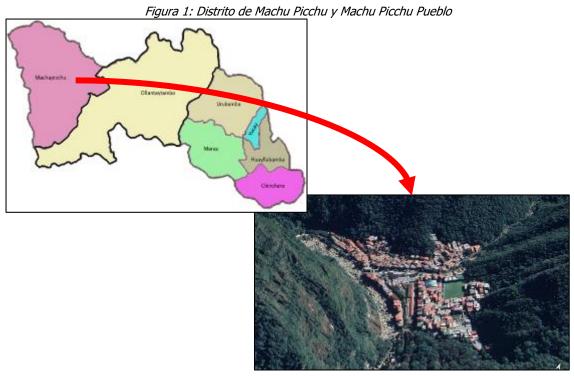
- Realizar el inventario de gases de efecto invernadero (GEI) o huella de carbono del distrito de Machu Picchu, identificando las principales fuentes de emisión de GEI y cuantificando sus emisiones para los años 2019 y 2020.
- Ofrecer recomendaciones para mitigar o reducir la huella de carbono encontrada para posteriores años.
- Elaborar una herramienta que permita calcular a lo largo del tiempo la huella de carbono del distrito de Machu Picchu, reforzando la capacidad local para ejecutar la gestión de la huella de carbono, de forma continua y proactiva.

### 3. ASPECTOS GENERALES

En la siguiente sección se describen aspectos generales sobre el área o espacio geográfico y las actividades que se consideran en este primer ejercicio de cálculo de huella de carbono y por tanto las principales actividades que en esta se desarrollan.

### 3.1. DISTRITO DE MACHU PICCHU

Machu Picchu es un distrito que se ubica en la provincia de Urubamba, región Cusco ubicada al sur del Perú. El distrito tiene como capital a Machu Picchu Pueblo, la cual es la única área urbana ubicada en el distrito. Esta se encuentra en la región yunga-fluvial, a una altitud de 2040 metros sobre el nivel del mar. Está situada a orillas del río Urubamba, en la desembocadura de los ríos Aguas Calientes y Alcamayo.



La ciudad de Machu Picchu Pueblo (anteriormente denominada como Aguas Calientes) es la principal vía de acceso al Santuario Histórico de Machu Picchu, la ciudad inka o Llaqta. Machu Picchu está rodeado de montañas cubiertas de abundante vegetación, propia de la región de la selva alta.



Fuente: https://www.getyourguide.es/machu-picchu-l1570/

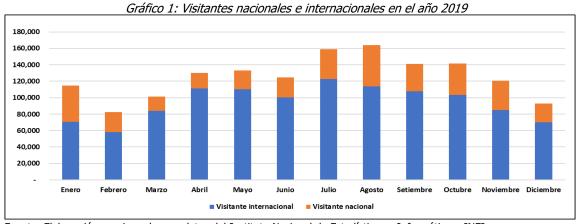
Antes de la entrada a la Llagta se desarrollan actividades económicas (comercio y hotelería) y de control y registro de los asistentes, las mismas que generan también emisiones de GEI y que no se ubican en Machu Picchu Pueblo.

### 3.1.1. Población

Machu Picchu Pueblo tiene (al año 2020) una población de 4,164 habitantes, habiendo decrecido, respecto al 2019, año en que contó con 5,671 habitantes debido a la baja actividad turística generada por la emergencia sanitaria como consecuencia del COVID-19.

### 3.1.2. Actividades económicas y el turismo como motor de la economía

Machu Picchu Pueblo es el paso obligado para todo turista nacional e internacional que desee visitar el santuario histórico de Machu Picchu, al ser una de las siete maravillas del mundo. En el año 2019 por ejemplo, la ciudad recibió la visita de 1,505,431 turistas entre nacionales e internacionales, teniendo la mayor cantidad de visitas en el mes de agosto y la menor cantidad de visitas en el mes de febrero.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Instituto Nacional de Estadísticas e Informática – INEI

En el año 2020 la actividad turística se vio interrumpida por el COVID 19, teniéndose una importante caída de dicha actividad que se mantiene hasta hoy. En 2020, la ciudad recibió la visita de 269,576 turistas. En este año las actividades se dieron normalmente hasta aproximadamente la quincena de marzo y de allí se detuvo totalmente hasta el mes de octubre. Las actividades turísticas retornaron a partir de noviembre y entre este mes y diciembre hubo una mayor actividad de turismo nacional.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Cámara Nacional de Turismo – CANATUR

### 3.1.3. Iniciativas ambientales

En la ciudad de Machu Picchu Pueblo se vienen implementando distintos esfuerzos en favor del ambiente y por tanto de sus ciudadanos y visitantes. Entre las principales iniciativas podemos mencionar:

Pirólisis de residuos sólidos. - En el año 2019 se instaló una Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos, que tiene la capacidad de procesar a través de pirólisis (descomposición química a altas temperaturas en ausencia de oxígeno) ocho toneladas de residuos al día para generar bio-carbón, un fertilizante natural que ayudará a la reforestación del bosque de nubes andino y contribuirá con la productividad agrícola en Machu Picchu. Esta iniciativa ha sido realizada gracias al trabajo conjunto de Grupo Aje, Inkaterra y la Municipalidad Distrital de Machu Picchu.

Como beneficios, esta tecnología innovadora contribuye a la agricultura de alta montaña tradicional y ayuda también en la restauración del bosque de nubes andino en Machu Picchu". Además, la pirólisis, al aprovechar residuos sólidos orgánicos, evita que estos lleguen a un relleno sanitario. Por lo anterior estos residuos no se descompondrán y evitarán la generación de metano, un GEI 21 veces equivalente al dióxido de carbono. Esta actividad genera puestos de trabajo.



Figura 3: Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos

ii) Compactación\_de residuos sólidos. – Acción que consiste en la reducción del volumen de los residuos generados a través de su compactación, específicamente el plástico: Polietileno Tereftalato (PET). Esta acción ayudó a evitar que Machu Picchu ingrese a la lista de patrimonios en riesgo de las UNESCO. Actualmente, se procesan 14 toneladas diarias de plástico PET en esta planta.

Esta iniciativa ha sido realizada gracias al trabajo conjunto de Grupo Aje, Inkaterra hoteles y la Municipalidad Distrital de Machu Picchu quienes instalaron una Planta Compactadora en el año 2017.



Como beneficios, al reducirse el volumen ocupado por los residuos, se favorece a una mejor gestión para su transporte hacia su destino final. En el caso del plástico PET, este es reciclable y se transporta para este fin. Esta actividad genera puestos de trabajo.

iii) Plantación de árboles. - En los años 2019 y 2020, a través del SERNANP, se sembraron 178,087 y 112,196 árboles respectivamente. Se han plantado especies de árboles típicos que corresponden al ecosistema de bosque de nubes. Esto se realiza en el marco de la campaña: "Un millón de árboles para Machu Picchu y su zona de amortiguamiento", liderada por SERNANP y con el apoyo de la Municipalidad Distrital de Machupicchu y empresas del sector privado como Inkaterra y el Grupo AJE.



Como beneficios, se están recuperando espacios que han sido degradados por los incendios forestales, los cambios en el uso de suelos o que han sufrido de algún fenómeno natural. Además, Los árboles son importantes porque son sumideros de carbono, generan oxígeno purificando el aire, evitan la erosión de los suelos, propician la conservación de la biodiversidad, entre otros.

iv) Producción de biodiesel. – En el año 2018 se instaló con el apoyo del Grupo Aje, una planta de Transformación de Aceite en Biodiesel y Glicerina. Esta planta aprovecha los

aceites vegetales residuales generados en los distintos establecimientos comerciales para con los mismos producir biodiesel y glicerina.

Figura 6: Planta de Transformación de aceites



Como beneficios se está evitando la posible contaminación de cuerpos de agua tales como ríos. El biodiesel se utiliza con fines energéticos (caldera) por Inkaterra en un hotel fuera de Machu Picchu Pueblo, reduciendo de forma importante las emisiones de GEI en esa fuente (aproximadamente 10%). La glicerina se utiliza para fines de limpieza de pisos en la Municipalidad de Machu Picchu.

