

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ**  
ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
FORESTALES Y DEL AMBIENTE



**TESIS**

**BIOCAPACIDAD Y HUELLA  
ECOLÓGICA EN EL CONTEXTO DEL  
CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CIUDAD DE  
HUANCAYO AL 2016**

PRESENTADA POR:

**MG. WILFREDO BULEGE GUTIÉRREZ**

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES Y DESARROLLO  
SOSTENIBLE**

HUANCAYO – PERÚ

2016



## **Asesor**

Dr. Hugo Miguel Miguel

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mis padres Asunción y Marino; a mi esposa María, mis hijas Romina y Valeria; y mis hermanos quienes estuvieron pendientes de su culminación durante estos últimos años.

## **Agradecimientos**

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) e Instituto Geofísico del Perú (IGP) por el acceso y uso de datos meteorológicos de la zona de estudio.

Asimismo, mis agradecimientos a mis asesores Dr. Hugo Miguel, y M. Sc. José Luis Cahuatico, colegas docentes e investigadores de la Universidad Nacional del Centro del Perú y Universidad Continental por su asesoría y sugerencias para el desarrollo de la tesis.

## INDICE DE CONTENIDOS

	Página
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Resumen	xi
Abstract	xii
Resumo	xiii
Introducción	14
<b>I. El problema de investigación</b>	
1.1 Planteamiento del problema	16
1.2 Formulación del problema	18
1.3 Objetivos	19
1.4 Hipótesis y variables	19
1.5 Justificación	22
<b>II. Marco teórico</b>	
2.1 Bases teóricas	23
2.1.1 Desarrollo sostenible	23
2.1.2 La economía ecológica	23
2.1.3 Indicadores de sostenibilidad	25
2.2 Antecedentes	26
2.2.1 Biocapacidad y huella ecológica	26
2.2.2 Cambio climático	32

2.3 Base conceptual	39
2.3.1 Huella ecológica	39
2.3.2 Biocapacidad	39
2.3.3 Déficit o excedente ecológico	40
2.3.4 Método general para el cálculo de la biocapacidad y huella ecológica	41
2.3.5 Cambio climático	44
<b>III. Metodología de la investigación</b>	
3.1 Descripción del área de estudio	58
3.2 Tipo y nivel de investigación	60
3.3 Método y diseño de la investigación	60
3.4 Unidad de análisis, población y muestra	61
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	62
3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos recolectados	64
<b>IV. Resultados y contrastación de hipótesis</b>	
4.1 Huella ecológica y biocapacidad al 2016	65
4.2 Comportamiento de la temperatura y extensión glacial como dimensiones del cambio climático	72
4.3 Comprobación estadística de hipótesis	74
4.4 Análisis de impactos de la huella ecológica en el cambio climático	86
<b>V. Discusión</b>	90
<b>Conclusiones</b>	94
<b>Recomendaciones</b>	97
<b>Referencias bibliográficas</b>	98
<b>Anexos</b>	104

## INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Operacionalización de variables de investigación	21
Tabla 2. Comparación entre la huella ecológica y la biocapacidad	40
Tabla 3. Modelos de regresión para las variables biocapacidad, huella ecológica, temperatura mínima y extensión glaciár.	61
Tabla 4. Modelos de regresión significativos	61
Tabla 5. Tabla de frecuencia absoluta de la huella ecológica personal por componentes.	63
Tabla 6. Tabla de frecuencia relativa de la huella ecológica personal por componentes.	64
Tabla 7. Media y desviación estándar de las sub huellas ecológicas de cultivos, pastos, bosques, superficie artificializada, mar productivo y absorción de CO <sub>2</sub> .	65
Tabla 8. Prueba Z de Gauss para una media.	75
Tabla 9. Correlaciones de biocapacidad y huella ecológica.	77
Tabla 10. Resumen del modelo <sup>b</sup> lineal entre huella ecológica y biocapacidad.	77
Tabla 11. ANOVA <sup>a</sup> .	78
Tabla 12. Coeficientes <sup>a</sup> del modelo lineal de huella ecológica y biocapacidad.	78
Tabla 13. Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk.	78
Tabla 14. Estadísticos.	78
Tabla 15. Correlaciones de huella ecológica y ln de temperatura.	81
Tabla 16. Resumen del modelo compuesto entre huella ecológica y ln de temperatura.	81
Tabla 17. Coeficientes del modelo compuesto de huella ecológica y temperatura.	82
Tabla 18. Correlaciones de temperatura y ln de extensión glaciár.	84



Tabla 19. Resumen del modelo compuesto entre temperatura y ln de extensión glaciár.	84
Tabla 20. Coeficientes del modelo compuesto de temperatura y ln de extensión glaciár.	85

## INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Comportamiento de la Biocapacidad, Huella Ecológica y Población entre 1961 – 2010.	28
Figura 2. Nevado Pastoruri, Ancash, Perú.	37
Figura 3. Anomalías del promedio anual y global de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas, combinadas.	45
Figura 4. Nevado Huaytapallana, Huancayo, Junín, Perú.	59
Figura 5. Huella ecológica personal de ciudadanos de Huancayo, Perú.	66
Figura 6. Huella ecológica personal de ciudadanos de Huancayo, Perú por componentes.	67
Figura 7. Huella ecológica personal, componente de cultivos.	68
Figura 8. Huella ecológica personal, componente de pastos.	68
Figura 9. Huella ecológica personal, componente de bosques.	69
Figura 10. Huella ecológica personal, componente mar productivo.	69
Figura 11. Huella ecológica personal, componente de superficie artificializada.	70
Figura 12. Huella ecológica personal, componente de absorción de CO <sub>2</sub> .	70
Figura 13. Relación de la biocapacidad del Perú respecto a la huella ecológica del departamento de Junín.	71
Figura 14. Temperatura mínima media de 1986 a 2016 para Huancayo, Perú.	73
Figura 15. Retroceso de masa glaciaria de 1986 a 2016 para la Cordillera del Huaytapallana, Huancayo, Perú.	73
Figura 16. Relación huella ecológica – biocapacidad.	77
Figura 17. Relación huella ecológica – temperatura.	81
Figura 18. Relación temperatura mínima – extensión glaciaria.	84

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la biocapacidad y huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo en el contexto del cambio climático al 2016. El diseño de investigación fue descriptivo, correlacional; para la recolección de datos de la huella ecológica personal se determinó una muestra de 383 personas mayores de edad con un nivel de confianza del 95 % y error máximo de estimación del 5 %; para su interpretación se relacionó las variables biocapacidad y huella ecológica; luego temperatura y extensión glaciar como dimensiones del cambio climático del periodo 1986-2016, los datos no disponibles se interpolaron a través de modelos de regresión lineal y compuesto. Se tiene como resultados que, la huella ecológica personal de Huancayo tiene una media de 1,067 hag; se estima la biocapacidad per cápita del Perú en 3,336 hag, huella ecológica per cápita de Junín 1,167 hag; temperatura mínima anual de Huancayo 4,757 °C y extensión glaciar de la Cordillera del Huaytapallana –la más próxima a la zona de estudio- en 14 873 km<sup>2</sup>. En conclusión, la huella ecológica personal de Huancayo es menor a la biocapacidad del Perú, por tanto existe un excedente ecológico de 2,27 hag; asimismo existe una relación lineal inversa entre la huella ecológica de Junín y la biocapacidad del Perú, también existe una relación no lineal entre temperatura mínima de Huancayo y extensión glaciar del Huaytapallana. La reducción de la huella ecológica tendría efectos en la disminución de los GEI por tanto impactos en la temperatura superficial y retroceso glaciar considerados como indicadores del cambio climático.

**Palabras clave:** Huella ecológica, biocapacidad, cambio climático, temperatura ambiental, glaciar.

## ABSTRACT

The study objective was to determine the biocapacity and person's individual ecological footprint of Huancayo's residents in the context of climate change by 2016. The research was descriptive and correlational. For the person's individual ecological footprint data, 383 samples were collected from the adult population, with a 95 % confidence level and a 5 % maximum estimated error. Biocapacity, ecological footprint, temperature and glacier extent were the related variables on the context of climate change in the period 1986-2016. Missing data was interpolated using linear and compound regression models. Results indicated a 1,067 hag person's individual ecological footprint media; among estimated data, the national biocapacity per capita is 3,336 hag, while Junin ecological footprint per capita is 1,167 hag; Huaytapallana's minimum average annual temperature is 4,757 °C, and the glacier extent, 14 873 km<sup>2</sup>. Finally, we determined the person's individual ecological footprint being lower than the biocapacity; there is, therefore, an ecological surplus of 2,27 hag; likewise, there is an inverse linear relationship between the ecological footprint and biocapacity; and two non-linear relationships: one between the ecological footprint and minimum temperature, and another between the minimum temperature and glacier extent.

**Keywords:** Ecological footprint, biocapacity, climate change, temperature, glacier.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar a biocapacidade pegada ecológica pessoal dos cidadãos de Huancayo, no contexto das mudanças climáticas até 2016. O projeto de pesquisa foi descritivo, correlacional; para a coleta de dados de pegada ecológica pessoal uma amostra de 383 idosos com um nível de confiança de 95 % e erro máximo da estimativa de 5 % foi determinada; para as variáveis de interpretação biocapacidade e pegada ecológica relacionada; em seguida, temperatura e geleira extensão e dimensões das alterações climáticas para o período de 1986-2016, dados em falta foram interpolados através de modelos lineares e composto de regressão. Ele tem os resultados, pegada ecológica pessoal de Huancayo tem uma média de 1,067 hag; a biocapacidade per capita do Peru em 3,336 hag, pegada ecológica per capita é estimado Junin 1,167 hag; Huancayo temperatura mínima anual de 4,757 ° C e área de geleira da Cordilheira del Huaytapallana -o mais próximo da área de estudo em 14 873 km<sup>2</sup>. Em conclusão, a pegada ecológica pessoal de Huancayo é menor que a biocapacidade do Peru, portanto, há um excedente ecológica de 2,27 hag; há também uma relação linear inversa entre a pegada ecológica e biocapacidade Junin Peru, há também uma relação não-linear entre a temperatura de Huancayo e geleira extensão Huaytapallana. Reduzir a pegada ecológica teria impacto a diminuição dos impactos de Gases de Efeito Estufa tanto na temperatura da superfície e recuo glacial considerados como indicadores de mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** Pegada Ecológica, biocapacidade, mudanças climáticas, temperatura ambiente, geleira.

## INTRODUCCIÓN

La Huella Ecológica de la humanidad se ha acrecentado más que la biocapacidad desde 1987. A partir de ese momento, hemos continuado excediendo la biocapacidad al punto que, en el año 2005, hemos consumido el 130 por ciento de la biocapacidad disponible del planeta (Global Footprint Network, 2015).

Así la biocapacidad per cápita del planeta al 2011 fue de 1,7 hag, y la huella ecológica de 2,6 hag. De tal manera que, aunque la biocapacidad ha aumentado globalmente, hay menos para repartir. Ante la proyección de que la población mundial alcance los 9 600 millones en 2050 y los 11 000 millones en 2100, la biocapacidad disponible para cada uno de nosotros se reducirá aún más y será un reto cada vez mayor mantener los aumentos de biocapacidad (Global Footprint Network, 2015) (Doménech, 2007).

El departamento de Junín tiene registrado para el 2012 una huella ecológica de 1,109 hag per cápita (Ministerio del Ambiente del Perú, 2013). Según proyecciones poblacionales, Junín cuenta con una población de 1 331 253 habitantes (INEI, 2015); la provincia de Huancayo concentra el 38,1 % de los habitantes; su capital Huancayo no tiene determinados valores del comportamiento de la biocapacidad y huella ecológica. Asimismo, no se tienen desarrollados escenarios de sostenibilidad a futuro, su postergación respecto a esta importante información hace más vulnerable a la ciudad de Huancayo respecto a la conservación de sus recursos naturales.

La huella ecológica de una persona, organización, ciudad o país está relacionada con el mayor consumo de recursos los mismos que generan mayores emisiones de Gases de Efecto Invernadero como el CO<sub>2</sub> que son la causa del cambio climático antropogénico actual (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2014) ; por tanto el desarrollo sostenible de nuestra ciudad y país estaría en riesgo visto desde una perspectiva del comportamiento de la huella ecológica y el cambio climático.

La presente tesis se ha dividido en cinco capítulos, el primero presenta la problemática, objetivos, hipótesis y justificación del trabajo; el segundo muestra los fundamentos teóricos de la biocapacidad, huella ecológica y el cambio climático enfocado en el análisis del comportamiento de las sub variables temperatura superficial como una de las causas del cambio climático y extensión glaciar como un efecto en ecosistemas de montaña del cambio climático. El tercer capítulo presenta las técnicas de recopilación y análisis de datos, que ha estado basado en la aplicación de un instrumento como un cuestionario estructurado; también se ha recopilado datos de terceros de 30 años del pasado para realizar el análisis de relaciones. Finaliza el trabajo con los resultados de cada una de las variables; asimismo la contrastación de las hipótesis basadas en pruebas estadísticas pertinentes; en el caso de los modelos de regresión lineal y compuesto utilizados fueron diseñados ad-hoc para estimar datos faltantes de las variables de estudio y no para generar pronósticos con otros datos.

El aporte de este trabajo radica en la información actualizada respecto al comportamiento de la huella ecológica de Huancayo, huella ecológica de Junín, biocapacidad del Perú y su relación con el cambio climático en base a mediciones de la temperatura y retroceso de la masa glaciar del Nevado Huaytapallana. Se espera con ello tener un acercamiento al conocimiento del problema permitiendo implementar medidas de alcance personal, a nivel de las organizaciones o políticas públicas que favorecerán a toda la comunidad.

El autor

## I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

Durante más de 40 años, la presión de la humanidad sobre la naturaleza ha excedido lo que el planeta puede reponer. Necesitaríamos la capacidad regenerativa de 1,5 planetas Tierra para brindar los servicios ecológicos que usamos cada año. El “exceso ecológico” es posible, por ahora, porque podemos talar árboles a mayor velocidad del tiempo que requieren para madurar, pescar más peces de lo que los océanos pueden reponer, o emitir más carbono a la atmósfera del que los bosques y océanos pueden absorber. Las consecuencias son una reducción de la cantidad de recursos y la acumulación de desechos a tasas mayores de las que se pueden absorber o reciclar. Tal es el caso de las crecientes concentraciones de carbono en la atmósfera (WWF, 2014).

Así, los avances tecnológicos, los insumos agrícolas y el riego han disparado los rendimientos promedio por ha de las zonas productivas, especialmente de las tierras agrícolas, aumentando la biocapacidad total del planeta de 9 900 a 12 000 millones de hag (hectáreas globales) entre 1961 y 2010, en el mismo periodo la huella ecológica se incrementó de 7 600 a 18 100 millones de hag; y durante el periodo de 1961 y 2010 la población humana mundial aumentó de 3 090 millones a casi 6 900 millones (WWF, 2014).

La biocapacidad per cápita del planeta al 2011 fue de 1,7 hag, y la huella ecológica de 2,6 hag. De tal manera que, aunque la biocapacidad ha aumentado globalmente, hay menos para repartir. Ante la proyección de que la población



mundial alcance los 9 600 millones en 2050 y los 11 000 millones en 2100, la biocapacidad disponible para cada uno de nosotros se reducirá aún más y será un reto cada vez mayor mantener los aumentos de biocapacidad ante la degradación del suelo, la escasez de agua dulce y el incremento en los costes de la energía (WWF, 2014), (Global Footprint Network, 2015) (Doménech, 2007).

Según la Global Footprint Network (2015) la huella ecológica del Perú al 2011 fue de 1,20 hag per cápita, mientras que la biocapacidad fue de 3,7 hag per cápita. En el departamento de Junín se tiene registrado para el 2012 una huella ecológica de 1,109 hag per cápita (Ministerio del Ambiente del Perú, 2013). Según proyecciones poblacionales, Junín cuenta con una población de 1 331 253 habitantes (INEI, 2015); la provincia de Huancayo concentra el 38,1 % de los habitantes; su capital Huancayo no tiene determinados valores del comportamiento de la biocapacidad y huella ecológica. Asimismo, no se tienen desarrollados escenarios de sostenibilidad a futuro, su postergación respecto a esta importante información hace más vulnerable a la ciudad de Huancayo respecto a la conservación de sus recursos naturales y por tanto a un desarrollo sostenible.

El cambio climático global actual se genera por el incremento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera sobre todo el CO<sub>2</sub> y sería generado por las actividades humanas basadas en la quema de combustibles fósiles. Las concentraciones de GEI incrementa la temperatura del planeta y tiene efectos en el comportamiento de diversos ecosistemas del planeta (Doménech, 2007) (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2014).

Un importante aporte al conocimiento del comportamiento de la biocapacidad y huella ecológica personal para Huancayo se entrega a la culminación de la presente tesis con una interpretación desde el fenómeno del cambio climático.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cómo es el comportamiento de la biocapacidad y huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo en el contexto del cambio climático al 2016?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Cuál es el nivel de relación entre la huella ecológica del departamento de Junín y biocapacidad del Perú per cápita al 2016?
- ¿Cuál es el nivel de relación entre la huella ecológica del departamento de Junín y la temperatura mínima de Huancayo como dimensión del cambio climático al 2016?
- ¿Cuál es el nivel de relación entre la temperatura mínima y extensión glaciar como dimensiones del cambio climático de Huancayo al 2016?

El primer problema específico ha tenido el propósito de establecer la relación entre las variables huella ecológica y biocapacidad en un espacio más próximo al área delimitada de estudio y con los datos existentes a la fecha.

El segundo problema específico se ha establecido para encontrar el nivel de relación entre la huella ecológica y el cambio climático; en este caso se toma como referencia una sub variable como la temperatura por considerar a ésta como el efecto de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera y que explica el cambio climático global (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2014).

El tercer problema específico fue planteado para establecer el nivel de relación entre la temperatura y la extensión glaciar; causa y efecto respectivamente del cambio climático y explicar el problema principal a partir de este contexto.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Analizar la biocapacidad y huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo en el contexto del cambio climático al 2016.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar el nivel de relación entre la huella ecológica del departamento de Junín y biocapacidad del Perú per cápita al 2016.
- Determinar el nivel de relación entre la huella ecológica del departamento de Junín y la temperatura mínima de Huancayo como dimensión del cambio climático al 2016.
- Determinar el nivel de relación entre la temperatura mínima y la extensión glaciaria como dimensiones del cambio climático de Huancayo al 2016.

## **1.4 Hipótesis y variables**

### **1.4.1 Hipótesis general**

La huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo es menor a la biocapacidad del Perú presentando un superávit ecológico en el contexto del cambio climático al 2016.

### **1.4.2 Hipótesis específicas**

- Existe relación lineal inversa y significativa entre la huella ecológica de Junín y biocapacidad del Perú al 2016.
- Existe relación no lineal de tipo compuesta y significativa entre huella ecológica de Junín y temperatura de Huancayo como dimensión de cambio climático al 2016.

- Existe relación no lineal de tipo compuesto y significativa entre temperatura y extensión glacial como dimensiones del cambio climático en Huancayo al 2016.

### **1.4.3 Variables de investigación**

Las variables de estudio han sido definidos y establecidos sus respectivos indicadores medidos a través de diversas instituciones nacionales e internaciones; las mismas que para el presente caso se indica en la tabla 1 solo algunos indicadores que permitan evidenciar el fenómeno del cambio climático.

Tabla 1. Operacionalización de las variables de investigación.