### EL INVENTARIO DE GEI O HUELLA DE CARBONO DE UNA CIUDAD

En las ciudades se generan importantes cantidades de emisiones de GEI debido a las distintas actividades que realiza su población y las actividades económicas, deportivas, culturales, etc. que en esta se desarrollan. El desarrollo y crecimiento de las ciudades viene acompañado de un aumento en la demanda energética, la mayor generación de residuos sólidos u otras actividades que traen impactos negativos en el clima, ambiente y sociedades.

La huella de carbono de una ciudad permite identificar las fuentes de emisión de GEI que posee y como estas contribuyen a la totalidad de emisiones que esta genera. Este inventario de emisiones es un instrumento clave para la gestión climática puesto que permite identificar luego hacia dónde dirigir esfuerzos para mitigar o reducir sus emisiones de GEI.

En el caso de un destino turístico como Machu Picchu, la identificación de la huella de carbono y su posterior gestión, tiene un papel aún más importante en el sentido que los impactos de la ciudad en el clima tienden a ser mayores, esto debido a la presión al consumo adicional energético y generación de residuos diversos, que resultan por la visita de turistas. En el caso en particular de destinos turísticos, la gestión de la huella, representa además un tema de competitividad y desarrollo sostenible que es cada vez más exigido por la demanda.

### 3.2.1. Conceptos generales

### Cambio climático

El cambio climático es un problema global que consiste en la variación anómala que está presentando el clima a nivel mundial. Esta variación se genera debido al desarrollo de actividades antropogénicas o humanas, las mismas que cuando se realizan liberan a la atmosfera un grupo de gases llamados gases de efecto invernadero los mismos que son los causantes de este problema.

Los principales efectos del cambio climático son los siguientes:

- Incremento de temperaturas
- Cambios en los patrones de lluvias
- Aumento de seguias y olas de calor
- Mayor frecuencia de desastres naturales (inundaciones, huracanes, etc.)
- Aumento de los niveles del mar
- Retroceso de los glaciares
- Pérdida de biodiversidad
- Incremento de enfermedades por mayor propagación de vectores.

### Gases de efecto invernadero

El sol emite radiación que llega a la superficie terrestre y en parte es reflejada fuera de la atmósfera. Los gases de efecto invernadero son aquellos que tienen la propiedad de absorber el calor que es reflejado por la superficie terrestre, reteniéndolo y generando el calentamiento de la atmosfera y por tanto una serie de efectos adversos en el ambiente y sociedades.

### Huella de carbono

Es el inventario o cuantificación de todas las emisiones de GEI y captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en un determinado ámbito y tiempo. Por lo anterior es que existen distintos tipos de huella de carbono, teniéndose entre otras, las siguientes:

- Huella de carbono corporativa
- Huella de carbono de ciudad/país
- Huella de carbono de producto
- Huella de carbono de evento

### Potencial de calentamiento global

Es una medida relativa de cuánto calor puede ser atrapado por un determinado GEI, en comparación con el CO<sub>2</sub> que es tomado como referencia al ser el principalmente emitido. Los PCG son determinados periódicamente por especialistas del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en distintos reportes de evaluación (AR por sus siglas en inglés). Para este inventario se considerarán los PCG correspondientes al segundo reporte de evaluación del IPCC (AR2) por ser los que se usan en los inventarios nacionales de GEI.

### Fuentes de emisión de GEI

Son todas aquellas fuentes que debido a sus actividades son propensas a generas emisiones de gases de efecto invernadero. Las fuentes de emisión provienen de las siguientes categorías:

Energía

- Procesos industriales y uso de productos
- Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo
- Residuos

### Mitigación del cambio climático

Es el conjunto de acciones que, una vez implementadas, logran reducir las emisiones de GEI frente a un escenario habitual. Pueden ser acciones que reducen las emisiones de GEI de una fuente específica o que generan la captura de  $CO_2$ .

### 3.2.2. Estándares y documentos técnicos utilizados

Para realizar el presente estudio se siguieron los métodos y principios de cálculo y reporte que figuran en el Protocolo de GEI a escala comunitaria y las Directrices para la elaboración de inventarios nacionales de GEI. En ambos documentos se señalan que es necesario cumplir con cinco principios, los cuales permitirán que los resultados obtenidos puedan ser comparados en el tiempo y verificados por terceras partes. Estos principios son los siguientes:

- i) <u>Relevancia</u>: Las emisiones de GEI informadas deberán reflejar de manera apropiada las emisiones resultantes de las actividades y los patrones de consumo de la ciudad. El inventario también servirá para la toma de decisiones de la ciudad, tomando en consideración las normas locales, subnacionales y nacionales. Este principio aplica al seleccionar las fuentes de datos y determinar y priorizar las mejoras para la recolección de datos.
- ii) <u>Exhaustividad</u>: Las ciudades deben informar todas las fuentes de emisión que estén dentro del límite del inventario. Cualquier omisión de fuente de emisión deberá justificarse y explicarse con claridad. Las claves de notación deberán usarse cuando una fuente de emisión se omite y/o no sucede dentro de la ciudad (ver tabla 10).
- iii) <u>Coherencia</u>: El cálculo de emisiones debe ser coherente en el enfoque, el límite y la metodología. El uso de metodologías coherentes para calcular las emisiones de GEI permite una documentación significativa del cambio en las emisiones a través del tiempo, el análisis de tendencias y las comparaciones entre las ciudades. Cualquier desviación de las metodologías preferidas deberá presentarse y justificarse.
- iv) <u>Transparencia</u>: Los datos de actividad, los factores de emisión y las metodologías de contabilidad requieren de una documentación adecuada y bien referenciada para permitir la verificación. La información debe ser suficiente para permitir que quienes revisan esta información puedan utilizar las mismas fuentes de datos y obtener los mismos resultados. Todas las omisiones deben identificarse, reportarse y justificarse con claridad.
- v) <u>Precisión</u>: El cálculo de las emisiones de GEI no deberá exagerar ni minimizar la verdadera cantidad de emisiones de GEI. La exactitud debe ser tal que asegure de manera razonable a los que toman decisiones y al público la integridad de la información reportada.

Una breve descripción de los estándares utilizados se presenta a continuación:

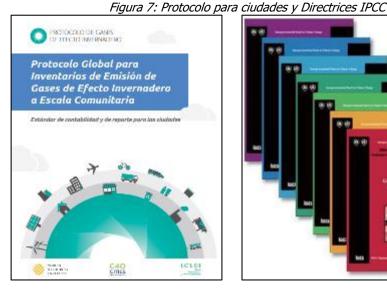
### a) Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. Estándar de contabilidad y de reporte para las ciudades. - GHG Protocol

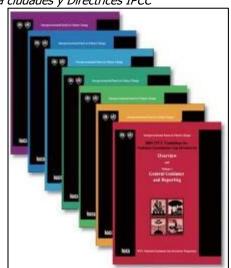
Este protocolo es uno de los estándares creado por el Protocolo de GEI (GHG Protocol), que es una institución especializada en generar estándares y herramientas para el reporte y medición de los distintos inventarios de GEI y proyectos de reducción de emisiones de GEI. Los estándares producidos son trabajados principalmente por sus fundadores: World Resources Institute (WRI) y el World Buisness Council for Sustainable Development (WBCSD) aunque en este estándar participaron instituciones especializadas en la gestión de GEI en ciudades, estas son: ICLEI - Local Governments for Sustainability y C40.

Este estándar presenta los principios de contabilidad y de reporte a tener en cuenta, permite definir los límites y cuantificar las emisiones de GEI según sectores y da pautas para el cálculo y reporte. La aplicación de este estándar permite a Machu Picchu la comparación de sus resultados con otros destinos turísticos, además de posibilitar que, cuando se realicen otros estudios, la información pueda ser comparada.

### b) <u>Directrices para la elaboración de inventarios nacionales de GEI - IPCC</u>

Esta es una serie de documentos técnicos, elaborado por el Panel Intergubernamental sobre cambio climático (IPCC), que indica los principios generales que deben tener los inventarios nacionales de GEI además de presentar distintas medidas de cálculo para las distintas fuentes de emisión de GEI según sectores.





### 4. PROCESO METODOLÓGICO

A continuación, se describen y en orden cronológico las actividades seguidas para realizar el cálculo y el presente reporte de huella de carbono.