Variables	Definición	Dimensión	Sub dimensión	Indicadores	Instrumentos
Huella ecológica	Medida de cuánta tierra y agua biológicamente productivas requiere un individuo para producir todos los recursos que consume, y para absorber los desechos que genera utilizando la tecnología y prácticas de gestión de recursos preponderantes.	Huella ecológica personal	Sub huella de cultivos	hag de tierra para cultivo de alimentos.	Cuestionario estructurado basado en actividades asociadas a las diversas sub huellas.
			Sub huella de pastos	hag de tierra para cría de ganado.	
			Sub huella bosques	hag de tierra para producir madera.	
			Sub huella de mar productivo	hag de tierra para captura de pescado.	
			Sub huella de superficie artificial.	hag de tierra para infraestructura.	
			Sub huella de absorción de CO <sub>2</sub>	hag de tierra para captura de CO <sub>2</sub> .	
		Huella ecológica regional.		hag per cápita para Junín.	Informes técnicos de Global Footprint Network, USA; MINAM, Perú.
Biocapacidad	Capacidad de los ecosistemas para producir material biológico útil y absorber residuos.	Bio-capacidad nacional.	hag per cápita para el Perú.		
Cambio climático	Variación del estado del clima, identificable en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo.	Temperatura		°C mínimo anual	Registros de variables meteorológicas del SENAMHI, IGP, ANA.
		Extensión glaciar		km <sup>2</sup> anual	

## 1.5 Justificación

Gracias al progreso, los seres humanos han desarrollado en el último siglo un espectacular aumento en la calidad de vida en ciertas regiones del planeta. Una de las bases de este estatus ha sido, la aplicación de las teorías económicas convencionales, maximizando el beneficio e impulsando la competitividad y la innovación tecnológica. Un examen concienzudo de la situación descubre que existen graves desequilibrios; así, mientras en ciertos países la obesidad es el principal problema sanitario, en muchos otros hay gente que se muere de hambre. Análogamente, mientras unos países consumen una parte desproporcionada de los recursos naturales, otros ven limitado su acceso a ellos y sus posibilidades de progreso. Al parecer, algo falla en los esquemas económicos que imperan en la actualidad.

Bajo esta premisa, los resultados de esta investigación responden a la preocupación de determinar las consecuencias que sobre el planeta y Huancayo –específicamente- tendría los patrones de comportamiento de la biocapacidad y huella ecológica per cápita permitiendo conocer e implementar políticas públicas que permitan promover en las organizaciones sociales la toma de medidas económicamente viables, respetando el medio ambiente y que sean socialmente equitativas, pues de éstas dependerá mitigar los efectos del cambio climático global.

Esta investigación también se justifica en atención a los compromisos asumidos por los países firmantes del Protocolo de Kioto establecido en el Convenio Marco sobre el Cambio Climático y que entre otros compromisos menciona la necesidad de cooperar en investigaciones para reducir las incertidumbres relacionadas con el cambio climático; asimismo, facilitar el conocimiento y el acceso público a la información sobre el cambio climático (Naciones Unidas, 1997).

## **II. Marco teórico**

### **2.1 Bases teóricas**

#### **2.1.1 Desarrollo Sostenible**

El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Naciones Unidas, 1987). Esta interpretación es tridimensional; aglutina la dimensión económica y social en el concepto de desarrollo y la tercera es la sostenibilidad. La Conferencia de Río (1992) al adoptar el término de desarrollo sostenible le dio a este un respaldo político internacional.

#### **2.1.2 La Economía Ecológica**

La Economía Ecológica (EE) emerge como una disciplina orientada al estudio de las relaciones e interacciones entre los sistemas ecológicos y los sistemas económicos, con un enfoque integrador y con unas bases científicas y principios analíticos que permiten su identificación como una nueva disciplina que plantea un nuevo paradigma, que incorpora nuevos planteamientos de lógica y de racionalidad, y nuevos esquemas de valores, enmarcada en una nueva visión ética menos antropocéntrica y más biocéntrica y ecocéntrica; que propone un nuevo papel del ser humano, una reconsideración de los valores predominantes y una mayor solidaridad con las generaciones futuras y con las especies no humanas (Jiménez y otros, 2003).

La EE es una disciplina científica que integra elementos de la economía, la ecología, la termodinámica, la ética y otras ciencias naturales y sociales para proveer una perspectiva integrada y biofísica de las interacciones que se entretajan entre economía y entorno.

Surge a partir de la necesidad de establecer una crítica a la economía convencional y de generar instrumentos y bases conceptuales que, desde un enfoque transdisciplinar, permitan analizar y explicar el impacto de las actividades humanas sobre el entorno.

En sus análisis considera esa “caja negra” de los procesos que la economía tradicional no tiene en cuenta: la termodinámica (o economía de la física) que registra las pérdidas e irreversibilidades inherentes a los procesos físicos, y la ecología (o economía de la naturaleza) que registra la productividad energética y material de los sistemas naturales (Naredo, 1992).

La EE se caracteriza por su enfoque pluralista; es decir que no se encasilla en una teoría general dominante, sino que considera simultáneamente distintas formas del conocimiento que pueden ser apropiadas para los diferentes niveles de estudio; utiliza un enfoque sistémico y respeta las fronteras entre las diferentes ciencias, de manera que los supuestos de una no sean negados por los hallazgos de la otra (Bertalanffy, 1976).

Los sistemas económicos y ecológicos exhiben obviamente características de los sistemas vivos y por lo tanto no logran ser bien comprendidos a partir de la utilización de los métodos reduccionistas de la ciencia clásica. De allí que la EE utiliza las ideas de “coevolución” y de “complejidad emergente”; tiene en cuenta la historia y examina los escenarios futuros factibles, lo que implica el estudio de las dimensiones humanas del cambio ecológico y por lo tanto, el estudio de las percepciones humanas sobre el medio ambiente (Van den Bergh, 2000).

Incorpora el concepto de complejidad para explicar el comportamiento no lineal de los sistemas, así como la incertidumbre y la irreversibilidad que



caracteriza a algunos procesos de los sistemas vivos; estas características de su enfoque obligan no sólo a investigar las complejas relaciones fisicoquímicas, sino también a entender la demografía humana, la sociología ambiental, la economía y la política. De ahí que desde este enfoque, se proponga una “evaluación integrada” que reconozca la legitimidad de las diferentes miradas sobre un mismo problema (Martínez, 2005).

### **2.1.3 Indicadores de sostenibilidad**

La Economía Ambiental (EA) utiliza indicadores monetarios para valorar y evaluar los impactos de la economía sobre el medio ambiente, así como también para evaluar los beneficios de las actividades de conservación, protección, preservación o restauración de los recursos naturales y ambientales.

La economía ecológica (EE) utiliza indicadores físicos, biológicos y energéticos, tales como Apropiación Humana de Producción Primaria Neta (AHPPN) que mide la cantidad de energía y materia que los productores primarios ponen a disposición de las especies vivientes; el Uso de Insumos Materiales Por Unidad de Servicio (MIPS) que incorpora todos los materiales usados directa e indirectamente en cada unidad de servicio productivo; el Rendimiento Energético de los Insumos de Energía (EROI) que significa retorno energético y trata de medir la eficiencia energética de los procesos de producción y consumo.

La “Huella Ecológica” es un indicador de la demanda de recursos de una economía expresada en unidades espaciales y responde a la pregunta: ¿cuánta tierra productiva se necesita, como fuente y sumidero, para sostener una población dada, en su nivel actual de vida con las tecnologías actuales? (Martínez, 2005).

En palabras de Martínez (2005), el aporte y eje principal de la EE es el desarrollo de indicadores físicos de insustentabilidad, donde se examina la economía en términos de metabolismo social. Este concepto de “metabolismo social” hace referencia a la posibilidad de medir los insumos energéticos y

materiales que utiliza la economía y también los desechos producidos. Con el desarrollo de trabajos sobre este tema, se pretende establecer una tipología de sociedades caracterizadas por diferentes patrones de flujos de materia y energía, de tal forma que estas mediciones permitan soportar los actuales debates sobre desmaterialización de la economía.

## **2.2 Antecedentes**

### **2.2.1 Biocapacidad y huella ecológica**

Existen en el contexto internacional y nacional estudios relacionados a la determinación de la huella ecológica a nivel de país, ciudades y huella ecológica personal de estudiantes. En todos los casos se utilizan métodos que se aproximan, pero para el caso de la huella ecológica personal se utilizan instrumentos diferenciados.

Ibarra-Cisneros y otros (2014) desarrollaron un estudio enfocado en el diseño y uso de un instrumento para calcular la huella ecológica personal de estudiantes universitarios mexicanos en una facultad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Para la recolección de datos se utilizó un cuestionario basado en los consumos más frecuentes del mexicano promedio en cuanto a alimentación, uso de energía eléctrica y gas doméstico, medios de transporte, consumo de papel y superficie de infraestructura urbana utilizada. El cuestionario se limitó a 30 preguntas, la muestra fue de 125 estudiantes (65 mujeres y 61 varones) de la UNAM.

La huella ecológica promedio de los 125 estudiantes encuestados fue de 1,48 hag que corresponde a un estilo de vida sustentable, considerando 1,61 hag como umbral de sustentabilidad. De esta huella ecológica, la alimentación es la que tiene el mayor peso 0,42 hag; el uso de energía con 0,35 hag; transporte 0,041 hag. Se concluye en que el instrumento aplicado es el primero diseñado para el estilo de vida del mexicano medio considerando los patrones de consumo de alimentos y costumbres de la cultura local.

Doğan Südaş y otros (2015) realizaron un estudio sobre la huella ecológica de estudiantes turcos. Las estadísticas de la Global Footprint Network (2010) muestra que la huella ecológica del consumo en 2007 de Turquía fue del nivel de 2,7 hag per cápita y la biocapacidad fue de 1,8 hag per cápita. Lo que significa que el déficit de biocapacidad es de 0,9 hag por persona.

La biocapacidad disminuye continuamente a medida que aumenta la población. Este estudio estuvo enfocado en el análisis de la huella ecológica a partir de un cuestionario de Huella de estudiantes universitarios que viven en Adana, Turquía. Hay algunos estudios que miden la huella ecológica de la gente de Turquía pero ninguno analiza la huella de los estudiantes universitarios.

Mediante esta investigación, se logró información detallada sobre carbón, alimentos, uso de bienes y servicios y la cantidad de consumo de los estudiantes. Con el fin de aumentar la conciencia de la población turca sobre el equilibrio ecológico que se necesita se elaboró este artículo. Los estudiantes seleccionados para la muestra fueron aquellos que pertenecen a la generación Y, éstos son denominados como la próxima generación de gastadores; por ello fue importante investigar, los alimentos, el uso de bienes y servicios, de carbono y el consumo de los estudiantes para determinar el probable daño de los hábitos de consumo.

Este estudio se realizó en el 2014, el tamaño de muestra fue de 420 estudiantes universitarios que viven en Adana (al sur de Turquía), 55,2 % mujeres y 44,3 % varones, las edades de los estudiantes fueron entre 18 a 35 años, estando el 81,4 % en el rango de 18 a 23 años. Adana tiene una población de más de 2 millones de personas. Se utilizó como instrumento un cuestionario de 4 partes, relacionadas al consumo y emisión de carbón, alimentos, bienes y huella de servicios.

Las principales huellas de los estudiantes turcos son, según los resultados, los estudiantes en su mayoría prefieren vivir en sus casas (150-200 m<sup>2</sup>); la mayor parte de sus casas se encuentran al interior de la ciudad; la electricidad es la fuente de energía más usada en el hogar, apagan las luces al salir de las

habitaciones, secan la ropa fuera siempre que sea posible y apagan las computadoras y monitores cuando no están en uso, que constituyen las actividades más comunes para ahorrar energía.

Los encuestados en su mayoría prefieren un tipo de dieta omnívoro. 60 % afirman que normalmente comen dos comidas grandes y dos o tres ligeros o medios por día. Respecto a la compra de alimentos la mayoría prefieren los supermercados, y alimentos que son certificados orgánicos o producidos de forma sostenible.

Respecto a las preguntas relacionadas con la estimación de la huella de bienes y servicios, casi el 70 % afirma que generalmente viven dentro de sus posibilidades 53 % utiliza algunos objetos durante años y sustituyen con otros antes de que sean necesarios. Los encuestados no tienden a reciclar materiales. El papel de primer uso es el que más se recicla, luego el aluminio que es menos reciclado, finalmente el 48 % de los encuestados a veces selecciona productos etiquetados como ecológico u orgánicos.

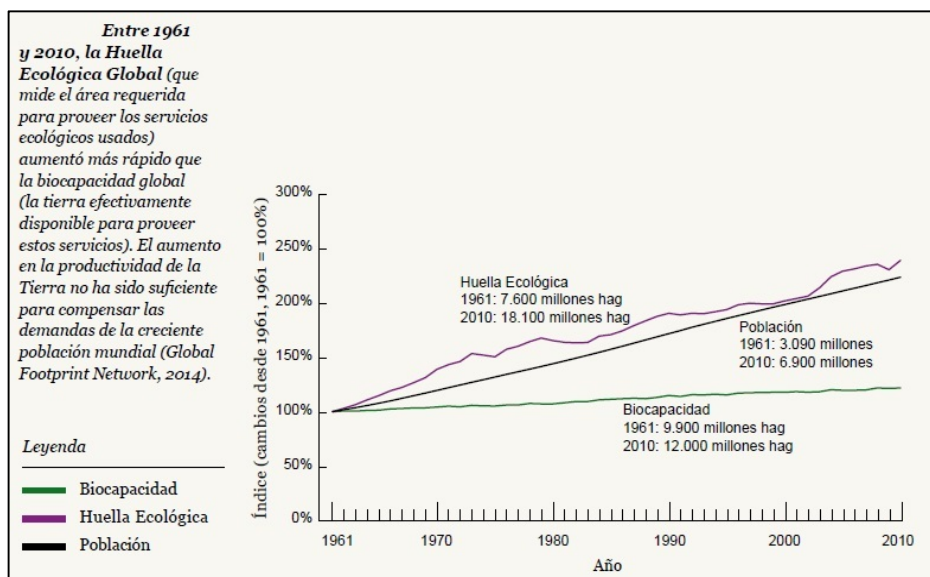


Figura 1. Comportamiento de la Biocapacidad, Huella Ecológica y Población entre 1961 – 2010.

Fuente: Informe Planeta Vivo, 2014.

Según la Global Footprint Network (2015) la biocapacidad per cápita del planeta al 2011 fue de 1,7 hag, y la huella ecológica de 2,6 hag. De tal manera que, aunque la biocapacidad ha aumentado globalmente (figura 1), hay menos para repartir. Ante la proyección de que la población mundial alcance los 9 600 millones en 2050 y los 11 000 millones en 2100, la biocapacidad disponible para cada uno de nosotros se reducirá aún más y será un reto cada vez mayor mantener los aumentos de biocapacidad.

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2007) de España, la huella ecológica española por habitante medio se situó en el año 2005 en 6,4 hag de territorio productivo, con un aumento del 19 % entre 1995 a 2005. El ritmo medio de crecimiento de la huella en esos 10 años fue de 0,1 hag al año es decir 2,7 m<sup>2</sup> diarios por persona, equivalente a un incremento diario de huella en el conjunto del país de unos 12 000 campos de fútbol.

El déficit ecológico español alcanzó en el año 2005 un valor muy próximo a las 4 hag por habitante con un aumento del 40 % entre los años 1995 al 2005. La huella ecológica española en el año 2005 fue 2,6 veces superior a la biocapacidad disponible en hag dicho de otro modo, se necesitan casi tres Españas para mantener el nivel de vida y población actuales. Los componentes de huella más decisivos de 1995 a 2005 son: Los consumos energéticos, 68 %; pesca, 24,1 %; pastos 9,2 %. El transporte constituye la segunda componente de la huella energética en importancia 23,4 % seguida por el sector residencial 11,2 %, servicios 9,2 % y agricultura 8,7 %.

La metodología utilizada para el cálculo de las huellas ecológicas provinciales de España estuvo basada en datos de consumo final en unidades físicas (alimentación, etc.); datos económicos de consumo final en hogares y un mix eléctrico regional.

De acuerdo a Torres (2012) cada habitante de Bolivia en promedio necesitaría 2,1 ha para poder vivir durante 1 año y satisfacer todas sus necesidades. De esta misma forma, si pensamos en Bolivia como nación, a ésta sólo le bastaría 0,38 mundos para solventar toda la carga que ejerce sobre el

medio ambiente. Estas cifras están ambas por debajo de los promedios mundiales, por ejemplo, para que el planeta pudiera sostener el actual ritmo de consumo y generación de residuos se necesitarían dos mundos para lograrlo. Es evidente que la huella ecológica de la humanidad, determinada por la demanda de la población sobre la naturaleza y toda la economía, torna imposible el proceso de regeneración del ciclo natural, con semejante demanda en aumento.

Tobasura (2008) en un estudio sobre huella ecológica para Manizales - Colombia, manifiesta que la huella ecológica está estimada en 2,899 ha por persona año, y está por encima de la capacidad del planeta, aunque por debajo de la huella ecológica para otras ciudades y países del mundo.

De acuerdo con los cálculos realizados, el componente que contribuye a incrementar el indicador es el consumo de alimentos básicos. Para la ciudad y el departamento este dato es muy importante, dado que el área agrícola del departamento, en su mayoría, está dedicada al cultivo del café que no es un producto fundamental de la dieta de los colombianos. Productos que son muy importantes en la dieta como el arroz, el trigo, la papa, el maíz, las hortalizas en buena parte se importan de otros departamentos. En el caso del arroz, el departamento no cuenta con suelos aptos para su cultivo, en tanto que el trigo es importado de otros países.

Quizá donde Manizales y el departamento de Caldas cuentan con una mejor dotación es en la captura de CO<sub>2</sub>, provisión de agua y generación de energía hidroeléctrica. En estos rubros, la región puede ser exportadora neta. Incluso, podría ofrecer posibilidades de vender bosques como sumideros de CO<sub>2</sub>. De todas formas, aunque en este aspecto el indicador es excedentario, preocupa el hecho de que la ganadería esté ocupando cada vez más áreas forestales y de conservación. Otro aspecto en el cual Manizales es deficitario es en el espacio para la vivienda y el espacio público por habitante. Dado que la topografía donde se encuentra la ciudad de Manizales es demasiado abrupta, el área para la construcción de viviendas y la oferta de espacio público son muy escasas. Las posibilidades de expansión urbana son mínimas, situación que afecta la disponibilidad de espacio público y pone en dificultad a la ciudad para

satisfacer la demanda habitacional. Manizales es una de las ciudades con el menor espacio físico por habitante en Colombia.

La población estimada de Manizales para 2004 fue de 382 193 habitantes y su huella per cápita fue de 2,869 ha. De esto se deduce que la huella ecológica para la ciudad sea de 1 107 418 has. Es decir, 25 veces el área disponible para la provisión de bienes y servicios ambientales.

En cuanto a alimentos, la ciudad depende de la importación de alimentos, que se proveen en primer lugar, de los municipios con los que comparte el concepto de “Región”, y en segundo lugar, de otros departamentos y de otros países. En consecuencia, la ciudad se torna insostenible y vulnerable en el corto tiempo.

En lo que respecta a oferta hídrica y energética, históricamente el departamento de Caldas ha sido reconocido por su potencial hidroeléctrico y sus buenas condiciones de brillo solar. La capacidad hídrica estimada en este ejercicio se reduce a la disponibilidad hídrica superficial, la cual presenta excedentes para el abastecimiento futuro de la ciudad y los municipios vecinos.

El Municipio de Manizales como tal presenta una considerable biocapacidad en términos de la disposición controlada de residuos sólidos en el Relleno Sanitario “La Esmeralda”, máxime si se asume la expansión de su vida útil hasta el año 2025, siendo receptor incluso de los residuos generados en otras municipalidades del departamento de Caldas.