### 4.1. LÍMITES Y ALCANCES DEL INVENTARIO

La presente huella de carbono ha tomado como <u>límites territoriales</u> al Distrito de Machu Picchu, el mismo que por su particularidad considera principalmente las emisiones de GEI que se generan tanto en la ciudad de Machu Picchu Pueblo y la ciudad inca o Llaqta.



Figura 8: Límites territoriales

Para los <u>límites temporales</u>, se han considerado 2 periodos de 1 año, los que corresponden a 2019 y 2020 respectivamente. Esta decisión se hizo teniendo en cuenta que, en 2019, el destino Machu Picchu recibió cerca de 1,5 millones de turistas, por lo tanto, se encontraba en plena operación, ya en 2020, como consecuencia de la crisis del COVID 19, la actividad turística prácticamente estuvo parada por completo, habiendo recibido cerca de 269,6 mil turistas. Esta grande discrepancia entre los periodos, ofreció la oportunidad de reconocer dos situaciones muy distintas posibilitando que Machu Picchu pueda poner en marcha medidas concretas que permitan que la reactivación del turismo, se desacople del aumento de emisiones.

Los <u>GEI considerados</u> son el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), el metano ( $CH_4$ ) y el óxido nitroso ( $N_2O$ ), los mismos que se generan en las fuentes de emisión de GEI identificadas. El potencial de calentamiento global para el metano y el óxido nitroso son 21 y 310 respectivamente, esto por ser los valores que se utilizan en los inventarios nacionales de GEI y que corresponden al segundo reporte de evaluación del IPCC.

Respecto a los <u>alcances</u>, y de acuerdo con las indicaciones de los estándares anteriormente señalados (ver sección 3.2.2.), así como la recomendación de la iniciativa de las Naciones Unidas Race to Zero Campaign, se consideraron los alcances 1, 2 y 3. Una breve descripción de los mismos y las fuentes de emisión de GEI según cada uno de ellos se presentan a continuación:

Tabla 1: Alcances y fuentes de emisión de GEI consideradas

Alcance	Descripción	Fuentes de emisión de GEI	
	Emisiones de GEI provenientes de		
Alcance	fuentes situadas dentro de los límites	- Consumo de leña	
1	de la ciudad.	- Consumo de combustible por	
		buses.	

Alcance	Descripción	Fuentes de emisión de GEI	
		- Consumo de combustible por	
		trenes.	
Alcance 2	Emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización de energía, calor, vapor y/o refrigeración suministrados en red dentro de los límites de la ciudad.	- Consumo de electricidad.	
Alcance 3	El resto de las emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la ciudad, como resultado de las actividades que tienen lugar dentro de los límites de la ciudad.	<ul><li>Consumo de combustible por trenes.</li><li>Descomposición de residuos sólidos.</li></ul>	

Fuente: Elaboración propia en base a Protocolo de GEI a escala comunitaria

Es importante señalar que, para el transporte terrestre, se siguió el enfoque geográfico, el mismo que contabiliza las emisiones del transporte en el ámbito o dentro de los límites de la ciudad. Bajo este enfoque no habría emisiones del alcance 3.

### 4.2. MARCO SEGÚN LA CIUDAD

Para la ciudad en evaluación se ha considerado optar en este primer ejercicio por el nivel **BÁSICO**. Es decir, considera las fuentes de emisión de GEI de los siguientes sectores:

- ✓ Energía (fuentes estacionarías)
- ✓ Energía (fuentes móviles)
- ✓ Consumo de electricidad
- ✓ Descomposición de los residuos sólidos.

No se incluyen en el presente inventario las emisiones de GEI del nivel BASIC +, es decir de los siguientes sectores:

- Procesos industriales
- × Agricultura
- Usos del suelo y cambio de usos
- Pérdidas por transmisión y distribución de la electricidad

Cabe resaltar que las emisiones de GEI del nivel básico son las más representativas en el distrito de Machu Picchu puesto que en este no hay actividad industrial y se realiza baja actividad agrícola. Algo que si sería importante contabilizar, cuando se disponga mayor información, es la cantidad de carbono (CO<sub>2</sub>) que es capturado por la vegetación y árboles existentes en todo el distrito, lo mismo que ayudaría en la reducción de la huella carbono.

La lógica seguida para considerar estos límites, alcances y marco de la ciudad es que en el distrito de Machu Pichu la ciudad principal y única ciudad urbana es Machu Pichu Pueblo, existen además pequeñas comunidades rurales como Ccollpani y Mesada en las que se realizan actividades de agricultura y ganadería, las mismas que además de ser marginales, no se consideran en el enfoque de ciudad seguido para el presente inventario (básico).

### 4.3. FUENTES DE EMISIÓN DE GEI CONSIDERAS

Una breve descripción de las fuentes de emisión de GEI consideradas, las mismas que fueran señaladas en la tabla 1, se presentan a continuación, pero con mayor detalle:

### 4.3.1. Fuentes de emisión de GEI del alcance 1

- i. Consumo de gas licuado de petróleo (GLP). en esta fuente se consideran a las emisiones de GEI generadas por el consumo de GLP con fines energéticos, es decir que se da principalmente para fines de cocción tanto en el sector residencial como comercial (restaurantes, hoteles y bares).
   El GLP es usado también para la actividad de pirólisis que aprovecha los residuos orgánicos, específicamente durante la etapa del secado de dichos residuos para producir biocarbón (biochar).
- ii. Consumo de leña. en esta fuente se consideran las emisiones generadas por el uso de leña con fines energéticos. Principalmente se consume en el sector comercial (restaurantes) para fines de cocción, aunque también es utilizada en menor cantidad para la generación de calor en chimeneas del sector hotelero.
- iii. Consumo de combustible por buses. en esta fuente se considera al diesel (DB5) consumido por los buses que transportan a las personas desde Machu Picchu Pueblo a la Llaqta y viceversa.
- iv. Consumo de combustible por trenes. esta fuente contabiliza las emisiones de GEI generadas por el consumo de diesel (DB5) por los trenes que transportan principalmente pasajeros, pero además carga/mercancías y residuos sólidos. Las emisiones de GEI consideradas en el alcance 1 son las que se han generado por el transporte dentro del ámbito de Machu Picchu como distrito.

### 4.3.2. Fuentes de emisión de GEI del alcance 2

v. Consumo de electricidad. – en esta fuente se ha considerado a las emisiones de GEI por la electricidad consumida, en el distrito de Machu Picchu, proveniente del sistema eléctrico. Dicha electricidad se consume por todo sector (residencial, comercial y público).

### 4.3.3. Fuentes de emisión de GEI del alcance 3

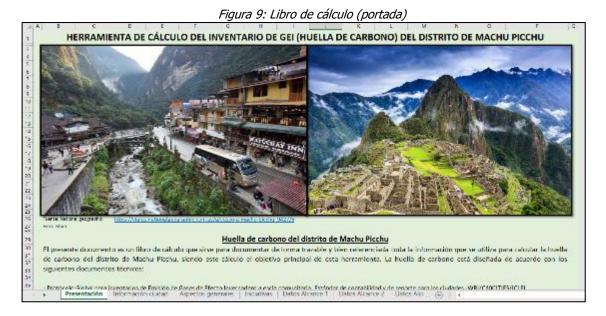
- vi. Consumo de biodiesel producido en Machu Picchu Pueblo. en este caso se consideran las emisiones de GEI que se reducen por el uso del biodiesel (biocombustible) producido en lugar o reemplazo del diesel. Este biocombustible considera sus emisiones de CO2 como neutras puesto que ese carbono proviene de una biomasa que luego capturará ese carbono de a atmosfera y por tanto se considera en equilibrio.
- vii. Descomposición de residuos sólidos. en esta fuente se consideran las emisiones de metano generadas por la descomposición de los residuos sólidos generados en el distrito de Machu Picchu pero que son destinados fuera de este, específicamente en el relleno sanitario Jahuacollay en el distrito de Maras.

### 4.4. ELABORACIÓN DEL LIBRO DE CÁLCULO

Una vez definidos los límites, alcances y marco de la ciudad, además de las fuentes de emisión de GEI identificadas, se procedió con la elaboración del libro de cálculo. Este es un archivo Excel que contiene aspectos generales aquí mencionados, pero además toda la data o información requerida para realizar el cálculo de las huellas de carbono correspondientes a los años 2019 y 2020.

Este libro de cálculo presenta de forma transparente todos los parámetros y factores de emisión utilizados con su debida referencia de manera que permite y facilita su revisión o verificación por terceras partes.

El archivo preparado, denominado: "Libro de cálculo del distrito de Machu Picchu" se presenta como anexo digital al presente informe incluyendo los resultados encontrados.



### 4.5. METODOLOGÍAS DE CÁLCULO

Los métodos seguidos para cuantificar las emisiones de GEI son las que se presentan seguidamente. Los parámetros y factores de emisión utilizados se presentan en el anexo 1.

### 4.5.1. Consumo de GLP

Esta fuente se ha considerado tanto en las actividades de cocción de alimentos (en hogares y sectores comercial y público) y además para el secado de residuos orgánicos durante la actividad de pirólisis.

$$E_{GEI} = C_{comb,i} * VCN_{comb,i} * (FE_{CO2,i} + FE_{CH4,i} * PCG_{CH4} + FE_{N20,i} * PCG_{N20})$$

### Dónde:

E<sub>GEI</sub>: Emisiones de GEI por la quema de combustibles. C<sub>comb,i</sub>: Consumo de combustible i (gal, m3, kg, etc.)

VCN<sub>comb,i</sub>: Valor calórico neto del combustible i (TJ/gal, m3, kg)
FE<sub>comb,i</sub>: Factor de emisión de CO2, CH4 y N2O del combustible i
PCG <sub>CH4, N2O</sub>: Potencial de calentamiento global de CH4 y de N2O

### i:

### 4.5.2. Consumo de leña

En esta fuente se consideran las emisiones de GEI que se consideran por el consumo de leña para fines energéticos. El principal uso es para actividades de cocción, pero además se utiliza para la generación de calor en establecimientos comerciales de tipo hospedaje.

Dónde:

E<sub>GEI</sub>: Emisiones de GEI por la quema de leña.

C<sub>leña</sub>: Consumo de leña (kg).

VCN<sub>leña</sub>: Valor calórico neto de la leña (TJ/ kg). fNRB: Fracción de biomasa no renovable.

FE<sub>CO2, CH4, N2O</sub>: Factor de emisión de CO2, de CH4 y de N2O

PCG CH4, N2O: Potencial de calentamiento global de CH4 y de N2O

### 4.5.3. Consumo de combustible por buses y trenes

Los buses y trenes que operan transportando pasajeros, mercancías y residuos en el área de estudio consumen todos diesel-B5. Este es un combustible compuesto por una mezcla de 95% de diesel y 5% de biodiesel. Por ese motivo su modo de cálculo incluye la suma o agregación de las emisiones por dicha mezcla.

Ecuación 3: Emisiones de GEI por consumo de diesel – B5 (diesel + biodiesel)  $E_{GEI} = C_D * VCN_D * (FE_{CO2,D} + FE_{CH4,D} * PCG_{CH4} + FE_{N2O,D} * PCG_{N2O})$   $+ C_{Bd} * VCN_{Bd} * (FE_{CH4,Bd} * PCG_{CH4} + FE_{N2O,Bd} * PCG_{N2O})$ 

Dónde:

E<sub>GEI</sub>: Emisiones de GEI por la guema de combustibles.

C<sub>D</sub>: Consumo de diesel, gal

VCN<sub>D</sub>: Valor calórico neto del diesel, TJ/gal
FE<sub>CO2,D</sub>: Factor de emisión de CO2 del diesel
FE<sub>CH4,D</sub>: Factor de emisión de CH4 del diesel
PCG <sub>CH4</sub>: Potencial de calentamiento global de CH4
FE<sub>N2O,D</sub>: Factor de emisión de N2O del diesel

PCG<sub>N2O</sub>: Potencial de calentamiento global de N2O

C<sub>BD</sub>: Consumo de biodiesel, gal

VCN<sub>BD</sub>: Valor calórico neto del biodiesel, TJ/gal FE<sub>CH4,BD</sub>: Factor de emisión de CH4 del biodiesel FE<sub>N2O,D</sub>: Factor de emisión de N2O del diesel

### 4.5.4. Consumo de electricidad

En esta fuente se consideran las emisiones de GEI que se generaron debido al consumo de electricidad obtenido del Sistema Eléctrico Interconectado nacional (SEIN), es decir según la matriz de generación utilizada cada año de estudio.

### $E_{GEI} = C_{elect} * FE_{gen\_elect}$

Dónde:

E<sub>GEI</sub>: Emisiones de GEI por consumo de electricidad del SEIN.

C<sub>elect</sub>: Consumo de electricidad del SEIN.

FE<sub>qen\_elect</sub>: Factor de emisión por generación de electricidad del SEIN.

### 4.5.5. Consumo de biodiesel

El biodiesel producido en Machu Picchu Pueblo, que aprovecha los residuos de aceites vegetales es utilizado con fines energéticos fuera de la ciudad. Su consumo reduce emisiones de CO<sub>2</sub> debido a ser carbono que proviene de biomasa, el cual se asume está en equilibrio o que al quemarse volverá a formar parte de las plantas que producen los aceites vegetales.

Ecuación 5: Emisiones de GEI por consumo de biodiesel

 $E_{GEI} = - (BD_{Prod} * VC_{NBD} * FE_{CO2})/1000$ 

Dónde:

E<sub>GEI</sub>: Emisiones de GEI por consumo de biodiesel (ton).

BD<sub>Prod</sub>: Biodiesel producido.

VCN<sub>BD</sub>: Valor calórico neto del biodiesel

FE<sub>CH4,BD</sub>: Factor de emisión de metano del biodiesel FE<sub>N2O,BD</sub>: Factor de emisión de óxido nitroso del biodiesel PCG<sub>CH4,N2O</sub>: Potencial de calentamiento global de CH<sub>4</sub> y de N<sub>2</sub>O

### 4.5.6. Descomposición de residuos sólidos

Los residuos sólidos, específicamente los residuos orgánicos, pueden generar importantes emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) según como estos se manejan y donde se disponen. El cálculo del metano liberado depende de distintas variables, por ello la metodología seguida se explica en las ecuaciones a continuación.

Ecuación 6: Potencial de generación de metano  $L_o = DDOC_m * F * 16/12$ 

Dónde:

L<sub>o</sub>: Potencial de generación de metano

DDOC<sub>m</sub>: Masa del carbono orgánico degradable depositado, Gg

F: Fracción de CH<sub>4</sub> en el gas de vertedero generado (fracción de

volumen)

16/12: Coeficiente del peso molecular (CH4/C)

Ecuación 7: Masa del carbono orgánico degradable

DDOC<sub>m</sub> = W \* DOC \* DOC<sub>f</sub> \* MCF

Dónde:

DDOC<sub>m</sub>: Masa del carbono orgánico degradable depositado, Gg

W: Masa de los desechos depositados, Gq

DOC: Carbono orgánico degradable durante el año de deposición,

fracción, Gg de C/Gg de desechos.

DOC<sub>f</sub>: Fracción del DDOC que puede descomponerse (fracción)

MCF: Factor de corrección del CH<sub>4</sub> para la descomposición aeróbica

durante el año de deposición (fracción).

Ecuación 8: Carbono orgánico degradable (fracción)

DOC = 0.4x%RPC + 0.20\*%RDJyP + 0.15x%RRA + 0.43x%RMyP

Dónde:

DOC: Carbono orgánico degradable durante el año de deposición,

fracción, Gg de C/Gg de desechos

RPT: Residuos de papel y cartón
RDJyP: Residuos de jardín y parques
RRA: Residuos de restos de alimentos
RMyP: Residuos de madera y paja

# 4.6. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN (DATA DE ACTIVIDAD) Y CONTROL DE CALIDAD

A continuación, se detalla y describe la información o niveles de actividad obtenidos para el cálculo de las presentes huellas de carbono (2019 y 2020).

Los datos de actividad, con los que se trabajaron los cálculos, se presentan por fuente de emisión y su respectivo proveedor.