El Ministerio del Ambiente del Perú (2013) determinó que la HE calculada del Perú en el 2013 fue de 1,46 hag. El departamento de Junín –en el cual se encuentra la ciudad de Huancayo como zona de estudio- está ubicado en la zona central de los Andes peruanos, con un área total de 44 197 km<sup>2</sup>, que representa el 3,4 % del territorio nacional.

La huella ecológica per cápita del departamento de Junín en el 2012 fue de 1,109 hag, estando en el quintil más bajo a nivel nacional (Ministerio del Ambiente del Perú, 2013).

## **2.2.2 Cambio Climático**

### **2.2.2.1 Gases de Efecto Invernadero y temperatura del planeta**

El Intergovernmental Panel on Climate Change (2013) (IPCC, por sus siglas en inglés) sostiene que el calentamiento global que venimos experimentando es inequívoco y que en su mayor parte se debe “muy probablemente” al incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por actividades humanas.

Las emisiones totales de GEI antropogénicas han seguido aumentando durante 1970 hasta el 2010, con mayores incrementos absolutos de décadas hacia el final de este período. A pesar de un número cada vez mayor de las políticas de mitigación del cambio climático, las emisiones anuales de GEI crecieron en promedio 0,4 giga tonelada de dióxido de carbono equivalente (Gt CO<sub>2</sub>eq) (1,3%) por año desde 1970 hasta 2000, y en 1,0 Gt CO<sub>2</sub>eq (2,2%) por año desde el 2000 hasta el 2010 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013).

Las emisiones totales de GEI antropogénicos en el 2000 llegaron de 40 Gt CO<sub>2</sub>eq/año y el 2010 llegó a 49 Gt CO<sub>2</sub>eq/año siendo los valores más altos en la historia humana; en este mismo periodo los GEI antropogénicos han aumentado en 10 Gt CO<sub>2</sub>eq, generado directamente por los sectores de energía (47 %), la industria (30 %), el transporte (11 %) y las construcciones (3 %) (1). Algunas excepciones de las grandes emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por uso de la energía son por procesos químicos (producción de cemento o cal, metalurgia, etc.) (González, 2013).

Alrededor de la mitad de las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> acumuladas entre 1750 y 2010 se han producido en los últimos 40 años;



asimismo estas emisiones proceden de la quema de combustibles fósiles y procesos industriales que contribuyeron con aproximadamente el 78 % del aumento total de las emisiones de GEI entre 1970 y 2010, un porcentaje de contribución similar para el período 2000 al 2010 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013); también el aumento de la concentración mundial de CO<sub>2</sub> -en una parte apreciable pero menor- es causado por los cambios de uso de la tierra y por la agricultura. El aumento de metano ha sido menos rápido desde comienzos de los años 90, en concordancia con las emisiones totales (como suma de fuentes antropogénicas y naturales), que han sido casi constantes durante ese período (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2007).

Según Gonzáles (2013) tres factores influyen en el incremento de la temperatura de la Tierra; el primero es determinado por el desarrollo de nuestra estrella, el Sol, el cual era 30 % menos cálido a principios de nuestro sistema planetario. Sin embargo, hoy el calentamiento supera la media global y continuará calentándose pero a escala de miles de millones de años, lo cual hace de ese factor una constante para el *Homo Sapiens*.

El segundo es determinado por los ciclos de Milankovitch el más relevante de los cuales, tienen que ver con que tan excéntrica es la elíptica que traza la Tierra en su órbita alrededor del sol que varía en ciclos de 100 000 y 400 000 años, haciéndose más o menos alargada, modificando las distancias máximas al sol, con lo que las estaciones se hacen más extremas. También este factor termina siendo una constante para el *Homo Sapiens* (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2013).

El tercer factor son las concentraciones de CO<sub>2</sub> y otros GEI, que pueden variar por factores geológicos, como el vulcanismo, en el curso de miles de años. Ahora el hombre las ha hecho variar a la alza, en el lapso de solo doscientos años. Un gran forzamiento antropogénico para el ciclo biogeoquímico del carbono con el consiguiente incremento de las concentraciones y de la temperatura superficial promedio (Gonzáles, 2013).

Con base en los conocimientos científicos actuales, el previsible incremento de las concentraciones de GEI en el curso del siglo anuncia con bastante certeza que, si bien la temperatura superficial promedio global es de 14,5 °C (tal y como se ha mantenido en los últimos 12 mil años, durante el Holoceno), para el 2100 estaríamos entre 18,5 y 19°C, lo cual sería una catástrofe por los impactos adversos en la disponibilidad de recursos naturales para la economía humana. El agua, aire, tierra y los alimentos serían insuficientes para una población que habría rebasado los 10 mil millones de habitantes (González, 2013).

En el mundo, el crecimiento económico y de población siguen siendo los impulsores más importantes del aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles y este incremento constituye una de las causas del cambio climático global. La contribución del crecimiento de la población entre los años 2000 y 2010 se mantuvo más o menos idéntica a las tres décadas anteriores, mientras que la contribución del crecimiento económico ha aumentado considerablemente (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013).

El cambio climático es uno de los mayores problemas de nuestro tiempo y existe una profunda alarma porque las emisiones de GEI siguen aumentando en todo el mundo. Preocupa profundamente que todos los países, en particular los países en desarrollo, sean vulnerables a los efectos adversos del cambio climático y ya estén experimentando mayores efectos, entre ellos sequías persistentes y fenómenos meteorológicos extremos, aumento del nivel del mar, erosión costera y acidificación de los océanos, que amenazan todavía más la seguridad alimentaria y las medidas para erradicar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible. Así pues, se pone de manifiesto que la adaptación al cambio climático representa una prioridad mundial inmediata y urgente.

No obstante la naturaleza mundial del cambio climático requiere la cooperación más amplia posible de todos los países y su participación en una respuesta internacional efectiva y apropiada, con miras a acelerar la reducción de las emisiones mundiales de GEI (Organismo de Naciones Unidas, 2013).

### **2.2.2.2 Temperatura superficial y retroceso glaciar**

Los glaciares, pasan por un deshielo global desde hace más de cien años y a una velocidad sin precedentes. Michael Zemp, líder del Servicio de Monitoreo Mundial de Glaciares (WGMS), sostiene que los glaciares observados pierden hoy entre medio metro y un metro de espesor de hielo cada año, caso que representa dos o tres veces más que el promedio del siglo pasado (Gubin). El manto de nieve en primavera en el hemisferio norte sigue reduciéndose. Existe un nivel de confianza alto en cuanto a que las temperaturas del permafrost han aumentado en la mayoría de las regiones desde principios de la década de 1980 en respuesta al aumento de la temperatura en superficie y la alteración del manto de nieve.

En el Ártico, es muy probable que la superficie media anual del hielo marino haya disminuido durante el período 1979-2012 en un rango del 3,5 % al 4,1 % por decenio. La extensión del hielo marino en la zona ha disminuido en cada estación y en cada decenio sucesivo desde 1979, y es en verano cuando se ha registrado el mayor ritmo de disminución en la extensión media decenal.

En la Antártida, es muy probable que la extensión media anual del hielo marino haya aumentado en un rango de entre el 1,2 % y el 1,8 % por decenio entre 1979 y 2012; sin embargo, existe un nivel de confianza alto respecto a que existen marcadas diferencias regionales en este continente, con un aumento de la extensión en algunas regiones y una disminución en otras. Durante el período 1901-2010, el nivel medio global del mar se elevó 0,19 m (de 0,17 a 0,21 m). Desde mediados del siglo XIX, el ritmo de la elevación del nivel del mar ha sido superior a la media de los dos milenios anteriores (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2014).

El retroceso de la masa glaciar en las montañas chinas, por ejemplo, están identificadas como muy vulnerables al cambio climático, sobre todo en el oeste de China. Durante el período 1961-2007, aproximadamente el 92 % de las zonas de glaciares tenía una vulnerabilidad leve, hoy el 41,2 % de tales áreas está en los niveles fuerte y muy fuerte de vulnerabilidad.

En general, la vulnerabilidad de los glaciares muestra una tendencia decreciente entre el 2030 y el 2050, pero los glaciares en Altai, Tianshan, Kunlun, las zonas central y occidental de la montaña Qilian, zonas central y oriental del Himalaya, y el sureste del Tíbet, seguirán siendo clasificadas en los niveles fuerte y muy fuertes de vulnerabilidad.

Los glaciares de China eran relativamente muy vulnerables en el período 1961-2007, y se consideran que la topografía y la alta sensibilidad de los glaciares al cambio climático son las razones de esta situación. Además de los factores topográficos, se considera que las variaciones en las precipitaciones podrían convertirse en un factor crucial que afecta la vulnerabilidad de los glaciares en los años 2030 y 2050 (Jian-Ping, Yong-Jian, Shi-Yin, & ChunPing, 2015).

En la morfología de los ecosistemas de las altas montañas, están registrándose los impactos negativos a los glaciares tropicales denominado retroceso glaciar, y aparición de nuevas lagunas en las concavidades dejadas por la masa de hielo. Los cambios de las variaciones de las coberturas de glaciares y lagunas se evidencian en las 19 cordilleras nevadas del Perú divididas en 3 sectores: Norte, Centro y Sur mostrando un total de 2 679 glaciares con una superficie de 1 298,59 km<sup>2</sup>.

Las cordilleras de mayor extensión son: La Cordillera Blanca (Andes del Norte), Vilcanota y Vilcabamba (Andes del Centro) con 755, 374 y 355 glaciares y superficies de 527,62; 279,40 y 129,15 km<sup>2</sup> respectivamente. En general la altitud mínima de los glaciares inventariados se encuentra sobre los 4000 m s.n.m. Las cordilleras nevadas del Perú en los últimos 40 años han registrado una pérdida en superficie de 42,64 %, con respecto a los resultados obtenidos en el inventario del año 1970. Los glaciares pequeños son los más susceptibles a los cambios de superficie; en el último inventario realizado se ha identificado un total de 2 341 glaciares (87,38 %) con superficie  $\leq 1$  km<sup>2</sup> y 338 glaciares (12,62 %) con superficie  $> 1$  km<sup>2</sup>. Los resultados obtenidos del inventario de lagunas de origen glaciar suman un total de 8 355 lagunas, que se ubican en el

ámbito de las 19 cordilleras nevadas del país, y cubre una superficie de 916,64 km<sup>2</sup>.

Entre el 2003 y el 2011 las mediciones de balance de masa realizadas en los glaciares Yanamarey y Artesonraju en la Cordillera Blanca, en Huaraz, mostraron en el caso del Yanamarey pérdidas de área en el frente, y en los bordes laterales hasta la parte alta del glaciar. A pesar de la desaceleración del aumento de la temperatura y un aumento en la precipitación, la retirada de los glaciares ha continuado a un ritmo elevado en los últimos treinta años.

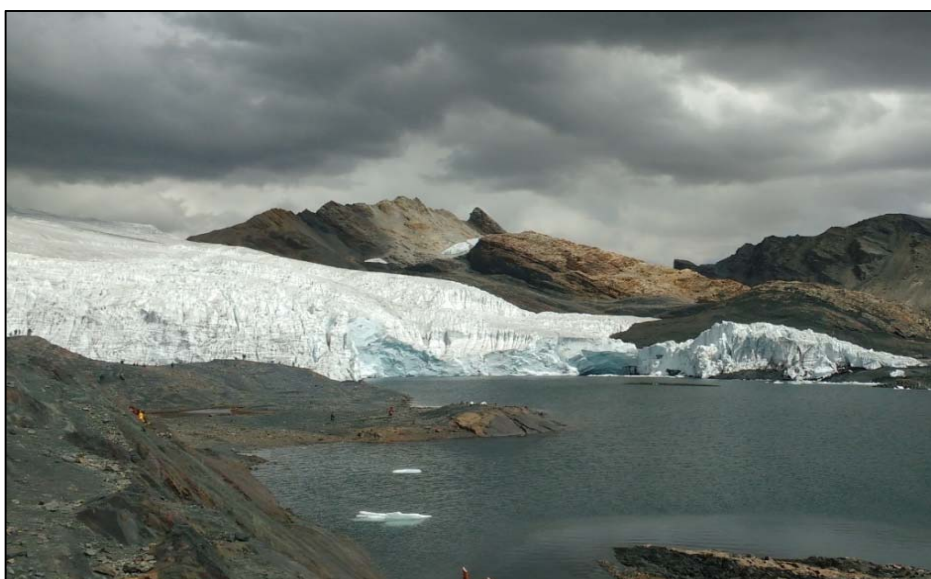


Figura 2. Nevado Pastoruri en la Cordillera Blanca, Ancash, Perú.

La precipitación y la temperatura pueden afectar el proceso de acumulación. El aumento de la precipitación observada durante las estaciones húmedas conduciría a un aumento de la precipitación sólida en el área de acumulación y, por tanto, un balance de masas más positivo anual en caso de precipitación que caiga en forma de nieve (Vuille , Kaser, & Juen, 2008); por ejemplo, se encontró que en escalas de tiempo interanuales, la variabilidad de la precipitación parece ser el principal motor de las fluctuaciones de la masa glaciar en la Cordillera Blanca. Por otro lado, el aumento de temperaturas de aire durante los episodios de precipitaciones conduce también a un aumento de la línea de nieve. Sin embargo, el aumento de la temperatura del aire en los últimos

treinta años es particularmente dominante en la temporada de junio a noviembre, relativamente seca, en la que las precipitaciones son más bien escasas.

Las precipitaciones en la Cordillera Blanca han aumentado significativamente entre 1980 y 2012, lo que llevaría a un balance de masa más positivo si la precipitación cae en forma de nieve condición que evidencia que los glaciares han continuado retrocediendo desde los ochenta. La disminución de la superficie glaciaria es particularmente alta para los glaciares de baja altitud y glaciares aislados como el Yanamarey y Pastoruri (figura 2).

Hay estudios que informan de los diferentes escenarios de retiro para los pequeños glaciares con elevaciones máximas debajo de 5400 m s. n. m. y los grandes glaciares con la máxima elevación por encima de tal altitud. Los cambios de temperatura y precipitación desde los ochenta probablemente no explican por completo el fuerte retroceso de los glaciares durante los últimos 30 años. Por ello es posible que el reciente retroceso de los glaciares aún puede ocurrir en respuesta a la fuerte subida de temperatura de más de 0,3 °C por década antes de 1980, especialmente en la década de 1970.

En general, los glaciares con bajo espesor del hielo en la línea de equilibrio y grande ablación anual en la lengua del glaciar tienen tiempos de respuesta menores a perturbaciones climáticas que las grandes glaciares. Existen mediciones y estimaciones de espesor de hielo y tasas de ablación anuales para algunos glaciares en la Cordillera Blanca (por ejemplo Artesonraju) y permiten estimar un tiempo de respuesta del orden de diez a cuarenta años.

El fuerte retroceso de los glaciares observado durante las últimas tres décadas puede incluir una señal del aumento de la temperatura antes de la década de 1980, en función del glaciar. La subida temperatura moderada durante los últimos treinta años, puede haber inducido un forzamiento adicional. Sin embargo, la interpretación de las respuestas de los glaciares de forzamiento climático es un reto, ya que algunas fluctuaciones climáticas ocurren en escalas de tiempo más corto que los tiempos de reacción y, en consecuencia, la

respuesta observada de un glaciar puede ser una reacción a un gran número de causas superpuestas (Schauwecker , y otros, 2014).

El Huaytapallana al 2009 muestra una pérdida de 34,50 km<sup>2</sup> de área glaciar que representa el 58,40 % de 59,08 km<sup>2</sup> según la cobertura de 1970 realizada por Hidrandina S. A. en 1989 (Autoridad Nacional del Agua, 2014).

## **2.3 Base conceptual**

### **2.3.1 Huella ecológica**

Según W. Rees y M. Wackernagel, la huella ecológica (HE), es definida como “el área o territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área”. En otras palabras, es un indicador biofísico del impacto de una población determinada, de acuerdo con su estilo de vida y la productividad de su espacio físico, dados por los consumos y la tecnología utilizada.

En principio, la HE parece un buen indicador de (in)sostenibilidad del planeta, una ciudad, una región o un territorio. De acuerdo al estilo de vida y de consumo de una sociedad, muestra el espacio en ha/per cápita requerida para satisfacer las necesidades de alimentación, oxígeno, energía, vivienda, agua, espacios para vertido, etc. (Rees & Wackernagel, 1995).

### **2.3.2 Biocapacidad**

La biocapacidad, por su parte, es la superficie de tierra disponible para un determinado nivel de producción y también se expresa en unidades de hectáreas globales.

En el conjunto del mundo cada persona dispone de los recursos producidos por unas 2 ha de terreno al año, distribuidos del siguiente modo: 0.25

ha de cultivos, 0,6 ha de pastos, 0,6 de bosques, 0,03 de terreno construido y 0,5 ha de mar (Doménech, 2007). Descontando el 12 % necesario para la conservación de la biodiversidad se obtiene 1,7 ha/cap/año (Naciones Unidas, 1987).

Para el cálculo de la biocapacidad se requiere conocer la extensión de las tierras en producción y las que aún están desocupadas, con su rendimiento por unidad de área (Tobasura Acuña, 2008).

### 2.3.3 Déficit o excedente ecológico

Para comprobar la presencia de superávit o déficit ecológico se busca la diferencia entre el área consumida (huella ecológica) y el área disponible (biocapacidad), por cada una de las categorías y de forma total. Permite conocer el nivel de autosuficiencia del ámbito de estudio, si el valor de la huella ecológica está por encima de la biocapacidad, la región presenta un déficit ecológico. Si, por el contrario, la biocapacidad es igual o mayor a la huella ecológica, la región presenta un superávit ecológico (tabla 1), siempre teniendo en consideración las limitaciones del indicador (Nodarse García y otros, 2012) (tabla 2).

Tabla 2. Comparación entre la huella ecológica y la biocapacidad.

Huella ecológica	>	Biocapacidad	La región presenta un déficit ecológico
Huella ecológica	< =	Biocapacidad	La región presenta superávit ecológico

Fuente: Nodarse García y otros, 2012.

En el marco de la sostenibilidad, el objetivo final de una sociedad tendría que ser el de disponer de una huella ecológica que no sobrepasara su biocapacidad, y por tanto, que el déficit ecológico fuera cero.



### 2.3.4 Método general para el cálculo de la biocapacidad y huella ecológica

Para el cálculo de la huella ecológica se utilizó la metodología denominada sistema compuesto por Chambers, Simmons y Wackernagel (2000) que, además de no diferir de la original propuesto por Wackernagel y Rees (1996) se ha extendido a los últimos cálculos mundiales, ya referenciados, por Venetoulis, Chazan y Gaudet (2004).

La aplicación de esta sistemática de cálculo se justifica por dos razones: en primer lugar, se trata de la metodología más contrastada y desarrollada y, en segundo término, el uso de este sistema ya generalizado permite la comparación de los resultados finales alcanzados para Huancayo, con los observados en otras áreas o países.

El cálculo de la huella ecológica se realiza tomando en cuenta las sub huellas de cultivos, pastos, bosques, mar productivo, superficie artificializada y el área de absorción de CO<sub>2</sub>.

#### Cálculo de la sub huella cultivos

Son las superficies con actividad agrícola y que constituyen la tierra más productiva ecológicamente hablando, pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2007).

Los cultivos se subdividen en cereales, hortalizas, legumbres, tubérculos y raíces, viandas, cítricos, frutas y otros alimentos, a su vez estas subcategorías se dividen en productos específicos.

$$S. H. \text{ cultivos} = \sum \frac{\text{Cons.i.cereales}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.i.tub y raíces}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.i.legumbres}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.i.hortalizas.}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.i.otros alimentos}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}}$$

## Cálculo de la sub huella pastos

Son espacios utilizados para el pastoreo de ganado, en general considerablemente menos productivos que los agrícolas (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2007). En el caso de los pastos se subdividen en las categorías: Huevo, leche y carnes (bovina, porcina y avícola.)

$$S. H. \text{ pastos} = \sum \frac{\text{Cons.i. carne bovina}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.i. carne porcina}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.i. carne avicola}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.i. huevos.}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.i. leche}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}}$$

## Cálculo de la sub huella de bosques

Son superficies forestales sean naturales o repobladas, pero siempre que se encuentren en explotación (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2007).