### 4.6.1. Consumo de GLP

Esta información fue obtenida por la Municipalidad Distrital de Machu Picchu, quienes obtuvieron la información de las ventas de GLP de 2 de los 7 proveedores de GLP en el distrito de Machu Picchu. En base a esto se aproximó las ventas del consumo total por año de interés, trabajando con los datos promedio de los datos obtenidos.

Tabla 2: Consumo de GLP en el distrito de Machu Picchu

Tipo de balón	2019	2020
10 kg	27,300	14,823
45 kg	4,830	2,426
Consumo (kg)	490,350	257,373

Fuente: Elaboración propia en base a datos de municipalidad de Machu Picchu

### 4.6.2. Consumo de leña

La información fue obtenida por la Municipalidad Distrital de Machu Picchu quien a través de encuestas aproximó las cantidades de leña que se consumen por establecimientos comerciales (pizzerías y pollerías).

Tabla 3: Consumo de leña en establecimientos comerciales

Rubro/Año	<b>2019</b> (kg)	<b>2020</b> (kg)
Pollerías	14,400	5,400
Pizzerías	4,380	1,140
Total	18,780	6,540

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Municipalidad de Machu Picchu

### 4.6.3. Consumo de combustible por buses y trenes

Existen dos empresas de trenes (Perú Rail e Inca Rail) que transportan a los pasajeros hacia Machu Picchu Pueblo y de retorno o salida de esta ciudad. Una de estas empresas además transporta cargas y los residuos sólidos generados en la ciudad. Estos trenes se abastecen de combustible diesel - B5.

La información ha sido proporcionada por ambas empresas y se han realizado aproximaciones del combustible consumido para el caso del transporte dentro de los límites del distrito (alcance 1).

Figura 10: Distancias entre terminales del tren y límite del distrito

En base a las distancias comprendidas entre la ubicación de los terminales y el límite territorial del distrito de Machu Picchu se tuvieron los siguientes consumos.

Tabla 4: Consumo de combustible por trenes según año (alcance 1)

Año	2019	2020	
Ano	(gal)	(gal)	
Enero	28,569	32,732	
Febrero	24,386	26,695	
Marzo	29,146	15,951	
Abril	32,527	1,102	
Mayo	35,042	454	
Junio	32,447	507	
Julio	35,322	1,286	
Agosto	38,660	5,716	
Setiembre	35,335	3,199	
Octubre	35,692	3,137	
Noviembre	35,299	9,926	
Diciembre	31,819	10,457	
Total	394,244	111,161	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de empresas Inca rail y Perú rail

### 4.6.4. Consumo de electricidad

En el distrito de Machu Picchu se han consumido 9,699MWh y 5,260MWh en los años 2019 y 2020 respectivamente. Esta información ha sido obtenida del Ministerio de Energía y Minas, específicamente de la dirección General de Electricidad la cual fue obtenida a través de una solicitud formal hecha hacia el ministerio.

Tabla 5: Consumo de electricidad de Machu Picchu

Año	<b>2019</b> (MWh)	<b>2020</b> (MWh)	
Enero	792	784	

Año	<b>2019</b> (MWh)	<b>2020</b> (MWh)
Febrero	751	825
Marzo	695	689
Abril	765	452
Mayo	832	360
Junio	832	338
Julio	876	304
Agosto	829	301
Setiembre	868	279
Octubre	850	278
Noviembre	825	307
Diciembre	785	342
Total	9,699	5,260

Fuente: Ministerio de energía y Minas

### 4.6.5. Producción de biodiesel

Inkaterra cuenta con una planta de transformación de aceites usados. La misma que aprovecha estos aceites residuales convirtiéndolos en biodiesel, un biocombustible que es finalmente aprovechado en sustitución (de forma parcial) al diésel convencional para la operación de una caldera utilizada en el Hotel El Malpi.

La producción de biodiesel se detalla a continuación.

Tabla 6: Producción de biodiesel

Mes/Año	2019	2020
Enero	175	100
Febrero	175	
Marzo	350	
Abril	175	
Mayo	350	
Junio	175	
Julio	175	
Agosto	350	
Setiembre	175	
Octubre	375	
Noviembre	200	
Diciembre	-	
Total	2,675	100

Fuente: Inkaterra

### 4.6.6. Generación caracterizada de residuos sólidos

Los residuos sólidos que se generaron y dispusieron en el relleno sanitario fueron obtenidos de la base de datos del Sistema de Información para la Gestión de los Residuos Sólidos (SIGERSOL). Esto fue consultado y validado con el personal técnico de la municipalidad. Los datos utilizados para los años 2019 y 2020, de se detallan a continuación:

Tabla 7: Residuos sólidos dispuestos

	2019	2020
Tipo de residuo	Dispuesto	Dispuesto
	(t)	(t)
Residuos de alimentos	616	558
Residuos de maleza, poda y maderas	9	12
Otros residuos orgánicos	-	8
Papel (mixto)	42	15
Cartón corrugado	34	22
Vidrio mixto	10	35
Plástico (PET)	30	68
Plástico (Polietileno Alta Densidad)	-	40
Plástico (Polipropileno)	24	-
Otros plásticos	-	16
Tetrabrick	-	13
Lata (hojalata)	40	22
Acero	-	13
Bolsas plásticas	79	19
Papel higiénico, toallas sanitarias,		
pañales	109	44
Pilas	0.2	8
Tecnopor	6	11
Otros	16	9
Total	1,013	913

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SIGERSOL

Adicionalmente se levantó información de los residuos sólidos que fueron generados en el distrito de Machu Picchu pero que no fueron dispuestos en el relleno sanitario, porque estos tuvieron otro tratamiento.

Tabla 8: Residuos sólidos tratados

Tratamiento/tipo de residuo	<b>2019</b> (t)	<b>2020</b> (t)
Compactado (plástico PET)	32.98	1.87
Pirólisis (restos de alimentos)	16.11	18.77

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Municipalidad de Machu Picchu

### 5. RESULTADOS

### **HUELLA DE CARBONO DE AÑO 2019**

### 5.1.1. Emisiones de GEI según fuentes

En el año 2019 se han generado un total de 8,618 tCO₂eq, teniéndose como principal fuente de emisión al consumo de combustibles por trenes, fuente que representa el 44.3% de las emisiones totales. La segunda fuente más importante fue el consumo de electricidad que genera emisiones de GEI en cantidades similares al consumo de GLP y al combustible por los buses.

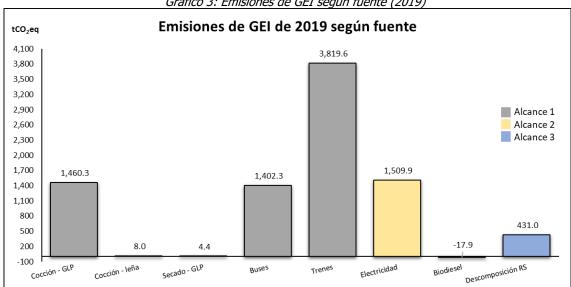


Gráfico 3: Emisiones de GEI según fuente (2019)

### Consumo de GLP

Esta fuente, que contabiliza las emisiones de GEI por la quema del combustible principalmente usado en actividades de cocción de alimentos, pero además para el secado de residuos en el proceso de pirólisis, ha generado en el año 2019 un total de 1,464.7 tCO<sub>2</sub>eq. En este año esta fuente representó el 17% de las emisiones totales de GEI.

### Consumo de leña

Las emisiones de GEI generadas por el consumo de leña, con fines de cocción de alimentos, resultaron en 8 tCO<sub>2</sub>eg, siendo la fuente que genera menores emisiones de GEI. Esta fuente representó apenas el 0.1% de las emisiones totales de GEI en ese año.

No se dispuso información del consumo de leña por hoteles con fines de generación de calor (chimeneas) por lo que estas no fueron finalmente contabilizadas. Es importante señalar que con base a la experiencia se estima que estas emisiones serían muy posiblemente marginales.

### Consumo de combustible por buses y camión baranda

En esta fuente se contabilizaron las emisiones de GEI generadas principalmente por el consumo de combustible de los buses que transportan a los turistas (ida - vuelta) a la Llagta y además el combustible consumido por el pequeño camión baranda que transporta los residuos sólidos dentro de Machu Picchu Pueblo. Las emisiones de GEI generadas resultaron en 1,402.3 tCO₂eq, las que representan un 16.3% del total de las emisiones generadas en 2019.