Para determinar la subhuella de bosques se considera lo siguiente: Madera, papel y leña.

$$S. H. \text{ bosques} = \sum \frac{\text{Cons.madera}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.leña.}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons. papel}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}}$$

## Cálculo de la sub huella mar productivo

Son las superficies marinas en las que existe una producción biológica mínima para que pueda ser aprovechada por la sociedad humana (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2007).

Es lo relacionado con los productos del mar y se divide en: Pescado fresco, pescado envasado, mariscos, otros alimentos pesqueros.

$$S. H. \text{ mar} = \sum \frac{\text{Cons.i. pesc.fresc}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.i. pesc.env.}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.i.mariscos}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}} + \frac{\text{Cons.i. otros alim.pesq.}}{\text{habitante}} \frac{1}{\text{rend.i.}}$$

## Cálculo de la subhuella de superficie artificializada

Considera las áreas urbanizadas y las ocupadas por infraestructuras (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2007).

$$S. H. \text{ superficie artificializada} = \sum \frac{\text{superficie construida/habitante}}{\text{factor}}$$

## Cálculo de sub huella de área de absorción de CO<sub>2</sub>

Superficies de bosque necesarias para la absorción de las emisiones de CO<sub>2</sub> debida al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2007).

$$S. H. \text{ absorción de CO}_2 = \sum \frac{\frac{\text{Cons.ele}}{\text{habitante}}}{\text{factor de conversion}} + \frac{\frac{\text{Cons.GLP}}{\text{habitante}}}{\text{factor de conversion}} + \frac{\frac{\text{Cons.diesel}}{\text{habitante}}}{\text{factor deconversion}} + \frac{\frac{\text{Cons.gasol}}{\text{habitante}}}{\text{factor deconversion}} + \frac{\frac{\text{Cons.lubri.}}{\text{habitante}}}{\text{factor deconversion}} + \frac{\frac{\text{Cons.nafta}}{\text{habitante}}}{\text{factor deconversion}}$$

## Procedimiento de cálculo de la biocapacidad

$$\text{Biocapacidad} = \sum \frac{\text{sup.cultivada} + \text{sup.forestal} + \text{sup.poblacional construida} - \text{sup. ociosa}}{\text{habitante}} - 12\% \text{ biodiversidad}$$

## Procedimiento de cálculo de la huella ecológica

Para determinar la huella ecológica general se suman todas las sub huellas de cada categoría para de esta forma obtener la superficie de tierra y mar ecológicamente productiva ocupados exclusivamente para producir todos los recursos consumidos y para asimilar todos los desechos generados por la población en estudio.

*Huella ecológica = sub huella de cultivos+ sub huella de pastos+ sub huella de mar productivo + sub huella de bosques + sub huella superficie artificializada + sub huella absorción de CO<sub>2</sub>.*

Luego se hace una comparación entre la huella ecológica y la biocapacidad para determinar si existe excedente o déficit ecológico.

### **2.3.5 Cambio climático**

Es la variación del estado del clima, identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2014).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, Grupo de Trabajo II, 2014).

#### **2.3.5.1 Cambios observados del cambio climático**

La influencia humana en el sistema climático es clara, y las emisiones antropógenas recientes de gases de efecto invernadero son las más altas de la historia. Los cambios climáticos recientes han tenido impactos generalizados en los sistemas humanos y naturales.

El calentamiento en el sistema climático es inequívoco, y desde la década de 1950 muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los

últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar se ha elevado.

Cada uno de los tres últimos decenios ha sido sucesivamente más cálido en la superficie de la Tierra que cualquier decenio anterior desde 1850. Es probable que el período 1983-2012 haya sido el período de 30 años más cálido de los últimos 1 400 años en el hemisferio norte, donde es posible realizar esa evaluación (nivel de confianza medio). Los datos de temperatura de la superficie terrestre y oceánica, combinados y promediados globalmente, calculados a partir de una tendencia lineal, muestran un calentamiento de 0,85 [0,65 a 1,06] °C, durante el período 1880-2012, para el que se han producido de forma independiente varios conjuntos de datos.

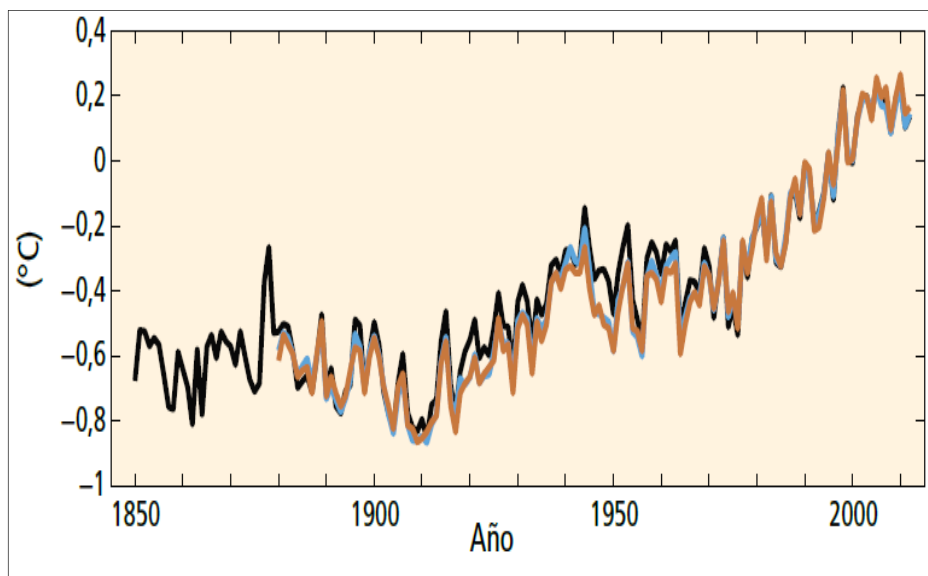


Figura 3. Anomalías del promedio anual y global de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas, combinadas respecto del promedio del período de 1986 a 2005. Fuente: Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2014.

Además de registrar un calentamiento multidecenal notable, la temperatura media global en superficie muestra una variabilidad decenal e interanual considerable (figura 3). Debido a esa variabilidad natural, las tendencias basadas en períodos de registros cortos son muy sensibles a las fechas de inicio y final, y no reflejan en general las tendencias climáticas a largo plazo. Por ejemplo, la tasa de calentamiento durante los últimos 15 años (0,05

[−0,05 a 0,15] °C por decenio, entre 1998 y 2012), que comienza con un fuerte efecto del fenómeno El Niño, es menor que la tasa registrada desde 1951 (0,12 [0,08 a 0,14] °C por decenio, entre 1951 y 2012).

El calentamiento del océano domina sobre el incremento de la energía almacenada en el sistema climático y representa más del 90% de la energía acumulada entre 1971 y 2010 (nivel de confianza alto), siendo únicamente en torno al 1% la energía almacenada en la atmósfera. A escala global, el calentamiento del océano es mayor cerca de la superficie. Los 75 m superiores se han calentado 0,11 [0,09 a 0,13] °C por decenio, durante el período comprendido entre 1971 y 2010. Es prácticamente seguro que la capa superior del océano (0-700 m) se haya calentado entre 1971 y 2010, y es probable que se haya calentado entre la década de 1870 y 1971.

En promedio, sobre las zonas continentales de latitudes medias del hemisferio norte, las precipitaciones han aumentado desde 1901 (nivel de confianza medio antes de 1951, y alto después). En otras latitudes, existe un nivel de confianza bajo en las tendencias positivas o negativas a largo plazo promediadas por zonas. Las observaciones de cambios en la salinidad de la superficie del océano también ofrecen una evidencia indirecta de cambios en el ciclo global del agua sobre el océano (nivel de confianza medio). Es muy probable que las regiones con alta salinidad, donde predomina la evaporación, se hayan vuelto más salinas, y que las regiones con baja salinidad, donde predominan las precipitaciones, se hayan desalinizado desde la década de 1950.

Desde el comienzo de la era industrial, la incorporación de CO<sub>2</sub> en el océano ha dado lugar a su acidificación; el pH del agua del océano superficial ha disminuido en 0,1 (nivel de confianza alto), lo que corresponde a un 26% de aumento de la acidez, medida como concentración de los iones de hidrógeno.

En el período comprendido entre 1992 y 2011, los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida han ido perdiendo masa (nivel de confianza alto), y es probable que esa pérdida se haya producido a un ritmo más rápido entre 2002 y 2011. Los glaciares han continuado menguando en casi todo el mundo (nivel de

confianza alto). El manto de nieve en primavera en el hemisferio norte ha seguido reduciéndose en extensión (nivel de confianza alto). Existe un nivel de confianza alto en cuanto a que las temperaturas del permafrost han aumentado en la mayoría de las regiones desde principios de la década de 1980 en respuesta al aumento de la temperatura en superficie y la alteración del manto de nieve.

Es muy probable que la superficie media anual del hielo marino del Ártico haya disminuido durante el período 1979-2012 en un rango del 3,5% al 4,1% por decenio. La extensión del hielo marino del Ártico ha disminuido en cada estación y en cada decenio sucesivo desde 1979, siendo en verano cuando se ha registrado el mayor ritmo de disminución en la extensión media decenal (nivel de confianza alto). Es muy probable que la extensión media anual del hielo marino de la Antártida haya aumentado en un rango de entre el 1,2% y el 1,8% por decenio entre 1979 y 2012. Sin embargo, existe un nivel de confianza alto en cuanto a que existen marcadas diferencias regionales en la Antártida, con un aumento de la extensión en algunas regiones y una disminución en otras.

Durante el período 1901-2010, el nivel medio global del mar se elevó 0,19 [0,17 a 0,21] m (figura 4). Desde mediados del siglo XIX, el ritmo de la elevación del nivel del mar ha sido superior a la media de los dos milenios anteriores (nivel de confianza alto) (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2014).

### **2.3.5.2 Causas del cambio climático**

Las emisiones antropógenas acumuladas de gases de efecto invernadero (GEI) desde la era preindustrial han experimentado grandes aumentos en las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Entre 1750 y 2011 las emisiones antropógenas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera acumuladas fueron de 2 040 ± 310 Gt CO<sub>2</sub>.

Alrededor del 40 % de esas emisiones han permanecido en la atmósfera (880 ± 35 Gt CO<sub>2</sub>) y el resto fueron removidas de la atmósfera y almacenadas en la tierra (en plantas y suelos) y en el océano. Los océanos han absorbido alrededor del 30% del CO<sub>2</sub> antropógeno emitido, provocando su acidificación.

Alrededor de la mitad de las emisiones de CO<sub>2</sub> antropógenas acumuladas entre 1750 y 2011 se han producido en los últimos 40 años (nivel de confianza alto).

Las emisiones antropógenas totales de GEI han seguido aumentando entre 1970 y 2010 con mayores incrementos absolutos entre 2000 y 2010, a pesar del creciente número de políticas de mitigación del cambio climático. Las emisiones antropógenas de GEI en 2010 alcanzaron la cifra de  $49 \pm 4,5$  Gt CO<sub>2</sub>-eq/año<sup>3</sup>. Las emisiones de CO<sub>2</sub> procedente de la combustión de combustibles fósiles y los procesos industriales contribuyeron en torno al 78% del aumento total de emisiones de GEI de 1970 a 2010, con una contribución porcentual similar para el aumento experimentado durante el período de 2000 a 2010 (nivel de confianza alto). A nivel mundial, el crecimiento económico y el crecimiento demográfico continuaron siendo los motores más importantes de los aumentos en las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la quema de combustibles fósiles.

La contribución del crecimiento demográfico entre 2000 y 2010 siguió siendo a grandes rasgos idéntica a los tres decenios anteriores, mientras que la contribución del crecimiento económico ha aumentado notablemente. El mayor uso del carbón ha invertido la prolongada tendencia de descarbonización gradual (p. ej. al provocar una disminución de la intensidad de carbono de la energía) del suministro energético mundial (nivel de confianza alto).

Desde el Cuarto Informe de Evaluación (IE4) ha aumentado la evidencia de la influencia humana en el sistema climático. Es sumamente probable que más de la mitad del aumento observado en la temperatura media global en superficie en el período de 1951 a 2010 haya sido causado por la combinación del incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero antropógenos y de otros forzamientos antropógenos.

De acuerdo con las mejores estimaciones, la contribución de la actividad humana al calentamiento es similar al calentamiento observado durante el mencionado período. Es probable que los forzamientos antropógenos hayan contribuido considerablemente a los aumentos de la temperatura en superficie



desde mediados del siglo XX en todas las regiones continentales, excepto la Antártida.

Es probable que la influencia antropógena haya afectado al ciclo global del agua desde 1960 y haya contribuido al retroceso de los glaciares desde la década de 1960 y al aumento del deshielo del manto de hielo de Groenlandia desde 1993. Es muy probable que la influencia antropógena haya contribuido a la pérdida de hielo marino en el Ártico desde 1979 y que haya contribuido significativamente a aumentos en el contenido global de calor en la capa superior del océano (0-700 m) así como a la elevación del nivel medio global del mar observado desde la década de 1970 (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2014).

### **2.3.5.3 Crecimiento demográfico y cambio climático**

El mundo seguirá creciendo. Las más recientes proyecciones de las Naciones Unidas no prevén todavía un punto de inflexión en el crecimiento poblacional en el transcurso del presente siglo, pero se estima que, dadas las tendencias demográficas registradas, para mediados de siglo seremos alrededor de 9 mil 300 millones de habitantes en el planeta. La dinámica demográfica es la principal fuerza conductora del cambio ambiental global, pues constituye una presión para ocupar cada vez más espacios, explotar más recursos, producir más alimentos, consumir más agua, contaminar más, utilizar más energía y emitir más gases de efecto invernadero (González, 2013).

La disminución del crecimiento demográfico resulta un requisito necesario para reducir las emisiones de carbono en el futuro; sin embargo, se objeta que ello puede dar lugar a programas de “control demográfico” en los países en desarrollo. Y como se sabe, estos países se verían afectados gravemente por el cambio climático; desde tal perspectiva ha sido identificado por lo menos una de tres posibles formas de interacción entre las tendencias demográficas y los efectos del cambio climático: (i) un rápido deterioro de las fuentes de recursos naturales, (ii) mayor demanda de recursos escasos y (iii) el aumento de la

vulnerabilidad humana a fenómenos meteorológicos extremos (Bryant, Carver, Butler, & Anaged, 2009).

Resultados de investigaciones indican que habría que ofrecer más posibilidades de acceso voluntario a los servicios de planificación familiar a las comunidades pobres de los países menos adelantados. Este enfoque prioriza el bienestar de las comunidades pobres afectadas por el cambio climático, a diferencia de la otra postura que propone la reducción del crecimiento de la población a fin de limitar el aumento de las emisiones de carbono mundiales (Bryant, Carver, Butler, & Anaged, 2009).

El crecimiento poblacional aumenta la demanda de bienes y servicios, sin duda implica una mayor presión ambiental. Al mismo tiempo, el crecimiento económico, lo que se considera como la mejor manera de reducir la tasa de crecimiento de la población, también se asocia con una severa degradación de los recursos naturales. Hasta ahora, en los países en desarrollo los mecanismos del crecimiento económico han sido incapaces de reducir la presión demográfica y el desarrollo económico inequitativo, pero a la vez estos mecanismos tienden a reforzar los factores de la degradación ambiental resultante de la actividad económica. Es lo que llamamos la paradoja del crecimiento económico.

Dos soluciones se prevén normalmente para limitar el crecimiento de la población en el tercer mundo: la primera, se basa en el control de la tasa de fecundidad y la otra en el crecimiento económico. En teoría, estas dos soluciones deben ser complementarias, pero en la práctica a menudo son contradictorias. Aunque se han conseguido algunos buenos resultados, la primera solución, basada en el control de la fertilidad, no solo se enfrenta a muchos obstáculos económicos, sociales y culturales que limitan seriamente su aplicación en los países pobres, sino también parece incapaz de hacer frente al tamaño del problema demográfico. La segunda solución, como es el crecimiento económico, cada vez más generalizada, también está abierta a algunas objeciones básicas (Beato & Chiarello, 2013).

Las discusiones sobre el cambio climático generalmente tienden a concentrarse en las emisiones de carbono de una persona durante toda su vida, estas son cuestiones importantes y esenciales considerarlas; sin embargo, un reto adicional al que nos enfrentamos es el crecimiento demográfico y el aumento del consumo global de recursos (Center for biological diversity, 2013).

Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático se espera que el cambio climático intensifique el estrés actualmente padecido por los recursos hídricos, debido al crecimiento de la población, el cambio económico, los usos de la tierra y, en particular, a la urbanización. A escala regional, los bancos de nieve de montaña, los glaciares y los pequeños casquetes de hielo desempeñan un papel crucial con respecto a la disponibilidad de agua dulce. Según las proyecciones, las pérdidas de masa generalizadas de los glaciares y las reducciones de la cubierta de nieve de los últimos decenios se acelerarían durante el siglo XXI, reduciendo así la disponibilidad de agua y el potencial hidroeléctrico, y alterando la estacionalidad de los flujos en regiones abastecidas de agua de nieve de las principales cordilleras (por ejemplo, Hindu Kush, Himalaya, los Andes), donde vive actualmente más de la sexta parte de la población mundial (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2007).

El Perú, uno de los países que está siendo afectado por el cambio climático, al 2013 tiene una población de 30 475 144 habitantes y el departamento de Junín 1 331 253 (INEI, 2015), un alto porcentaje concentrado en la zona urbana y la población de la zona rural dedicada a la agricultura sería uno de los sectores más afectados por este fenómeno.

Sin duda, el crecimiento poblacional es un factor que acelera el cambio climático, en los Andes Centrales del Perú se puede encontrar varios casos en los cuales este crecimiento impacta negativamente. Es el caso del lago Chinchaycocha, contaminada por relaves mineros y una creciente demanda de explotación de su biodiversidad por las comunidades asentadas en los alrededores. También, está la contaminación del río Mantaro con aguas residuales y residuos sólidos arrojados desde los diversos distritos de la cuenca del Mantaro, sobre todo alta y media, aguas contaminadas que son utilizadas

para la generación de energía eléctrica desde la Central Hidroeléctrica Santiago Antúnez de Mayolo, ubicada en el departamento de Huancavelica. Otro caso preocupante es la aceleración del retroceso de la masa glaciaria del nevado Huaytapallana, debido al incremento de actividades turísticas, culturales, de pastoreo, entre otras en la zona (Arroyo, 2013).

#### **2.3.5.4 Consumo de energía y cambio climático**

En el actual cambio climático por primera vez se viene demostrando que la humanidad ha cambiado decisivamente un ciclo liberando CO<sub>2</sub> a la atmósfera a través de la quema de combustibles fósiles y cambios en el uso del suelo por más de 500 000 años. El origen del cambio climático se remonta a dos grandes transformaciones en el uso de la energía. En primer lugar, la energía hidráulica fue reemplazada por el carbón, una fuente de energía condensada por la naturaleza a lo largo de millones de años. Fue el aprovechamiento del carbón para nuevas tecnologías lo que propulsó la revolución industrial y desató aumentos sin precedentes en la productividad. La segunda gran transformación ocurrió 150 años más tarde. El petróleo había sido una fuente de energía humana durante milenios.

En China, por ejemplo, se registran pozos petroleros ya en el siglo IV. No obstante, la utilización del petróleo para los motores de combustión interna a comienzos del siglo XX marcó el inicio de una revolución en el transporte. La quema de carbón y petróleo, junto con el gas natural, ha transformado a las sociedades humanas al proveerle la energía impulsora de grandes aumentos en la riqueza y la productividad, pero también ha impulsado el cambio climático (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2007-2008).

La economía humana ha crecido vertiginosamente, se multiplicó más de 60 veces desde la revolución industrial a la fecha, y entre 2010 y 2050 se multiplicará por cuatro. ¿Cómo proveer la suficiente cantidad de energía para tal crecimiento económico sin continuar acrecentando las emisiones de gases de efecto invernadero y por tanto el cambio climático?

Las respuestas tecnológicas y las propuestas globales están a la vista, pero no hay suficiente voluntad política de los grandes tomadores de decisiones para aportar en su solución. Una propuesta importante es abandonar los combustibles fósiles (carbón, petróleo) como fuente principal de producción energética, y migrar lo más rápido posible hacia fuentes de energías renovables como la hidráulica, eólica, mareomotriz, geotérmica y sobre todo la energía solar (González, 2013). De esta forma, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero se prevé que estaría adecuadamente encaminada. Complementariamente, hay necesidad de incrementar la eficiencia de las plantas generadoras, el aumento del uso de tecnologías de energía renovable, reforzado con un uso más eficiente de la energía en el transporte, los edificios y los distintos sectores industriales (World Resources Institute, 2005).

Al fin y al cabo, debemos tener en cuenta que prácticamente toda la energía que tenemos disponible en el planeta proviene del Sol. Los combustibles fósiles son tales porque alguna vez fueron seres vivos que, en grandes cantidades, quedaron sepultados y por procesos geológicos de millones de años se transformaron en petróleo y carbón. Es decir, son productos de la fotosíntesis del pasado. Asimismo, las energías eólica e hidráulica son producto de energía solar más gravedad. Salvo la geotérmica y la atómica, todas las fuentes de energía en la Tierra tienen que ver con el Sol de alguna manera (González, 2013).

De acuerdo con las tendencias de consumo energético, todo parece indicar que el cambio climático es y será inevitable, y la Tierra continuará calentándose. Solo basta imaginar que de llegar el incremento del consumo energético al 83,7 % hasta el año 2025, tal como está previsto desde 1990, el planeta recibirá el 76,4 % más de CO<sub>2</sub> en este lapso (Butze, 2004).

#### **2.3.5.5 Biodiversidad y cambio climático**

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2007) la rica variedad de vida en la Tierra estuvo siempre expuesta a un clima cambiante. La necesidad de adaptarse a los nuevos patrones de temperatura y

de precipitaciones tiene una influencia importante en los cambios evolutivos de las especies de plantas y animales.

El cambio climático plantea ahora una de las amenazas principales para la diversidad biológica, esta entendida como variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente (Anisimov, y otros, 2002), por ello se prevé que la diversidad biológica en las próximas décadas se convertirá en una fuerza cada vez más importante del cambio (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2007).

Son diversas las razones por las cuales las plantas y animales resultan menos capaces de adaptarse a la actual fase de calentamiento global. Una de ellas es el rápido ritmo que tiene el cambio. Durante el próximo siglo, según estimaciones científicas, el ascenso de la media de la temperatura global será más rápido de lo experimentado en por lo menos 10 mil años. Numerosas especies simplemente no podrán adaptarse con suficiente rapidez a las nuevas condiciones o desplazarse a regiones más adecuadas para su supervivencia.

También son preocupantes los enormes cambios al paisaje que han hecho los seres humanos, las cuencas fluviales y los océanos, bloqueando las opciones de supervivencia previamente disponibles para especies que ya estaban bajo la presión de un clima cambiante. Asimismo hay otros factores inducidos por el hombre. La contaminación proveniente de los nutrientes, como el nitrógeno, la introducción de especies exóticas invasoras y la captura excesiva de animales silvestres, mediante la caza o la pesca, pueden reducir la resistencia de los ecosistemas y, por lo tanto, la probabilidad de su natural adaptación al cambio climático. Esto tiene importantes consecuencias, no solo para la variedad de vida en nuestro planeta, sino también para el sustento del hombre en todo el mundo.

Como la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio demostró, los pobres que viven en zonas rurales son particularmente vulnerables a la pérdida de servicios esenciales cuando se degrada un ecosistema. Por ejemplo, la formación conveniente de las tierras de cultivo, la disponibilidad de plantas

medicinales, el suministro de agua dulce y los ingresos ganados con el ecoturismo están todos respaldados por la red vital y la interacción de las especies, desde los más pequeños microorganismos a los más grandes depredadores. La pérdida de estos servicios tiene un impacto devastador para los pobres, que carecen de otras opciones a su disposición (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2007), (World Resources Institute, 2005).

Y es que el cambio climático afecta directamente a las funciones de los organismos individuales, por ejemplo, el crecimiento y el comportamiento, modifica poblaciones, como el tamaño y la estructura, y afecta a la estructura y función del ecosistema en la descomposición, ciclos de los nutrientes, flujos del agua, composición de las especies e interacciones de las especies, y la distribución de los ecosistemas dentro de los paisajes; e indirectamente a través de cambios en los regímenes de alteraciones (Anisimov, y otros, 2002).

En respuesta al cambio climático muchas especies terrestres, dulceacuícolas y marinas han modificado sus áreas de distribución geográfica, actividades estacionales, pautas migratorias, abundancias e interacciones con otras especies. Mientras que tan solo se han atribuido hasta ahora unas cuantas extinciones recientes de especies. El cambio climático global natural a velocidades inferiores a las del actual cambio climático antropógeno causaron en los últimos millones de años importantes modificaciones de los ecosistemas y extinciones de especies.

Sobre la base de muchos estudios que abarcan un amplio espectro de regiones y cultivos, los impactos negativos del cambio climático en el rendimiento de los cultivos han sido más comunes que los impactos positivos, así el cambio climático ha afectado negativamente al rendimiento del trigo y el maíz en muchas regiones y en el total global. Los efectos en el rendimiento del arroz y la soja han sido menores en las principales regiones de producción y a nivel global, con un cambio nulo en la mediana con todos los datos disponibles, que son menores en el caso de la soja en comparación con los de otros cultivos. Desde el Cuarto Informe de Evaluación, los diversos períodos de rápidos aumentos en el precio

de los alimentos y los cereales que siguen a episodios climáticos extremos en las principales regiones de producción indican que actualmente los mercados son sensibles, entre otros factores, a los valores climáticos extremos (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2014).

El caso de la situación de la biodiversidad del Perú en los últimos años ha tenido significativos avances en algunos campos; por ejemplo, la gestión de los sistemas de conservación regional y la dinámica de las áreas de conservación privada han cobrado una creciente importancia. De igual manera, se ha fortalecido la seguridad alimentaria de la población, gracias al nuevo enfoque que se está implementando en el sector Pesquería (Ministerio de la Producción). Asimismo, el fortalecimiento de la gestión de la diversidad biológica mediante la elaboración y actualización de las estrategias y planes (tanto nacional como regionales) de diversidad biológica, de humedales, y de biocomercio; el fortalecimiento de varias comisiones multisectoriales, como las que ven la ley de moratoria al ingreso y producción de organismos vivos modificados (transgénicos), los Humedales y el Medio Marino; las normas técnicas en bioseguridad; el incremento del conocimiento sobre especies amenazadas, recursos genéticos, ecosistemas y bioseguridad; la construcción de líneas de base y mapas de distribución de la diversidad genética de especies de importancia para la conservación y producción nacional (Ministerio del Ambiente del Perú, 2013). Al realizar una comparación con el camino seguido por Chile en esta relación biodiversidad y cambio climático resulta interesante evaluar las experiencias de nuestros países vecinos.

Chile tiene una biodiversidad caracterizada por un alto endemismo de especies (25 %) en ecosistemas diversos de escaso tamaño, que albergan alrededor de 30 000 especies. La zona centro y sur de Chile es considerada como uno de los 35 hotspots mundiales de biodiversidad y clasificada también como una de las más amenazadas por la iniciativa Global 200 de WWF y el Banco Mundial.

Las áreas protegidas, por su parte, también representan una fuente importante de valor económico, aportando aproximadamente entre USD 2 000 a



USD 2 400 millones al año como mínimo en servicios. Chile basa su economía en la explotación de recursos naturales y, sin considerar el sector minero, que aporta con un 12 % al PBI y un 60 % de las exportaciones totales, los sectores que dependen directamente de la provisión de recursos naturales renovables, tales como el sector forestal, pesquero, agrícola y el sector turístico, dan cuenta del 9,7 % del PIB, y generan al menos 1 millón de empleos directos (Ministerio del Medio Ambiente, 2014).

Perú tiene un estimado de pérdida de biodiversidad del 5 % y Chile 7 %; asimismo muchas especies en peligro de extinción han sido identificadas, en el caso de Perú 120 mamíferos frente a 69 de Chile (United Nations Environment Programme, World Conservation Monitoring Centre, 2015), son casos que nos deben hacer reflexionar para asumir un compromiso a favor de la conservación de nuestra rica biodiversidad nacional.

### **III. Metodología de la investigación**

#### **3.1 Descripción del área de estudio**

El área de estudio delimitado para la variable huella ecológica está enfocada en la ciudad de Huancayo en el departamento de Junín en Perú. Políticamente Junín está dividido en nueve provincias: Huancayo (la capital), Chupaca, Junín, Tarma, Yauli, Jauja, Concepción, Chanchamayo y Satipo. Junín abarca dos regiones naturales, la sierra con 20 821 km<sup>2</sup> donde se ubican el valle del Mantaro, la meseta del Bombón y el lago Junín (Chinchaycocha); y la zona selva con 23 376 km<sup>2</sup> donde se encuentran los valles de Chanchamayo, Perene y Tambo. El departamento de Junín se encuentra atravesado por el río Mantaro, que tiene su origen en la unión del río San Juan, procedente de Pasco, con las aguas que sirven para drenar el lago Junín. El río sigue su curso cruzando la ciudad de La Oroya, para atravesar el Valle del Mantaro, abastecer a las centrales hidroeléctricas de Santiago Antúnez de Mayolo y Restitución - Hidroeléctrica del Mantaro (Huancavelica), hasta confluir con el río Apurímac y formar el río Ene. Otros ríos importantes son: Tulumayo, Chanchamayo y Perené, que al confluir este último con el río Ene forman el río Tambo, el que dará origen al río Ucayali.

La altitud del departamento de Junín oscila entre los 500 y 5 000 m s.n.m. siendo el distrito de río Tambo, en la provincia de Satipo, el de menor altitud (450 m s.n.m.) y el distrito de Marcapomacocha, en la provincia de Yauli el de mayor altitud (4 414 m s.n.m.). El clima varía de acuerdo con la altitud; en los valles interandinos (en las provincias de Junín, Yauli, Tarma, Jauja, Concepción, Chupaca y Huancayo) el clima es templado y frío, con poca presencia de

humedad (seco); en la zona ceja de selva y selva (provincias de Chanchamayo y Satipo) el clima es cálido y húmedo, con abundantes lluvias de noviembre a mayo (Banco Central de Reserva del Perú, 2011).

El área de estudio para la dimensión extensión glaciar está enfocado en la cordillera Huaytapallana que se ubica en los Andes Centrales del Perú, departamento de Junín, entre las coordenadas 11° 35'-11° 58' de latitud sur y 74° 48' -75° 17' de longitud oeste. Drenan íntegramente a la hoya amazónica por medio de los ríos Mantaro y Perené.



Figura 4. Nevado Huaytapallana, Huancayo, Junín, Perú.

La cordillera Huaytapallana (figura 4) presenta 105 glaciares y una superficie de 26,40 km<sup>2</sup> al año 2009, destacando la cuenca Mantaro por presentar la mayor superficie glaciar con el 80,19 %. Posiblemente la mayor área glaciar hacia la vertiente del Atlántico de la cordillera, se vincula con la presencia de montañas y picos de gran elevación en la cuenca Mantaro.

La orientación de los glaciares predominan al Este y Sureste; sin embargo, la superficie glaciar es menor al Sureste con 3,88 km<sup>2</sup>, en comparación con las orientaciones Sur y Suroeste, con 3,95 km<sup>2</sup> y 4,79 km<sup>2</sup> respectivamente.

### **3.2 Tipo y nivel de investigación**

El tipo de investigación es cuantitativa respecto al estudio de las variables de investigación biocapacidad y huella ecológica asimismo para la variable cambio climático en sus dimensiones temperatura y extensión glaciar; para efectos de su interpretación de la huella ecológica y biocapacidad en el contexto del cambio climático se ha utilizado la investigación cualitativa. Asimismo se considera este trabajo como una investigación básica con un nivel de investigación descriptiva y correlacional.

### **3.3 Método y diseño de la investigación**

El método general de investigación fue analítico – sintético, con un diseño no experimental, descriptivo, correlacional, transversal y longitudinal. Para la variable huella ecológica personal se aplicó un diseño descriptivo transversal; y para las variables biocapacidad, huella ecológica, temperatura y extensión glaciar se aplicó un diseño descriptivo longitudinal de tendencia y correlacional.

Para la medición de la variable huella ecológica personal se aplicó un cuestionario sobre una muestra de la población, expresada de la siguiente forma:

Estudio	T1
M1	O1

Donde:

M1 muestra probabilística de ciudadanos.

O1 observación basada en un cuestionario estructurado.

### **3.4 Unidad de análisis, población y muestra**

La unidad de análisis fueron personas mayores o igual a 18 años de edad de ambos géneros y que residen en la zona urbana del distrito de Huancayo.

El distrito de Huancayo fue la población seleccionada para la recolección de datos de la huella ecológica; pertenece a la provincia de Huancayo en el departamento de Junín que tiene una población de 1 331 253 personas; la población de la provincia de Huancayo es de 499 432 personas y el distrito de Huancayo 116 930 personas, estimada al 30 de junio de 2013 (INEI, 2015).

La muestra del estudio fue de tipo probabilística y el tamaño de muestra para la aplicación del instrumento de recolección de datos fue de 383 personas con un nivel de confianza del 95 % y error máximo de estimación del 5 %.

La fórmula utilizada para determinar el tamaño muestral fue:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N-1) + z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n = Tamaño muestral.

z = Nivel de confianza elegido.

p = Proporción de éxito; que se conoce por estudios anteriores o similares.

q = 1-p

N = Tamaño de la población.

e = error que se prevé cometer.

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Huella ecológica personal**

El instrumento utilizado para la recolección de datos fue un cuestionario estructurado sobre “Huella ecológica personal”; este instrumento constituye la suma de las huellas particulares de las distintas necesidades del hombre y la necesidad de reciclar sus desechos.

El mencionado instrumento ha sido diseñado por la Global Footprint

Network y adaptado a las condiciones o terminología de la zona de estudio. Consta de cuatro categorías basada en actividades como Alimentación, Productos, Vivienda y Movilidad; con un total de 15 preguntas cerradas, tipo alternativas múltiples.

La confiabilidad del instrumento fue establecida mediante la aplicación de una encuesta piloto a 38 personas con las características definidas de la muestra. Los puntajes fueron procesados a través de software para determinar el Alfa de Cronbach reportando un resultado de 0,794; teniendo en cuenta que la consistencia interna del instrumento es aceptable a partir de 0,7 y perfecta 1, por tanto el instrumento garantiza su fiabilidad.

La evaluación pos recolección de datos se realizó a través de una calculadora de huella ecológica personal en línea accesible desde el portal web de la Global Footprint Network de acceso libre para cálculo de la huella ecológica: <http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/calculators/>

### **Biocapacidad**

Los datos referidos a esta variable se identificaron a partir de estudios anteriores ejecutados por el Ministerio del Ambiente del Perú.

### **Cambio climático**

Para evidenciar la existencia del fenómeno del cambio climático se recopilaron datos de temperatura mínima expresada en °C, y extensión glaciar de la Cordillera Huaytapallana por ser la más cercana de los glaciares a la zona de estudio expresada en km<sup>2</sup>. Los datos de temperatura fueron obtenidos del Observatorio de Huayao del Instituto Geofísico del Perú (IGP), ubicado en Latitud 12° 02' S, Longitud 75° 19' W, Altitud 3 313 m s.n.m.; en el distrito de Huachac, provincia de Chupaca, departamento de Junín, Perú. Los datos de extensión glaciar se obtuvieron a partir de estudios anteriores realizados en el IGP y la Autoridad Nacional del Agua.

## Estimación de datos no disponibles

Para la estimación de los datos faltantes de las variables de estudio en determinados años se desarrolló la siguiente metodología:

- Exploración de la dispersión de los datos de las variables biocapacidad, huella ecológica, temperatura mínima y extensión glaciar.
- Estimación del modelo de regresión en base a la significancia de los parámetros y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), (tabla 3).

Tabla 3. Modelos de regresión para las variables biocapacidad, huella ecológica, temperatura mínima y extensión glaciar.

Modelo	Ecuación
Lineal	$Y = \beta_0 + \beta_1 * t + \varepsilon$
Cuadrático	$Y = \beta_0 + \beta_1 * t + \beta_2 * t^2 + \varepsilon$
Compuesto	$Y = \beta_0 * \beta_1 t + \varepsilon$
Crecimiento	$Y = e^{\beta_0 + \beta_1 * t} + \varepsilon$
Logarítmico	$Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(t) + \varepsilon$
Cúbico	$Y = \beta_0 + \beta_1 * t + \beta_2 * t^2 + \beta_3 * t^3 + \varepsilon$
S	$Y = e^{\beta_0 + \beta_1/t} + \varepsilon$
Exponencial	$Y = \beta_0 * e^{\beta_1 * t} + \varepsilon$
Inverso	$Y = \beta_0 + \beta_1 / t + \varepsilon$
Potencia	$Y = \beta_0 * t^{\beta_1} + \varepsilon$
Logística	$Y = 1 / (1/u + \beta_0 * \beta_1 t) + \varepsilon$

Los modelos con coeficientes significativos y  $R^2$  más altos son el modelo lineal y compuesto; el primero para la variable huella ecológica; y el segundo para las variables huella ecológica y temperatura mínima.

Tabla 4. Modelos de regresión significativos según variables.

Variables		Modelo	Ecuación
Independiente	Dependiente		
Huella ecológica	Biocapacidad	Lineal	$Y = 9,252 - 4,372*t$
Huella ecológica	Temperatura	Compuesto	$Y = 13,422*4,83917^t$
Temperatura	Extensión glaciar	Compuesto	$Y = 3,021e15*2,3739^t$

### **3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos recolectados**

Los estadígrafos utilizados fueron, de tendencia central, como la media aritmética y desviación estándar.

Para la hipótesis general se aplicó la prueba de hipótesis basada en la prueba Z de Gauss para una media de 383 personas; en las hipótesis específicas, la biocapacidad para el Perú se obtuvo a partir de la Global Footprint Network; los valores de Huella ecológica nacional, temperatura mínima y extensión glaciaria se obtuvieron del SENAMHI, IGP, y ANA respectivamente; los datos no disponibles entre 1986-2016 fueron interpolados en base a modelos de regresión lineal y compuesta.



## IV. Resultados y contrastación de hipótesis

### 4.1 Huella ecológica y biocapacidad al 2016

#### 4.1.1 Comportamiento de la Huella Ecológica personal de Huancayo al 2016

Los datos de la huella ecológica personal de 383 personas mayores de edad de la ciudad de Huancayo está compuesto por los siguientes datos: número de registro, género, edad, huella ecológica per cápita, huella de cultivos, huella de pastos, huella de bosques, huella de superficie artificializada, huella de mar productivo y huella de absorción de CO<sub>2</sub>; éstos expresados en hag (anexo 2) y los resúmenes por rangos porcentuales se muestran en las tablas 5 y 6.