### Consumo de combustible por trenes

En esta fuente se han considerado las emisiones de GEI de las empresas que transportan pasajeros y otro tipo de carga dentro del distrito de Machu Picchu. En total esta fuente ha generado 3,819.6 tCO₂eq, siendo esta fuente la más importante al representar el 44.3% de las emisiones de GEI en 2019.

### Consumo de electricidad

La electricidad consumida en el distrito de Machu Picchu ha generado un total de 1,509.9 tCO₂eq, estas representaron el 17.5% de las emisiones de GEI.

### Consumo de biodiesel producido

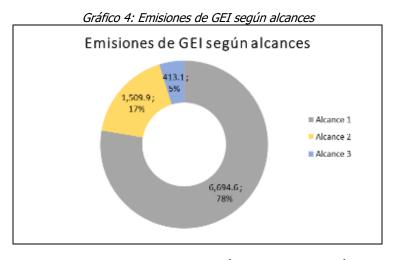
El biodiesel producido en la capital del distrito de Machu Picchu es consumido finalmente fuera del distrito, este remplaza al diesel y por tanto generó una reducción de 17.9 tCO₂eq.

### Descomposición de residuos sólidos

Debido a la degradación de los residuos sólidos que se generaron y dispusieron en el relleno sanitario, en el 2019 se emitieron por esta fuente un total de  $431.0~\text{tCO}_2\text{eq}$ , esto representó el 5.0 % de las emisiones de GEI en ese año. En este año se hubieran emitido realmente  $439.5~\text{tCO}_2\text{eq}$ , sin embargo, debido a la actividad de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante pirolisis (producción de biocarbón), se aprovecharon 16.11~toneladas de residuos orgánicos que evitaron la generación de  $8.5~\text{tCO}_2\text{eq}$ .

### 5.1.2. Emisiones de GEI según alcances

El alcance 1 es el que presenta la mayor cantidad de emisiones de GEI, generando en total 6,694.6 tCO<sub>2</sub>eq y representando este el 77.7% de las emisiones de GEI en 2019, siendo la principal fuente de emisión el consumo de combustible por trenes. Las emisiones del alcance 2 generaron 1,509.9 tCO<sub>2</sub>eq mientras que en el alcance 3 se generaron 413.1 tCO<sub>2</sub>eq, siendo la mayor fuente de emisión la descomposición de residuos sólidos.



5.1.3. Indicadores de las emisiones de GEI según la actividad turística

En el año 2019, visitaron Machu Picchu un total de 1'505,431 turistas entre nacionales e internacionales. En base a este número y a su población se ha estimado que en promedio

y según las fuentes de emisión de GEI consideradas, por cada habitante se emitieron aproximadamente 1.52 tCO<sub>2</sub>eg/poblador.año.

### 5.2. HUELLA DE CARBONO DE AÑO 2020

### 5.2.1. Emisiones de GEI según fuentes

En el año 2020 se han generado un total de 3,320.2 tCO<sub>2</sub>eq, teniéndose como principal fuente de emisión al consumo de combustibles por trenes, fuente que representa el 32.6% de las emisiones totales. Este año, la huella fue substancialmente menor al año anterior, debido a la limitación de la actividad turística, resultado de las disposiciones nacionales para contención del COVID-19.

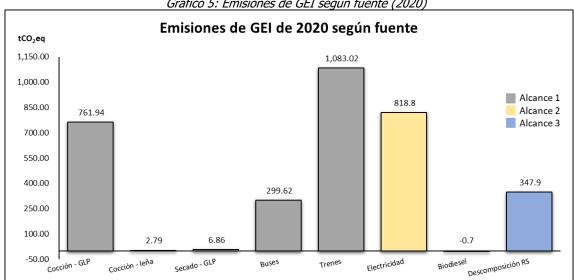


Gráfico 5: Emisiones de GEI según fuente (2020)

### Consumo de GLP

Esta fuente ha generado en el año 2020 un total de 768.8 tCO₂eq. En este año esta fuente representó el 23.2% de las emisiones totales de GEI.

### Consumo de leña

Las emisiones de GEI generadas por el consumo de leña, con fines de cocción de alimentos, resultaron en 2.8 tCO<sub>2</sub>eq, siendo la fuente que genera menores emisiones de GEI. Esta fuente representó apenas el 0.1% de las emisiones totales de GEI en 2020.

No se dispuso información del consumo de leña por hoteles con fines de generación de calor (chimeneas) por lo que estas no fueron finalmente contabilizadas. Es importante señalar que al igual que en 2019, estas emisiones serían marginales.

### Consumo de combustible por buses y camión baranda

Las emisiones de GEI generadas en 2020 por esta resultaron en 299.6 tCO₂eq, las que representan un 9.0% del total de las emisiones generadas en 2020.

### Consumo de combustible por trenes

Esta fuente ha generado 1,083.02 tCO₂eq, siendo esta fuente la más importante al representar el 32.6% de las emisiones de GEI en 2020.

### Consumo de electricidad

La electricidad consumida en el distrito de Machu Picchu ha generado en 2020 un total de 818.8 tCO<sub>2</sub>eq, estas representaron el 24.7% de las emisiones de GEI.

### Consumo de biodiesel producido

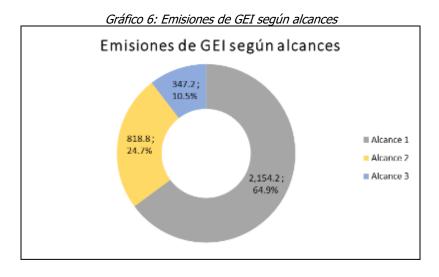
El biodiesel producido en Machu Picchu Pueblo es consumido fuera del distrito, este remplaza al diesel y por tanto generó una reducción de 0.7 tCO<sub>2</sub>eq.

### Descomposición de residuos sólidos

En el año 2020 debido a la descomposición de residuos sólidos se han generado un total de 347.9 tCO<sub>2</sub>eq, esto representó el 10.5% de las emisiones de GEI en ese año. En este año se hubieran emitido realmente 357.8 tCO<sub>2</sub>eq, sin embargo, debido a la actividad de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante pirolisis (producción de biocarbón), se aprovecharon 18.77 toneladas de residuos orgánicos que evitaron la generación de 9.9 tCO<sub>2</sub>eq.

### 5.2.2. Emisiones de GEI según alcances

El alcance 1 es el que presenta la mayor cantidad de emisiones de GEI, generando en total 2,154.2 tCO<sub>2</sub>eq y representando este el 64.9% de las emisiones de GEI en 2020, siendo la principal fuente de emisión el consumo de combustible por trenes. Las emisiones del alcance 2 generaron 818.8 tCO<sub>2</sub>eq mientras que en el alcance 3 se generaron 347.2 tCO<sub>2</sub>eq, siendo la mayor fuente de emisión también el consumo de combustible por trenes.



5.2.3. Indicadores de las emisiones de GEI según la actividad turística

En el año 2020, tal como se mencionó anteriormente, la actividad turística se redujo considerablemente, debido a ello visitaron Machu Picchu un total de 269,6 mil turistas (reducción superior al 80%). Dicha actividad generó que por cada habitante se generen 0.8 tCO<sub>2</sub>eq/poblador.año.

### 5.3. Análisis comparativo de emisiones de GEI (2019 – 2020)

Ha habido grandes diferencias entre las huellas de carbono de 2019 y 2020, esto lógicamente debido a que la actividad turística se vio afectada por las restricciones que se dieron nacionalmente por la emergencia sanitaria. Si comparamos las emisiones de GEI entre ambos años, encontramos que, en 2020, las emisiones se redujeron en un 61.5% respecto a 2019. Si analizamos las emisiones a nivel de alcances, es el alcance 1 el que presenta mayores diferencias, teniéndose una reducción en 2020 de 67.8% respecto a 2019.