Tabla 5. Tabla de frecuencia absoluta de la huella ecológica personal por componentes.

%	Cultivos	Pastos	Bosques	Superf. artificial.	Mar produc.	Absorc. CO <sub>2</sub>
0-10	144	383	3	240	383	0
11-20	236	0	331	143	0	0
21-30	3	0	49	0	0	2
31-40	0	0	0	0	0	15
41-50	0	0	0	0	0	114
51-60	0	0	0	0	0	176
61-70	0	0	0	0	0	70
71-80	0	0	0	0	0	5
81-90	0	0	0	0	0	1
91-100	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>383</b>	<b>383</b>	<b>383</b>	<b>383</b>	<b>383</b>	<b>383</b>

Tabla 6. Tabla de frecuencia relativa de la huella ecológica personal por componentes.

%	Cultivos	Pastos	Bosques	Superf. artificial.	Mar produc.	Absorc. CO <sub>2</sub>
0-10	38%	100%	1%	63%	100%	0%
11-20	62%	0%	86%	37%	0%	0%
21-30	1%	0%	13%	0%	0%	1%
31-40	0%	0%	0%	0%	0%	4%
41-50	0%	0%	0%	0%	0%	30%
51-60	0%	0%	0%	0%	0%	46%
61-70	0%	0%	0%	0%	0%	18%
71-80	0%	0%	0%	0%	0%	1%
81-90	0%	0%	0%	0%	0%	0%
91-100	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

El 25,59 % de las personas tiene una huella ecológica personal que se encuentra en el rango de 0,585 – 0,779 hag, muy por debajo de la biocapacidad del Perú equivalente a 3,336 hag, por tanto con un importante superávit; asimismo menos del 0,26 % de las personas de Huancayo tiene una huella ecológica superior a la biocapacidad del Perú, por tanto con un déficit ecológico (figura 5).

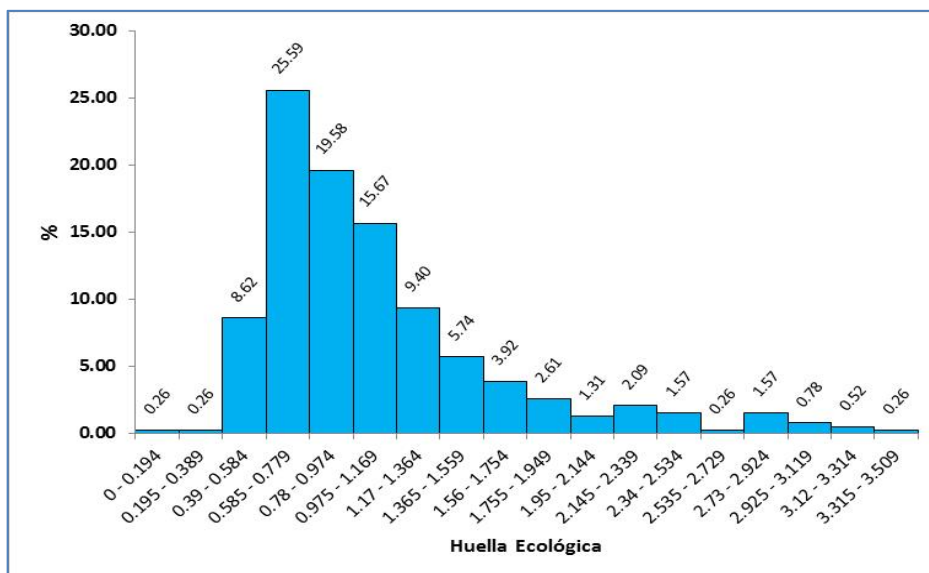


Figura 5. Huella ecológica personal de ciudadanos de Huancayo, Perú.

La media de la huella ecológica de los ciudadanos de Huancayo es de 1,067 con una desviación estándar de 0,574, valor mínimo de 0,1 y máximo de 3,5 hag, la media y desviación estándar de las sub huellas se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Media y desviación estándar de huella ecológica por componentes.

	Sub huellas					
	Cultivos	Pastos	Bosques	Superf. artificial.	Mar produc.	Absorc. CO <sub>2</sub>
Media:	11,43	4,41	16,72	9,59	4,62	53,24
D.S.:	3,22	1,14	2,73	1,29	1,08	7,90

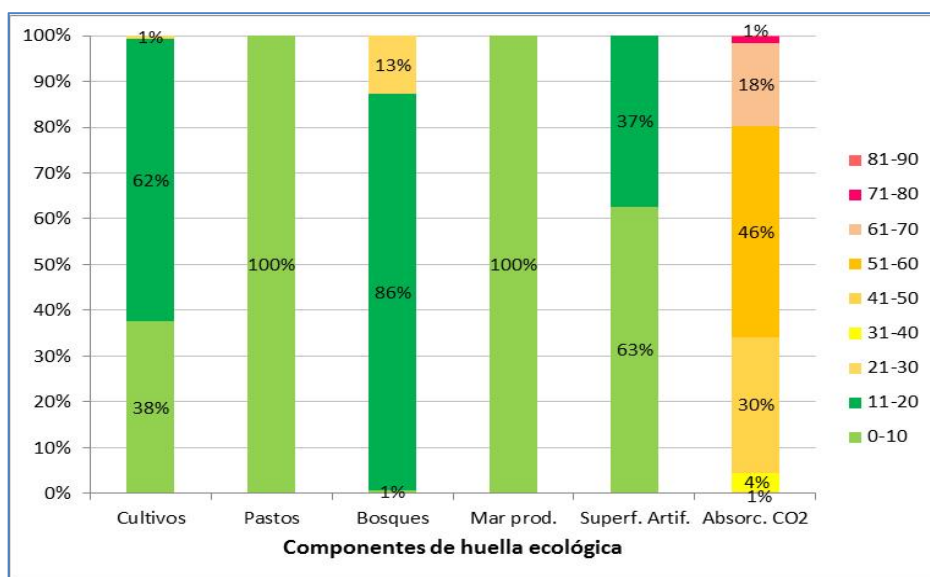


Figura 6. Huella ecológica personal de ciudadanos de Huancayo, Perú por componentes.

La huella ecológica personal por componentes (figura 6) muestra que el componente de absorción de CO<sub>2</sub> se manifiesta como el de mayor impacto, encontrándose que el total de los valores se encuentran entre 21 % a 80 % de la población; de la cual 46 % la población de Huancayo tiene una huella en un nivel de 51-60 %.

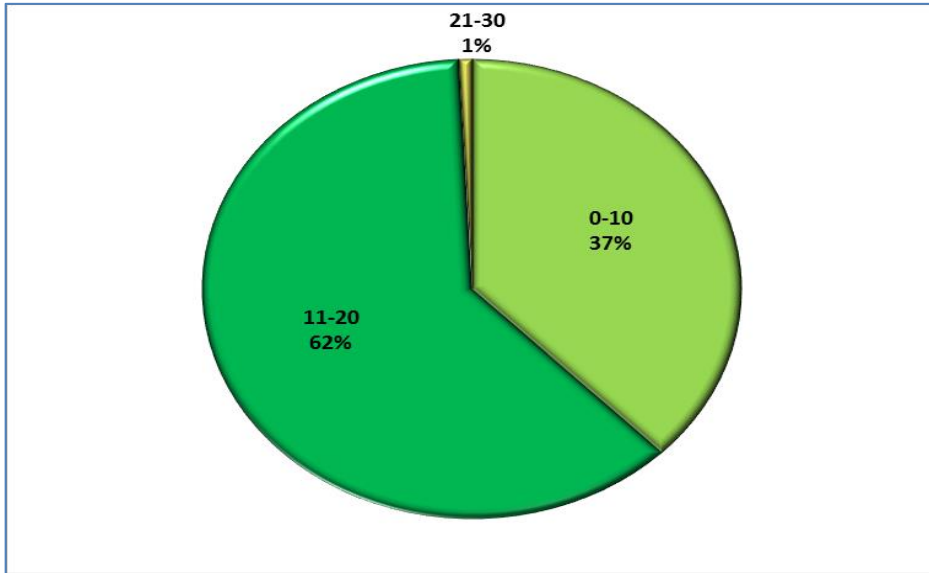


Figura 7. Huella ecológica personal, componente de cultivos.

Respecto a la huella ecológica personal de cultivos; el 38 % de las personas tiene una huella de cultivos en un nivel de 0-10 %; 62 % de las personas tiene una huella de cultivos en un nivel de 11-20 %; y el 1 % de las personas tiene una huella de cultivos en un nivel de 21-30 % (figura 7).

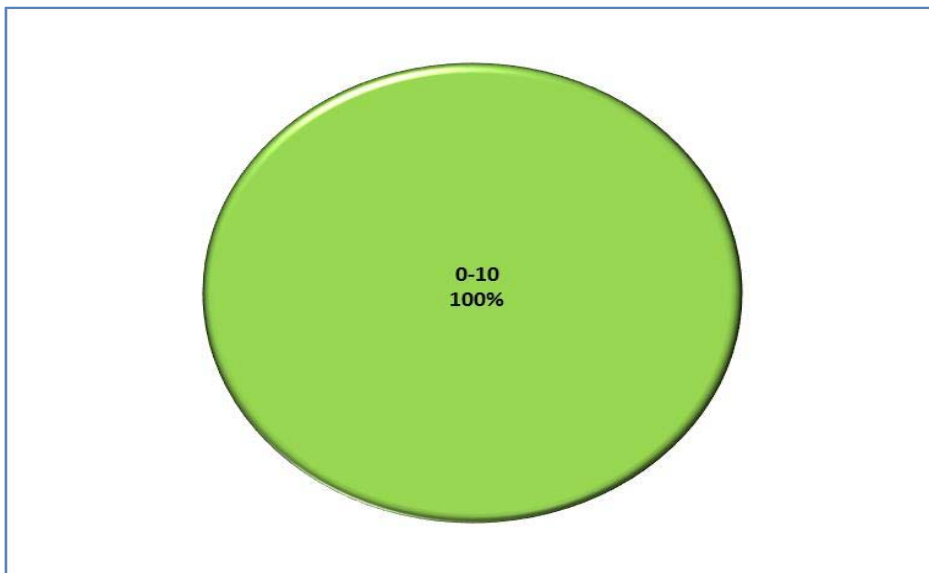


Figura 8. Huella ecológica personal, componente de pastos.

Acerca de la huella ecológica de pastos; el 100 % las personas tienen una huella de pastos en un nivel de 0-10 % (figura 8).

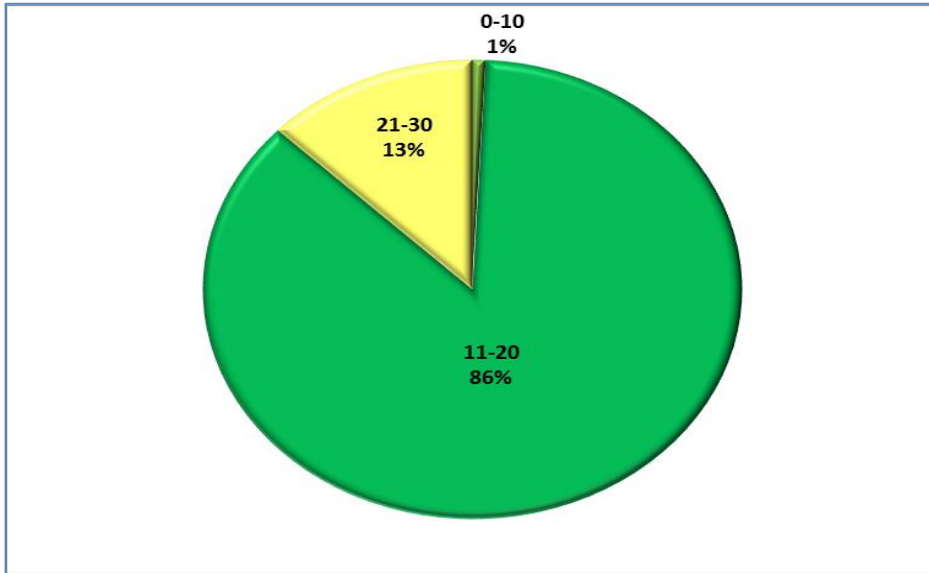


Figura 9. Huella ecológica personal, componente bosques.

La huella ecológica de bosques muestra que el 1 % de las personas tiene una huella de bosques en un nivel de 0-10 %; 86 % de las personas tiene una huella de bosques en un nivel de 11-20 %; y 13 % de las personas tiene una huella de bosques en un nivel de 21-30 % (figura 9).

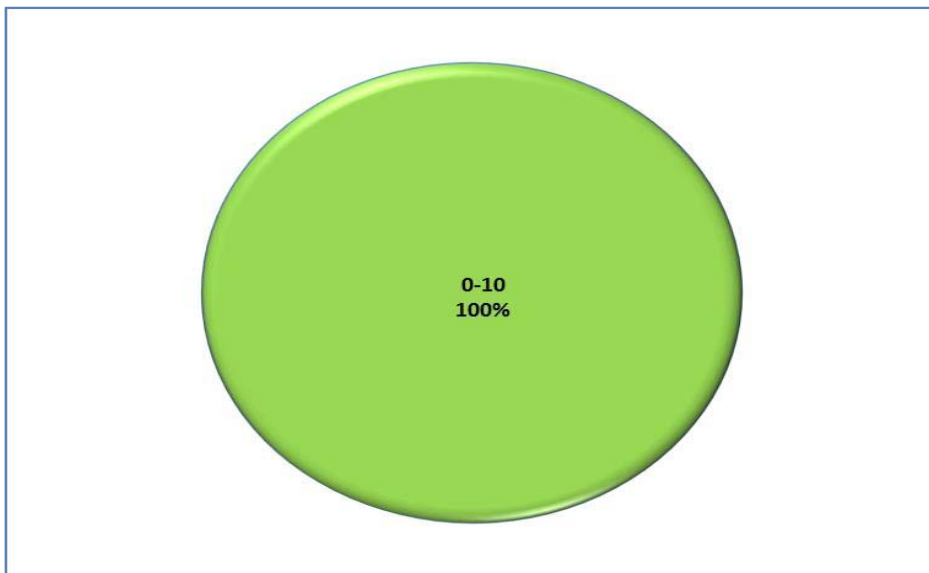


Figura 10. Huella ecológica personal, componente de mar productivo.

Asimismo, la huella ecológica de mar productivo; el 100 % las personas tienen una huella en un nivel de 0-10 % del total de su huella ecológica (figura 10).

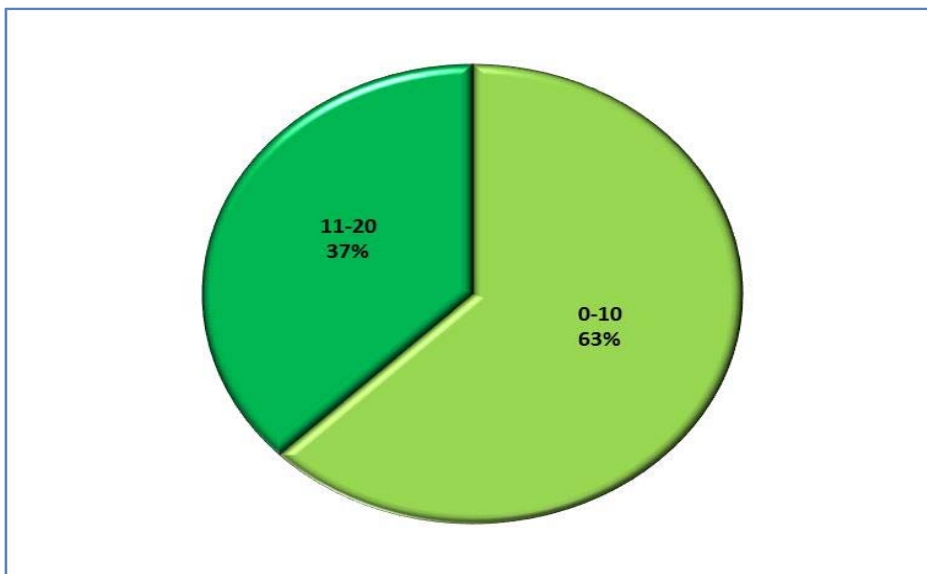


Figura 11. Huella ecológica personal, componente de superficie artificializada.

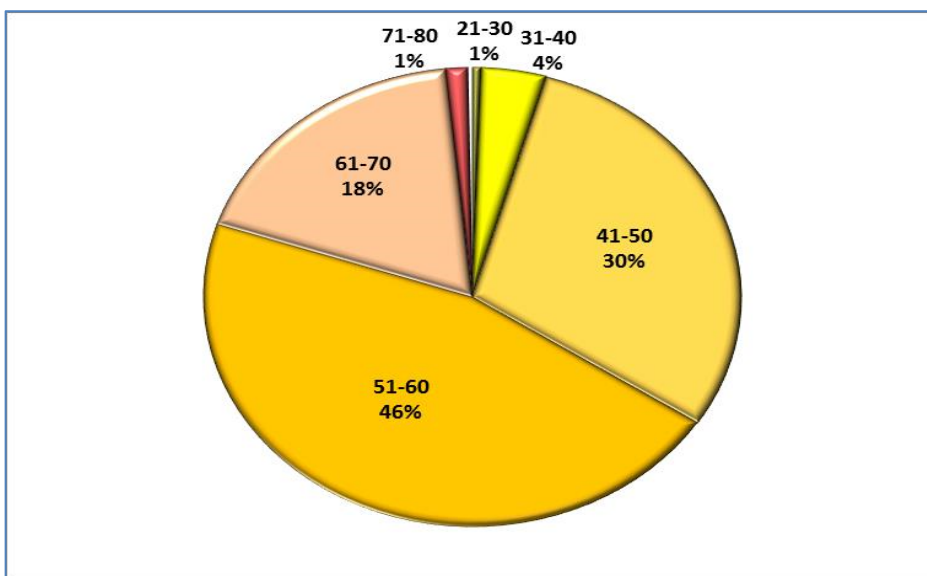


Figura 12. Huella ecológica personal, componente de absorción de CO<sub>2</sub>.

La huella ecológica de superficie artificializada muestra que el 63 % de las personas tiene una huella en un nivel de 0-10 % del total de su huella ecológica; y 37 % de las personas tiene una huella en un nivel de 11-20 % (figura 11).

La huella de absorción de CO<sub>2</sub> (figura 12) muestra que el 1 % aproximadamente de las personas tiene una huella en un nivel de 21-30 % del total de su huella ecológica; el 4 % de las personas tiene una huella de en un nivel de 31-40 %; el 30 % de las personas tiene una huella en un nivel de 41-50 %; el 46 % de las personas tiene una huella en un nivel de 51-60 %; el 18 % de las personas tiene una huella en un nivel de 61-70 %; y el 1 % de las personas tiene una huella en un nivel de 71-80 %.

Las huellas de pastos y mar productivo de las personas son las que tienen los menores valores, 100 % en un nivel de 0-10 % del valor total de la huella ecológica personal; la huella de área de absorción de CO<sub>2</sub> es el único componente que presenta valores medio.