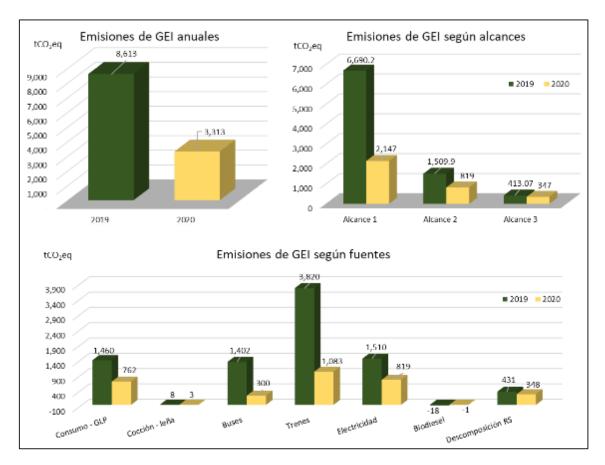
Tabla 9: Emisiones de GEI según fuentes y alcances (2019 – 2020)

Fuente de emisión de GEI	2019 (tCO2eq)	2020 (tCO2eq)	Variación (%)
Consumo - GLP	1,460.3	761.9	47.8%
Cocción - leña	8.0	2.8	65.2%
Buses	1,402.3	299.6	78.6%
Trenes	3,819.6	1,083.0	71.6%
Alcance 1	6,690.2	2,147.4	67.8%
Electricidad	1,509.9	818.8	45.8%
Alcance 2	1,509.9	818.8	45.8%
Biodiesel	-17.9	-0.7	96.3%
Descomposición RS	431.0	347.9	19.3%
Alcance 3	413.1	347.2	15.9%
Total	8,163.2	3,313.4	61.5%

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, si analizamos las fuentes de emisión de GEI, la que posee mayores diferencias entre ambos años es el consumo de combustible por buses, el cual presenta una diferencia de 78.6% y que es una actividad que esta netamente relacionada con la actividad turística. Esta reducción es bastante cercana al consumo de combustible por trenes (71.6%) que también es una actividad altamente relacionada con la turística.

La producción de biodiesel, que es una actividad que genera reducciones de emisiones de GEI al remplazar al diesel, es una actividad que se vio altamente afectada y la reducción de emisiones de GEI obtenida en 2020 disminuyó en 96.3% respecto al 2019.



### 5.4. Claves de notación

En este primer año en que la Municipalidad Distrital de Machu Picchu asume la tarea de levantar y realizar el estudio de huella de carbono del distrito, no ha sido sencillo disponer de información de todas las fuentes de emisión de GEI de forma detallada, más aún cuando esta huella ha sido desarrollada en plena emergencia sanitaria y que requirió datos de actividades económicas que también fueron paralizados por dicha emergencia.

A continuación, se presenta una tabla de notaciones indicando las fuentes de emisión de GEI en las que se han tenido ciertas dificultades y por tanto se da su respectiva descripción.

Tabla 10: claves de notación para fuentes de emisión de GEI

Tabla 10: Claves de Holación para fuentes de emisión de GET				
Fuente de emisión de GEI	Clave de notación	Definición	Explicación	
Consumo de combustible por camión baranda.	IE	Incluida en otro lugar.	El combustible que consume este camión se entregó de forma agregada con el combustible que consumen los buses que transportan los turistas hacia la Llaqta.	
Consumo de leña para calefacción.	NE	No estimada	No se dispuso de información de la cantidad de leña que consumen algunos pocos hoteles en Machu Picchu Pueblo. Las emisiones son marginales de todos modos.	
Consumo de combustible por camión volquete.	NO	No ocurre	El transporte de residuos sólidos, que realiza este camión hasta el relleno sanitario, ocurre fuera del distrito por tanto no es considerado en la contabilidad.	

### 6. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A continuación, se detallan las medidas de mitigación que la Municipalidad Distrital de Machu Picchu viene implementando y que se recomendaría escalar con la perspectiva de ampliar su efecto de mitigación de la huella de carbono.

### 6.1.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN EXISTENTES

El gobierno de Machu Picchu Pueblo viene impulsando la sostenibilidad ambiental del distrito de forma conjunta, con importantes actores del sector público y privado como Inkaterra, el Grupo AJE, SERNANP, Ministerio de Cultura, entre otros. Las acciones que ya ha implementado y contribuyen a la gestión climática son las siguientes:

### Pirólisis de residuos orgánicos

Desde abril de 2019 Machu Picchu Pueblo cuenta con una planta de pirólisis que se encarga de aprovechar los residuos orgánicos convirtiéndolos en un producto denominado biocarbón (biochar). Este producto es un excelente fertilizante, que mejora las propiedades del suelo y además posee una alta capacidad de fijar o absorber dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico, aunque a la fecha se desconocen metodologías precisas para cuantificarlo, su efectividad está siendo ampliamente reconocida por organismos internacionales como la OIEA - Organismo Internacional de Energía Atómica, la Universidad de Cornell, FAO, entre otros.

Los residuos que se aprovechan son específicamente los restos de alimentos, estos finalmente no llegan al relleno sanitario y por tanto evitan la generación de metano (CH<sub>4</sub>) de estos residuos al descomponerse.

El producto generado, que es un claro ejemplo de economía circular, tiene como finalidad ayudar a Machu Picchu en la reforestación de su bosque de nubes andino y favorecer la productividad agrícola.

Cabe precisar que, en la etapa de secado de residuos, se consumen importantes cantidades de GLP, con lo cual se emiten GEI que contrarrestarían a las reducciones indicadas anteriormente.

### Plantado de árboles

A través del SERNANP se vienen realizando constantes acciones de reforestación en el distrito de Machu Picchu. En el 2019 se han logrado plantar 178,087 árboles mientras que en 2020 un total de 112,196. Las especies que se vienen plantando son aquellas que corresponden al ecosistema de bosque nuboso y en las que predominan: polylepis spp., Alnus acuminata, escalonia resinosa, myrsine latifolia, entre otras.

Debido al crecimiento de estos árboles se genera la absorción de CO<sub>2</sub> atmosférico, aunque es relevante señalar que, por la complejidad en el acceso de información esta primera huella de carbono sigue el enfoque de ciudad básico y por ende no se está contabilizando. Sin embargo, se recomienda a la Municipalidad Distrital que en siendo posible, recomiende al SERNANP, realizar la evaluación de compensación de los bosques reforestados, ofreciendo esta información a la municipalidad.

Desde el año 2018, Inkaterra ha instalado una planta de transformación de aceites en biodiesel. Este es otro claro ejemplo de economía circular, al evitarse que se dispongan importantes cantidades de aceites altamente contaminantes y produciendo un biocombustible que al usarse como combustible genera muy bajas emisiones de GEI, aproximadamente las emisiones se reducen en más del 95% si lo comparamos con cualquier combustible fósil. Se recomienda que esta iniciativa sea ampliada con la participación de un número mayor de empresas que reciclen sus aceites vegetales e incorporen el biodiesel a sus alternativas energéticas.

### 6.1.2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS

### a) Mejorar proceso de pirólisis

Actualmente, en el proceso de pirólisis y específicamente en su etapa de secado, se utilizan importantes cantidades de GLP y por tanto se generan elevadas cantidades de GEI por lo que en el balance esta medida no contribuiría con la mitigación del cambio climático.

Por lo anterior, se recomienda que este combustible sea remplazado por una energía limpia o con menor contenido de carbono. Una alternativa para ello sería la utilización del biodiesel que produce inkaterra aprovechando los aceites vegetales residuales.

Es fundamental realizar esfuerzos para que se lleve a cabo la máxima producción de biocarbón con energías de bajo contenido de carbono, para con ello evitar o reducir las emisiones de GEI que se generan por la descomposición de los residuos orgánicos.

### b) <u>Iluminación de bajas emisiones</u>

El gobierno debería desarrollar, promover y dar facilidades para que en el sector residencial, comercial y público se realice el recambio de lámparas, instalándose la tecnología LED al ser la que consume la energía de forma más eficiente.

Deberían priorizarse acciones en las lámparas de alumbrado público, que son las que más alto consumo poseen.

### c) Viajes por tren

Se sugiere que en el corto plazo las empresas encargadas de realizar el servicio de transporte ferroviario de entrada y salida hacia/de la ciudad de Machu Picchu Pueblo neutralicen o compensen las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible de sus trenes. Estas deberían apostar por la certificación carbono neutral ofrecida por GreenInitiative, buscando a través de este proceso internalizar buenas prácticas para la mitigación de su huella.