#### 4.1.2 Estimación de la Huella ecológica de Junín y biocapacidad del Perú al 2016

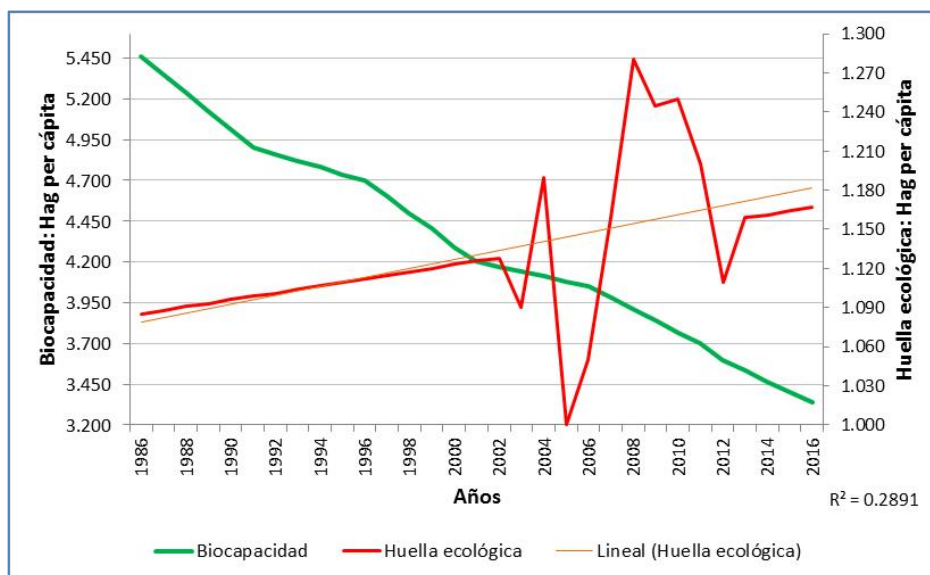


Figura 13. Relación de la biocapacidad del Perú respecto a la huella ecológica de Junín.

Los datos de la biocapacidad del Perú y la huella ecológica del departamento de Junín fueron recopilados de estudios del Ministerio del Ambiente del Perú y la Global Footprint Network; los datos no disponibles se interpolaron a partir de modelos regresión lineal y compuesta (anexo 3).

La biocapacidad estimada para el Perú desde 1986 al 2016 se encuentra en un proceso de decrecimiento mostrando un valor estimado al 2016 de 3,336 hag; y la huella ecológica – según diversos estudios del Ministerio del Ambiente del Perú y Global Footprint Network muestra una tendencia de crecimiento equivalente al 2016 a 1,167 hag, es decir se tiene un superávit ecológico (figura 13).

#### **4.2 Comportamiento de la temperatura y extensión glaciar como dimensiones del cambio climático**

El cambio climático se evidencia en la ciudad de Huancayo en base al incremento del indicador de temperatura mínima del periodo 1986-2016 (30 años), los valores anuales son la media de los valores mínimos mensuales registrados por el Observatorio de Huancayo del Instituto Geofísico del Perú; asimismo el comportamiento de los glaciares de la Cordillera Huaytapallana que en el mismo periodo viene mostrando un retroceso de la masa glaciar (anexo 4).

##### **Temperatura mínima**

En los últimos 30 años se evidencia un aumento significativo para las temperaturas mínima y media anual. Este incremento es más alto para la temperatura mínima, mostrando valores entre 3,435 5,227 °C entre 1986 al 2016; el comportamiento de las temperaturas mínima tiene un  $R^2$  de 0,2872; y al 2016 un valor estimado de 4,757 °C (figura 14).



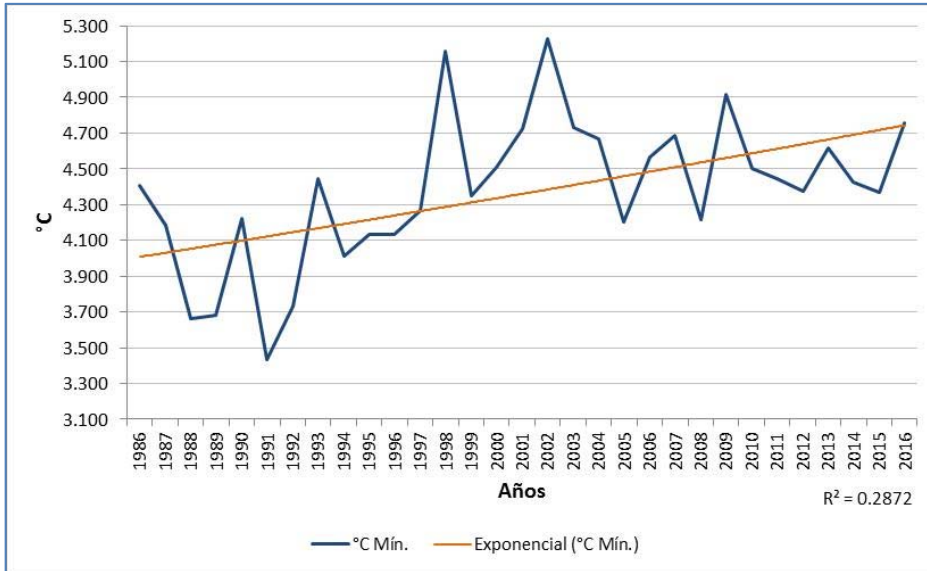


Figura 14. Temperatura mínima media de 1986 a 2016 para Huancayo, Perú.  
 Fuente: Datos de 1986-1991, y 1993-2015 del Observatorio de Huayao. Datos de 1992 y 2016 estimados en base al modelo de regresión de crecimiento.

### Extensión glaciar

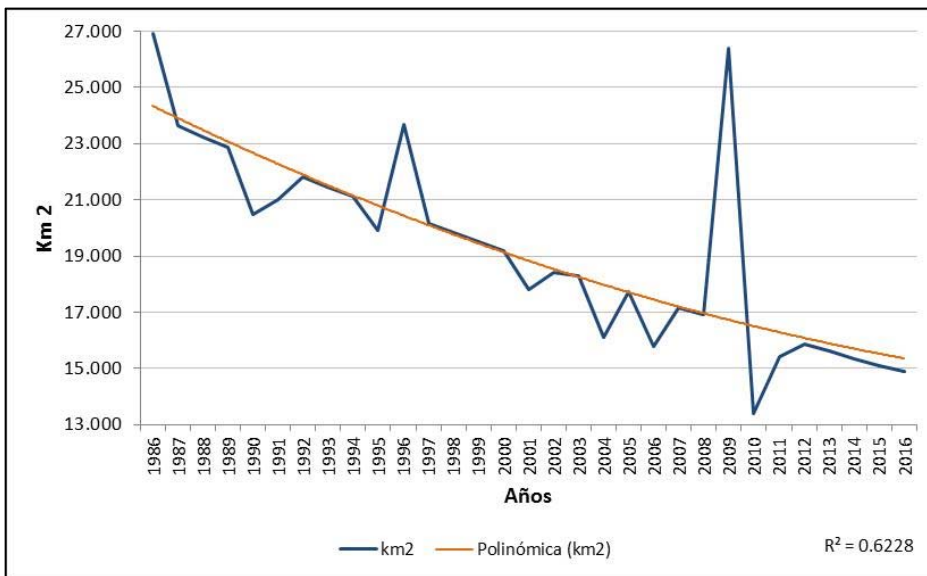


Figura 15. Retroceso de masa glaciar de 1986 a 2016 para la Cordillera del Huaytapallana, Huancayo, Perú.  
 Fuente: Autoridad Nacional del Agua del Perú, Instituto Geofísico del Perú.

La extensión de la masa glaciaria de la Cordillera Huaytapallana –la más cercana a la zona de estudio- muestra en los últimos 30 años una tendencia de retroceso, estimado actualmente en 14,873 km<sup>2</sup> de extensión (figura 15).

#### **4.3 Comprobación estadística de hipótesis**

##### **4.3.1 Comprobación estadística de la hipótesis general**

La hipótesis de investigación se ha planteado como:

“La huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo es menor a la biocapacidad del Perú presentando un superávit ecológico al 2016”.

La contrastación de esta hipótesis se realiza con la prueba Z de Gauss para una media en muestras grandes ( $n > 30$ ), al 95 % de confianza estadística. Para el contraste se utiliza la biocapacidad estimada al año 2016 equivalente a 3,336 hag per cápita.

Las hipótesis estadísticas son:

H<sub>0</sub>: La huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo es igual a la biocapacidad del Perú estimada para el 2016 (H<sub>0</sub>:  $\mu = 3,336$ ).

H<sub>1</sub>: La huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo es menor a la biocapacidad del Perú estimada para el año 2016 (H<sub>1</sub>:  $\mu < 3,336$ ).

Donde  $\mu$  es la media poblacional de la huella ecológica personal de los ciudadanos.

La estadística de prueba fue la Z de Gauss para una media:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{S / \sqrt{n}}$$

Aquí,  $\bar{x}$  y  $\mu$  son la media muestral y poblacional de la huella ecológica personal de los ciudadanos, respectivamente; S es la desviación muestral de la huella ecológica personal de los ciudadanos y n es el tamaño de muestra. S por desconocer la desviación estándar poblacional de la huella ecológica de los ciudadanos y ser la muestra grande ( $n > 30$ ).

La regla de decisión se muestra en el anexo 5a, y los valores calculados utilizando el software Minitab se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Prueba Z de Gauss para una media.

<b>Prueba de <math>\mu = 3,336</math> vs. <math>&lt; 3,336</math></b>							
La desviación estándar supuesta = 0,574							
Variable	N	Media	Desviación Estándar	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	Z	P
Huella Ecológica	383	1,0668	0,5740	0,0293	1,1151	-77,37	0,000

Dado que el valor calculado de la Z de Gauss (-77,37) es menor que -1,645, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , a favor de la hipótesis alternativa  $H_1$ . Además, el valor P (0) es menor que 0,05, corrobora la decisión anterior (tabla 8).

En conclusión, al 95 % de confianza estadística, se acepta que la huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo es menor a la biocapacidad del Perú estimada para el año 2016, con un superávit de 2,269 hag per cápita, afirmando la hipótesis general de investigación.

#### 4.3.2 Comprobación estadística de la primera hipótesis específica

La hipótesis de investigación se ha planteado como:

“Existe relación lineal inversa y significativa entre la huella ecológica de Junín y biocapacidad del Perú al 2016”.

La contrastación de esta hipótesis se realizó con la prueba t de Student para la regresión lineal simple, al 95 % de confianza estadística.

Las hipótesis estadísticas son:

H<sub>0</sub>: No existe relación entre la huella ecológica de Junín y biocapacidad del Perú al 2016 (es decir, H<sub>0</sub>:  $\rho = 0$ ).

H<sub>1</sub>: Existe relación lineal inversa y significativa entre la huella ecológica de Junín y biocapacidad del Perú al 2016 (es decir, H<sub>1</sub>:  $\rho < 0$ ).

Donde  $\rho$  es el coeficiente de correlación lineal poblacional de Pearson entre huella ecológica y biocapacidad.

La estadística de prueba fue la t de Student para la significancia del coeficiente de correlación lineal de Pearson:

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

Donde r es el coeficiente de correlación lineal de Pearson muestral entre huella ecológica y biocapacidad; n es el tamaño de muestra. La función t tiene distribución t de Student con (n – 2) grados de libertad. Dado que n = 31, la función t tiene distribución t de Student con 29 grados de libertad.

La regla de decisión se muestra en el anexo 5b, y los valores calculados utilizando el software Excel se muestra en la figura 16.

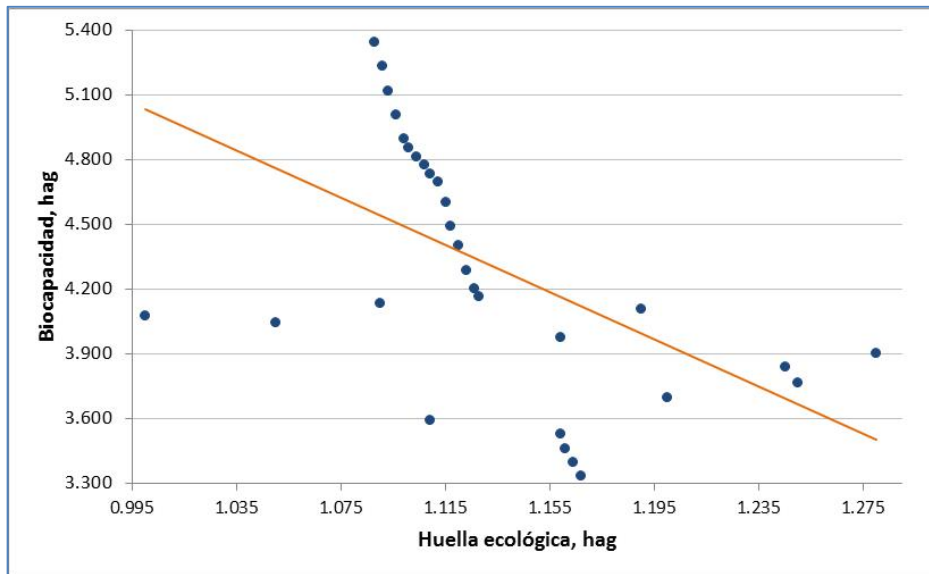


Figura 16. Relación huella ecológica – biocapacidad.

Tabla 9. Correlaciones de biocapacidad y huella ecológica.

		Biocapacidad	Huella ecológica
Biocapacidad	Correlación de Pearson	1	-,525**
	Sig. (bilateral)		,002
	N	31	31
Huella ecológica	Correlación de Pearson	-,525**	1
	Sig. (bilateral)	,002	
	N	31	31

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La tabla 9 muestra que el coeficiente de correlación lineal de Pearson es significativo, la relación entre la huella ecológica y la biocapacidad se expresa como:  $\text{Biocapacidad} = -5463 - 10,499 \cdot \text{Huella}$ ;  $r = -0,525$ ;  $r^2 = 27,5\%$ .

Tabla 10. Resumen del modelo<sup>b</sup> lineal entre huella ecológica y biocapacidad.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,525 <sup>a</sup>	27,5 %	25,0 %	,523705	,356

a. Predictores: (Constante), Huella ecológica

b. Variable dependiente: biocapacidad

La tabla 10 muestra el coeficiente de determinación  $R^2$  con un valor significativo de 27,5 % confirmando una debil dependencia de las variables, se

precisa tener otras variables que intervengan en el modelo para una mejor validez; asimismo el estadístico Durbin Watson con el valor de 0,356 en un rango de 0 a 4 se encuentra en una zona de autocorrelación positiva, por ello se puede afirmar que el modelo solo tiene validez para los datos recopilados en este trabajo y no para ser utilizado en pronósticos con otros datos.

Tabla 11. ANOVA<sup>a</sup>.

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	3,024	1	3,024	11,024	,002 <sup>b</sup>
	Residuo	7,954	29	,274		
	Total	10,977	30			

a. Variable dependiente: Biocapacidad  
b. Predictores: (Constante), Huella ecológica

Tabla 12. Coeficientes<sup>a</sup> del modelo lineal de huella ecológica y biocapacidad.

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
		B	Error estándar	Beta	t	
1	(Constante)	10,499	1,862		5,638	,000
	Huella ecológica	-5463	1,645	-,525	-3,320	,002

a. Variable dependiente: Biocapacidad

Las tablas 11 y 12 presentan respecto a la relación entre huella ecológica y biocapacidad; con una significancia de 0,002, ambos coeficientes son significativos en forma conjunta.

Tabla 13. Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Unstandardized Residual	,094	31	,200*	,973	31	,593
Standardized Residual	,094	31	,200*	,973	31	,593
Studentized Residual	,096	31	,200*	,973	31	,592

\* Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 14. Estadísticos.

Estadísticos	Unstandardized Residual	Standardized Residual	Studentized Residual
N	31	31	31
Media	,000	,000	-,004
Varianza	,300	,967	1,032

Las tablas 13 y 14 muestra la prueba Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk que, al 95 % de confianza estadística, los errores o residuos no estandarizados, estandarizados y estudentizados (del inglés unstandardized residual, standardized residual y studentized residual) tienen distribución normal con media 0 y varianza 0,3; 0 y 0,967;  $-0,04$  y  $1,032$ , respectivamente, al reportar valores P (Sig) con límite inferior de 0,2, mayores al nivel de significancia de 0,05.

De igual manera, la prueba de Shapiro–Wilk revela que, al 95% de confianza estadística, los errores o residuos no estandarizados, estandarizados y estudentizados, tienen distribución normal con media 0 y varianza 0,3; 0 y 0,967;  $-0,04$  y  $1,032$ , respectivamente, al reportar valores P (Sig) de 0,59, mayores que el nivel de significancia de 0,5.

Dado que el valor P (0,009) es menor que 0,05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , a favor de la hipótesis alternativa  $H_1$ .

En conclusión, al 95 % de confianza estadística, se acepta que existe relación lineal inversa y significativa entre huella ecológica y biocapacidad en el período 1986 – 2016. La relación es inversa de magnitud media ( $-0,6$  y  $-0,4$ ) y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) muy bajo (0 a 0,2). Con estos resultados se afirma la primera hipótesis específica de investigación.

#### 4.3.3 Comprobación estadística de la segunda hipótesis específica

La hipótesis de investigación se ha planteado como:

Existe relación no lineal de tipo compuesta y significativa entre huella ecológica de Junín y temperatura de Huancayo como dimensión de cambio climático al 2016.

La contrastación de esta hipótesis se realiza con la prueba t de Student para la regresión no lineal compuesta, al 95 % de confianza estadística.

Las hipótesis estadísticas son:

H<sub>0</sub>: No existe relación significativa entre huella ecológica de Junín y temperatura de Huancayo como dimensión de cambio climático al 2016 (H<sub>0</sub>:  $\rho = 0$ ).

H<sub>1</sub>: Existe relación no lineal de tipo compuesta y significativa entre huella ecológica de Junín y temperatura de Huancayo como dimensión de cambio climático al 2016 (H<sub>1</sub>:  $\rho \neq 0$ ).

Donde  $\rho$  es el coeficiente de correlación no lineal poblacional de Pearson entre huella ecológica y temperatura.

La estadística de prueba fue la t de Student para la significancia del coeficiente de correlación lineal de Pearson:

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

Aquí, r es el coeficiente de correlación lineal de Pearson muestral entre huella ecológica y temperatura; n es el tamaño de muestra. La función t tiene distribución t de Student con (n – 2) grados de libertad. Dado que n = 31, la función t tiene distribución t de Student con 29 grados de libertad.

La regla de decisión se muestra en el anexo 5c, y los valores calculados utilizando el software Excel se muestra en la figura 17.



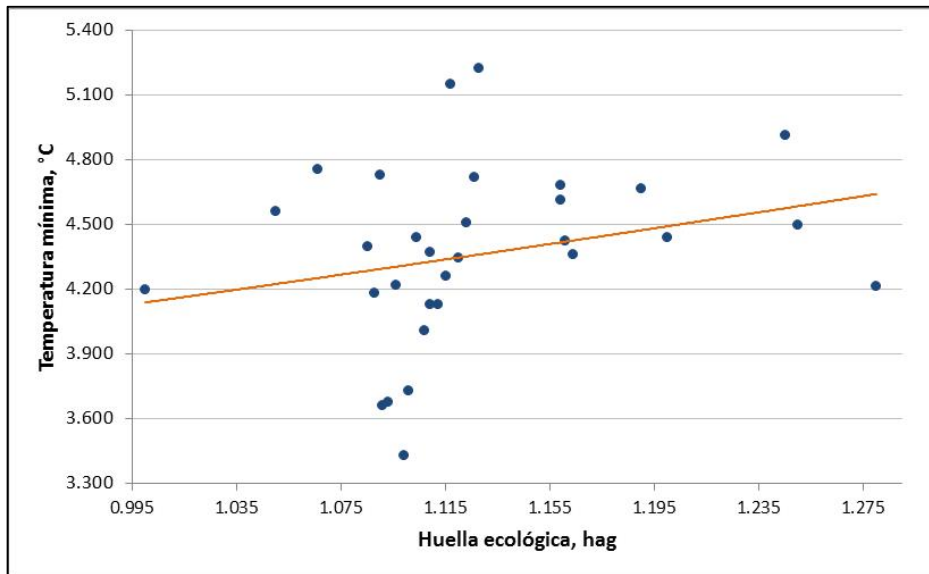


Figura 17. Relación huella ecológica – temperatura mínima.