Adicionalmente se recomienda la realización de estudios de factibilidad que permitan analizar la posibilidad de introducir la energía eléctrica a la matriz energética de funcionamiento de los trenes. El aumento progresivo del uso eléctrico tendría un efecto substancial en la mitigación de la huella de carbono.

### d) Viajes por buses

En el corto plazo, se recomienda a la empresa encargada de realizar el servicio de transporte de pasajeros hacia la Llaqta y su retorno que se comprometan con la

certificación carbono neutral de sus operaciones, buscando a través de la certificación ofrecida por GreenInitiative, mitigar las las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible de los buses.

En el mediano plazo se debe evaluar cambiar la flota de buses a combustibles fósiles por soluciones de movilidad eléctrica y limpia, que permitan acompañar de forma más eficiente la recuperación y posterior crecimiento de la demanda que deberá experimentar el destino Machu Picchu. Aquí se destaca por ejemplo la importancia de realizar estudios paisajísticos y ambientales para verificar la posibilidad de transporte por teleférico, así como elevadores y otras alternativas de bajo impacto climático y ecológico.

### e) Mitigación de Viajes de Turistas

Como parte de la estrategia de reactivación del turismo y mitigación de la huella de carbono, la Municipalidad Distrital puede incentivar que las empresas locales y operadoras de turismo, promuevan servicios turísticos a Machu Picchu que sean carbono neutral. Una referencia a considerar es la iniciativa ForestFriends, que promueve viajes carbono neutral a nivel internacional, iniciativa respaldada por las Naciones Unidas.

### 6.1.3. COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE CARBONO

En línea con el Ciclo de Certificación de Machu Picchu primera maravilla carbono neutral, se eligió al proyecto peruano REDD+ Castañeros en Madre de Dios desarrollado por Bosques Amazónicos (BAM), junto a más de 400 familias en Madre de Dios. La compensación de emisiones GEI correspondientes al año 2020/Alcance 1, por un total 2,155 tCO2eq, fue ejecutada en julio de 2021.

El proyecto REDD+ Castañeros en Madre de Dios, es una iniciativa reconocida internacionalmente como una de las áreas con mayor biodiversidad del planeta, Madre de Dios se distingue por albergar gran parte de los bosques de castaña del mundo: un hábitat precioso para innumerables especies animales y vegetales, y un recurso vital para las comunidades locales.

A pesar de su extraordinaria riqueza ecológica, Madre de Dios ha perdido más de 200,000 hectáreas de bosques primarios en los últimos quince años, convirtiéndose en una de las regiones más afectadas por la deforestación, la degradación y la fragmentación de hábitats naturales en el Perú.

Con el fin de hacer frente la creciente deforestación en la región, Bosques Amazónicos (BAM) y más de 400 familias agrupadas en la Federación de Productores de Castaña de Madre de Dios (FEPROCAMD), trabajan en sociedad desde 2009 para proteger 300,000 hectáreas de bosques amenazados. Así, por más de una década, su proyecto de conservación REDD+ Castañeros (Brazil nut concessions en inglés) ha evitado la deforestación de +28,000 hectáreas de bosques amazónicos, protegido 320 millones de árboles y evitado la emisión de +17 millones de toneladas de CO2 hasta la fecha, contribuyendo directamente a mitigar los efectos del cambio climático.

Se eligió a REDD+ Castañeros debido al importante impacto ambiental y social del proyecto: además de evitar la deforestación de la Amazonía peruana, crea oportunidades

económicas para las familias locales, guardianes de los bosques, a través de la promoción de actividades forestales sostenibles que les permiten mejorar su calidad de vida y al mismo tiempo- preservar sus bosques.

Además de los beneficios económicos generados para la comunidad por la venta de los créditos de carbono, REDD+ Castañeros brinda asesoría técnica y legal a los socios concesionarios para proteger sus bosques, ofrece soporte para el saneamiento legal de las concesiones, implementa un sistema de monitoreo para proteger las áreas y promueve actividades económicas sostenibles para impulsar el desarrollo adecuado de la sociedad. Para conocer más sobre esta importante iniciativa de conservación, visitar <a href="www.bosques-amazonicos.com">www.bosques-amazonicos.com</a>

Indicadores referenciales del Proyecto REDD+ Castañeros:

- Evitar la emisión de más de 34 millones tCO2e a la atmósfera entre 2021 y 2040, contribuyendo directamente a mitigar los efectos del cambio climático.
- El área que protege el proyecto REDD+ Castañeros es de 300,000 ha, una superficie mayor que la ciudad de México y similar en tamaño a la ciudad de Sao Paulo, Brasil.
- REDD+ Castañeros ha sido uno de los primeros proyectos en el mundo en ser validados bajo el estándar VCS, el más prestigioso del mercado voluntario de carbono a nivel mundial.

### 7. CONCLUSIONES

- El distrito de Machu Picchu, gracias a la gestión e interés de la Municipalidad Distrital de Machu Picchu y otros actores involucrados, ha realizado por primera vez el cálculo de su huella de carbono, en esta primera oportunidad se ha realizado bajo el enfoque de ciudad: básico. Este es un primer gran paso para comenzar a trabajar en la gestión del cambio climático como ciudad.
- El año 2019 fue el que mayores emisiones de GEI generó el distrito de Machu Picchu, se emitió en este año 8,617.6 tCO<sub>2</sub>eq respecto a las 3,320.2 tCO<sub>2</sub>eq en 2020. Esto claramente debido a la afluencia de turistas que fue el de un año normal y no como el 2020 en el que la actividad del turismo se interrumpió debido a la emergencia sanitaria y las restricciones del gobierno.
- Las principales fuentes de emisión de GEI en ambos años fueron el consumo de combustible por los trenes que movilizan a los pasajeros y otros tipos de carga hacia Machu Picchu Pueblo y también de salida, además los buses que transportan pasajeros hacia la Llaqta y también de retorno. En ambos casos, el transporte utilizado consume altos volúmenes de combustible diesel B5.
- En Machu Picchu Pueblo, es importante que se siga trabajando de forma conjunta entre el gobierno, el sector privado y la sociedad civil en materia ambiental y de cambio climático. A la fecha se han venido implementando medidas de mitigación de forma coordinada entre el gobierno local, instancias gubernamentales como SERNANP, MINCETUR, entre otros y empresas del

sector privado como Grupo Aje e Inkaterra hoteles. Esto es fundamental para asegurar una gestión ambiental adecuada de la ciudad y el turismo, de forma equilibrada y respetuosa con el ambiente.

### 8. RECOMENDACIONES

- Se sugiere que el distrito de Machu Picchu internalice la gestión de medir mensualmente su huella de carbono como parte de las responsabilidades operativas y se plantee metas de corto, mediano y largo plazo que puedan ser formalizadas a través de un Plan de Acción Climática 2021-2030. Este plan deberá de ser presentado y aprobado por el consejo municipal con la finalidad que trascienda a otras gestiones, sirviendo por lo tanto como una visión estratégica de largo plazo.
- Se debería evaluar hacer el esfuerzo por realizar un cálculo de emisiones de GEI bajo el enfoque: básico +. De esta manera se podría contabilizar la captura de carbono que generan los árboles y vegetación que existen en el distrito de Machu Picchu.
- Es recomendable que continúen, mejoren y amplíen los esfuerzos que viene realizando el gobierno con el sector privado y la sociedad civil con la perspectiva de ampliar el impacto las medidas de mitigación que ya están en marcha. Se han propuesto algunas medidas de mitigación las mismas que se podrían implementar a la brevedad si es que se discuten estas propuestas en espacios de concertación como lo es por ejemplo la Comisión Ambiental Municipal de Machu Picchu.
- Es necesario que, en el marco de la gestión del cambio climático, se desarrollen mecanismos de coordinación entre los distintos actores para que puedan tener y preparar data en futuros ejercicios de cálculo.
- Es necesario que Machu Picchu incorpore la gestión de la huella de carbono y la renovación de su certificación carbono neutral, a lo interno de los compromisos y metas anuales de la municipalidad. Esta práctica podrá favorecer el acceso a recursos de donación y financiamiento climático diferenciado, que contribuya con la reactivación económica y el desarrollo sostenible de la ciudad, mejorando la calidad de vida de su población y la experiencia de los millares de turistas que la visitan.