Tabla 15. Correlaciones de huella ecológica y ln de temperatura.

		Huella ecológica	Logaritmo natural de Temperatura mínima
Huella ecológica	Correlación de Pearson	1	,266
	Sig. (unilateral)		,074
	N	31	31
Logaritmo natural de Temperatura mínima	Correlación de Pearson	,266	1
	Sig. (unilateral)	,074	
	N	31	31

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 16. Resumen del modelo compuesto entre huella ecológica y ln de temperatura.

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,266	7,1 %	3,9 %	,099

La variable independiente es Huella.

Tabla 17. Coeficientes del modelo compuesto de huella ecológica y temperatura.

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
Huella ecológica	1,577	,482	1,305	3,269	,003
(Constante)	2,597	,896		2,897	,007

La variable dependiente es ln(Temperatura mínima)

En términos lineales (linealizando el modelo compuesto):

$$\ln(T) = \ln(2,59689) + \ln(1,57674) H; r = 0,266; r^2 = 7,1 \% \\ (0,007) (0,003)$$

En términos no lineales tipo compuesto:

$$T = 13,422 * 4,83917^H; r = 0,266; r^2 = 7,1 \% \\ (0,007) (0,003)$$

Dado que el valor P (0,009) es menor que 0,05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , a favor de la hipótesis alternativa  $H_1$ .

En conclusión, al 95 % de confianza estadística, se acepta que existe relación no lineal de tipo compuesta y significativa entre huella ecológica y temperatura en el período 1986 – 2016; dicha relación es directa de magnitud baja. Asimismo el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) es muy bajo (0 a 0,2). Con estos resultados se afirma la segunda hipótesis específica de investigación.

Como el coeficiente de correlación no lineal es significativo, la relación entre la huella ecológica y la temperatura se expresa como:

$$\text{Temperatura} = 13,422 * 4,83917^{\text{Huella}}; r = 0,266; r^2 = 7,1 \% \\ (0,007) (0,003)$$

#### 4.3.4 Comprobación estadística de la tercera hipótesis específica

La hipótesis de investigación se ha planteado como:

“Existe relación no lineal de tipo compuesto y significativa entre temperatura y extensión glaciaria como dimensiones del cambio climático en Huancayo al 2016”.

La contrastación de esta hipótesis se realiza con la prueba t de Student para la regresión no lineal compuesta, al 95 % de confianza estadística.

Las hipótesis estadísticas son:

H<sub>0</sub>: No existe relación no lineal de tipo compuesto y significativa entre temperatura y extensión glaciaria como dimensiones del cambio climático en Huancayo al 2016 (H<sub>0</sub>:  $\rho = 0$ ).

H<sub>1</sub>: Existe relación no lineal de tipo compuesto y significativa entre temperatura y extensión glaciaria como dimensiones del cambio climático en Huancayo al 2016 (H<sub>1</sub>:  $\rho \neq 0$ ).

Donde  $\rho$  es el coeficiente de correlación no lineal poblacional de Pearson entre temperatura y extensión glaciaria.

La estadística de prueba fue la t de Student para la significancia del coeficiente de correlación lineal de Pearson:

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

Aquí, r es el coeficiente de correlación lineal de Pearson muestral entre temperatura y extensión glaciaria; n es el tamaño de muestra. La función t tiene

distribución t de Student con  $(n - 2)$  grados de libertad. Dado que  $n = 31$ , la función t tiene distribución t de Student con 29 grados de libertad.

La regla de decisión se muestra en el anexo 5d, y los valores calculados utilizando el software Excel se muestra en la figura 18.

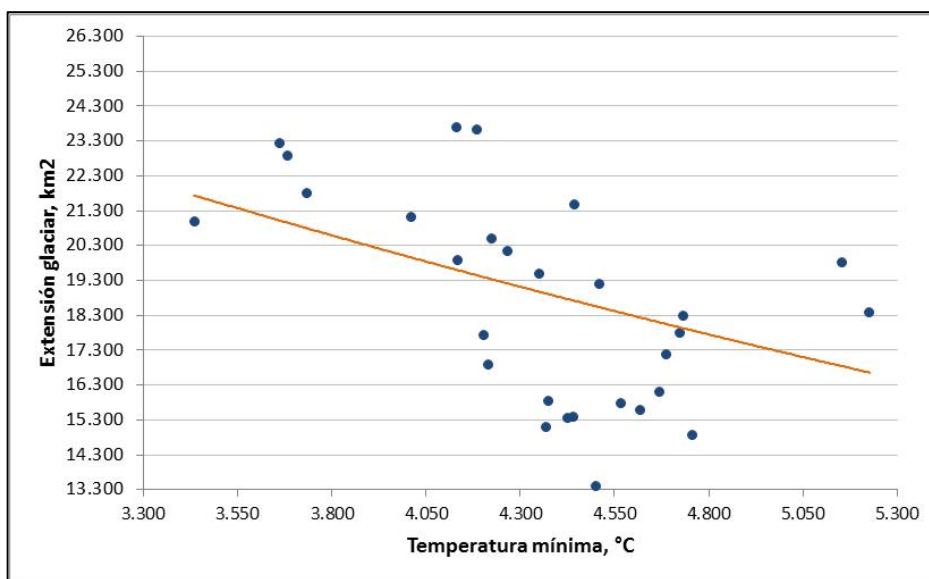


Figura 18. Relación temperatura mínima – extensión glaciar.

Tabla 18. Correlaciones de temperatura y ln de extensión glaciar.

		Temperatura mínima	Logaritmo natural de Extensión glaciar
Temperatura mínima	Correlación de Pearson	1	-,346*
	Sig. (unilateral)		,028
	N	31	31
Logaritmo natural de Extensión glaciar	Correlación de Pearson	-,346*	1
	Sig. (unilateral)	,028	
	N	31	31

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (unilateral).

Tabla 19. Resumen del modelo compuesto entre temperatura y ln de extensión glaciar.

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
-,346	12,0 %	9,0 %	,171

La variable independiente es Temperatura mínima.

Tabla 20. Coeficientes del modelo compuesto de temperatura y ln de extensión glaciar.

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
Temperatura mínima	,865	,063	,707	13,655	,000
(Constante)	35,644	11,432		3,118	,004

La variable dependiente es ln(Extensión glaciar)

En términos lineales (linealizando el modelo compuesto):

$$\ln(E) = \ln(35,644) + \ln(0,865) T; r = -0,346; r^2 = 12,0 \% \\ (0,000) (0,004)$$

En términos no lineales tipo compuesto:

$$E = 3,0211e15 * 2,3739^T; r = -0,346; r^2 = 12,0 \% \\ (0,000) (0,004)$$

Dado que el valor P (0,028) es menor que 0,05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , a favor de la hipótesis alternativa  $H_1$ .

En conclusión, al 95 % de confianza estadística, se acepta que existe relación no lineal de tipo compuesta y significativa entre temperatura y extensión glaciar en el período 1986 – 2016. Dicha relación es inversa con una magnitud baja; asimismo el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) es muy bajo (0 a 0,2).

Con estos resultados se afirma la tercera hipótesis específica de investigación.

Como el coeficiente de correlación no lineal es significativo, la relación entre la temperatura y la extensión glaciar se expresa como:

Extensión =  $3,0211e15 * 2,3739^{\text{Temperatura}}$ ;  $r = -0,346$ ;  $r^2 = 12,0 \%$   
(0,000) (0,004)

#### **4.4 Análisis de impactos de la huella ecológica en el cambio climático**

La huella ecológica es una importante herramienta para establecer tanto el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema, como las medidas correctoras para paliar dichos impactos.

La huella ecológica transforma todos los consumos de materiales y energía a ha de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, mar productivo, superficie artificializada o absorción de CO<sub>2</sub>) dándonos una idea clara y precisa del impacto de nuestras actividades sobre los diversos ecosistemas; así puede ser considerado como un indicador "final" porque transforma cualquier tipo de unidad de consumo (toneladas, kilowatios, litros, etc.), como los desechos producidos, en un único número significativo.

Cualquier producto que llega al consumidor final ha atravesado toda una cadena de valor, más o menos larga, desde la extracción de las materias primas (minerales, madera, pescado, etc.) hasta el producto acabado, pasando por el diseño, la transformación, la promoción, la distribución y el transporte o la comercialización. En cada uno de esos pasos o eslabones de la cadena se va añadiendo algo más de huella ecológica hasta llegar a aquel consumidor final.

Así, por ejemplo, una empresa pesquera que explota un recurso, genera los siguientes impactos: a) el espacio que utilizó para la pesca; b) el consumo de combustible del buque; c) el consumo de materiales utilizados (redes, cajas, anzuelos, etc.); d) el consumo de otros recursos (papel, agua, comida, etc.); e) las emisiones, vertidos y desechos producidos. Supongamos que todos estos impactos, una vez convertidos a espacio expresados en ha de tierras producen una huella ecológica de unas 10 ha/t de pescado extraído (es decir, cada tonelada de pescado equivale a todos los recursos que producen 10 ha de ecosistemas bioproductivos).

Las operaciones de la lonja, donde se gasta energía eléctrica, se fabrica hielo, se consumen materiales de oficina, etc., añaden una nueva huella a esa t de pescado. El transporte hasta la fábrica de conservas y la propia transformación, enlatado, etc., añaden nueva huella a ese pescado. La posterior venta y transporte, a veces hasta lugares sumamente alejados, añade más huella. Finalmente, el producto es servido en un restaurante, donde también se consume luz, agua, gas, combustible para la calefacción, materiales, espacio y otros, y donde también se generan nuevos residuos. Al final de toda esa cadena, la huella de aquella t de pescado podría pasar de las iniciales 10 ha a las 1000 ha finales.

El receptor de toda esa huella que se ha ido acumulando es el consumidor final, el cliente que está sentado en la mesa del restaurante. Pero, todos los eslabones del proceso han sido consumidores intermedios (como poseedores temporales) del producto “de flujo” que ha ido pasando por todos ellos (el pescado), así como consumidores finales de muchísimos otros productos (desde un bolígrafo hasta un anzuelo) que ya no pasan al siguiente eslabón. Podemos considerar que esos productos o consumos finales (como la energía o el combustible) quedan incorporados, como insumos, en el producto de flujo, y considerar así que todo es consumo intermedio, pero lo cierto es que, llamémoslo como lo llamemos, todos y cada uno de los eslabones adquieren huella a partir de los eslabones anteriores y generan nueva huella por medio de sus propios procesos. Unos y otros productos quedan registrados en la contabilidad de la empresa y todos ellos podrán ser registrados como huella.

La aplicación de la huella ecológica puede propiciar el “efecto dominó”, pues toda persona, organización o ciudad interesada en adquirir productos libres de huella, buscará proveedores de productos y/o servicios ecoeficientes.

La cadena del pescado descrita (como las actuales cadenas del petróleo, acero, gas, vidrio o cualquier otra) es una cadena no sostenible. Sin embargo, si una persona, organización o ciudad opta por la sostenibilidad, podrá y deberá adquirir productos sin huella o con poca huella (los denominados productos “verdes” o certificados) y, a su vez, deberá implantar

procesos productivos propios que no añadan nueva huella a ese producto adquirido (utilizando, por ejemplo, biocombustibles, comprando energía “verde” o implantando energías alternativas propias). Si esta práctica se extiende por toda la cadena se producirá un “efecto dominó”, de modo que todos los proveedores tenderán a hacerse cada vez más sostenibles con el fin de ser cada vez más competitivos.

Por lo tanto, toda persona, organización o ciudad como depositaria o poseedora de la huella de productos que hereda o adquiere y como generadora de nueva huella, debido a sus propios procesos, puede aplicar con total propiedad el concepto de huella ecológica como indicador de sostenibilidad.

En el caso de las organizaciones empresariales podemos asumir que toda huella de una empresa queda incorporada en el producto de flujo que va a pasar al siguiente intermediario, y por lo tanto, todo es consumo intermedio, en el sentido que le dan los economistas (todo son productos “de flujo” hacia el siguiente eslabón); pero, también se puede asumir lo contrario, es decir, que todo consumidor intermedio es en realidad un consumidor final provisional, tanto en cuanto no se produzca la transferencia de sus productos al siguiente eslabón de la cadena, ya que es posible que tales productos no salgan de la empresa poseedora. Así, por ejemplo, si se produce un incendio o cualquier otra catástrofe natural o artificial, o si el producto queda almacenado indefinidamente por la razón que sea, o si los productos perecederos se echan a perder por los motivos que fuera, ese consumidor intermedio pasaría automáticamente a ser el consumidor final de tales productos.

Probablemente un concesionario de coches, dedicado a la simple e inocente compra y venta de vehículos (producto “de flujo”), se sorprenda al saber que los automóviles que pasan por su comercio, y que él no va a usar directamente, le producen una considerable huella.

El cambio climático global podría mitigarse si los ciudadanos toman consciencia de que el estilo de vida local que se practica en promedio en una población, tiene repercusiones ambientales globales. El aporte de Rees y otros



(1995) permitirá aplicar el indicador de la huella ecológica con el objetivo de relacionar el incremento de la población humana y su consumo, con el hecho de que la superficie productiva y el capital natural permanezcan constantes o bien al estar en declive puedan tomarse acciones coherentes con la sostenibilidad.

## **V. Discusión**

### **5.1 Biocapacidad y huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo en el contexto del cambio climático al 2016**

La media de huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo es de 1,067 hag; el mayor porcentaje, 25,59 % de las personas tiene una huella ecológica personal que se encuentra en el rango de 0,585 – 0,779 hag, encontrándose por debajo de la biocapacidad estimada para el Perú equivalente a 3,336 hag; el resultado de este estudio coincide con el desarrollado por Ibarra-Cisneros y otros (2014) en México que determinó la huella ecológica de estudiantes en 1,48 hag; los resultados de ambos estudios revelan que corresponde a un estilo de vida sustentable, considerando 1,7 hag como umbral de sustentabilidad.

Doğan Südaş, y otros (2015) realizaron un estudio sobre la huella ecológica de estudiantes turcos enfocado en determinar la huella ecológica por componentes, respecto a la huella de absorción de CO<sub>2</sub> en Turquía, la electricidad es la fuente de energía más usada en el hogar, en el caso de Perú también el mayor porcentaje corresponde a la huella de absorción de CO<sub>2</sub> con una media del 53,24 % del total de la huella ecológica. En la huella de cultivos y pastos en Turquía los encuestados prefieren un tipo de dieta omnívoro, en el caso de la muestra de Perú 11,43 % es la huella de cultivos lo que indica que se alimentan de vegetales y 5,41 % tiene una dieta basada en carne, no se conoce el porcentaje de personas que tienen una dieta omnívora.

El estudio de Turquía y Perú se desarrolló con personas de la zona urbana; y específicamente Huancayo muestra una huella ecológica baja en

comparación con personas de las ciudades de México y Turquía donde se realizó los mencionados estudios.

El comportamiento de la biocapacidad del Perú y la huella ecológica del departamento de Junín tienen un desarrollo lineal previsible y aunque al 2016 se tiene como resultados que en la ciudad de Huancayo existe un superávit ecológico, su huella ecológica puede incrementarse y la biocapacidad decrecer aceleradamente por efectos del incremento poblacional y consumo de energía por actividades económicas que se promueven incrementando las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente CO<sub>2</sub> y que son uno de los principales factores del cambio climático global.

## **5.2 Relación entre huella ecológica y biocapacidad per cápita**

La huella ecológica estimada del departamento de Junín - Perú al 2016 es de 1,167 hag, menor a la biocapacidad del Perú estimada en 3,336 hag teniendo como resultado que existe un superávit ecológico, respecto a otras ciudades del mundo es una de las más bajas. En el caso de Manizales – Colombia, esta tiene para el 2008 una huella ecológica de 2,899 hag con una biocapacidad de 1,93 hag teniendo como resultado que existe un déficit ecológico (Tobasura, 2008).

Según la Global Footprint Network (2015) generalmente el comportamiento de la biocapacidad y la huella ecológica tiene una relación lineal inversa; cuanto mayor es la huella ecológica se reduce la biocapacidad por efectos de la presión que se ejerce sobre los recursos naturales, luego cuando se tiene una huella ecológica baja se tiende a recuperar la biocapacidad.

## **5.3 Relación entre la huella ecológica, y temperatura como dimensión del cambio climático**

La huella ecológica del departamento de Junín presenta un incremento progresivo de acuerdo a los datos observados y estimados de los últimos 31

años; debido a las diversas metodologías, periodos entre otros factores se tienen datos con claras diferencias respecto a sus cálculos.

La temperatura coincidentemente con diversos estudios Huancayo experimenta el incremento de la temperatura media y mínima anual, y el modelo de regresión utilizado muestra que continuará subiendo; esta tendencia no difiere de las proyecciones para sudamérica del cambio climático que afirma el incremento de la temperatura.

Al respecto Gonzáles (2013) afirma que uno de los factores del incremento de la temperatura superficial promedio en el planeta son las altas concentraciones de CO<sub>2</sub> y otros GEI en la atmósfera.

Las variables huella ecológica y temperatura muestran una relación – aunque con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) bajo- poniendo de manifiesto que los impactos de la huella ecológica expresada en la presión que se ejerce sobre los recursos naturales genera mayores niveles de emisiones de CO<sub>2</sub>, y éstos gases son uno de los principales factores de incremento de la temperatura superficial global.

#### **5.4 Relación entre la temperatura mínima y la extensión glaciar como dimensiones del cambio climático de Huancayo**

El comportamiento de la temperatura mínima en Huancayo evidencia mejor el cambio del clima, éste factor también contribuye con el retroceso de la masa glaciar de la Cordillera Huaytapallana que de acuerdo a las mediciones efectuadas entre 1986-2016 y estimaciones basadas en modelos de regresión ad-hoc estima la extensión glaciar en 14,873 km<sup>2</sup> para este glaciar, es evidente que a medida que se incrementa la temperatura retroceden los glaciares alto andinos, coincidiendo este fenómeno por el caso de la Cordillera Blanca en Ancash cuya autoría es de la Autoridad Nacional del Agua (2014).

El retroceso de los glaciares también se confirma por informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (2014) que respecto a los glaciares en

los polos de la Tierra, caso del Ártico reporta como muy probable que la superficie media anual del hielo marino haya disminuido durante el período 1979-2012 en un rango del 3,5 % al 4,1 % por decenio. La extensión del hielo marino en la zona ha disminuido en cada estación y en cada decenio sucesivo desde 1979, y es en verano cuando se ha registrado el mayor ritmo de disminución en la extensión media decenal.

También respecto los resultados se condicen con los reportados por Schauwecker y otros (2014) que manifiesta que un fuerte retroceso de los glaciares observado durante las últimas tres décadas puede incluir una señal del aumento de la temperatura antes de la década de 1980, en función del glaciar. La subida temperatura moderada durante los últimos treinta años, puede haber inducido un forzamiento adicional.

## **Conclusiones**

### **Biocapacidad y huella ecológica personal de los ciudadanos de Huancayo en el contexto del cambio climático al 2016**

La media de la huella ecológica personal de Huancayo (1,067 hag/per cápita) se encuentra por debajo de la biocapacidad estimada para el Perú (3,336 hag/ per cápita) e inferior a la biocapacidad determinada para el planeta (1,7 hag/per cápita); con estos valores se puede afirmar que existe un superávit ecológico para la ciudad de Huancayo. Asimismo la media de la huella ecológica de Huancayo es menor a la huella ecológica del planeta (2,6 hag/per cápita).

Ninguna persona de Huancayo tiene una huella ecológica que excede la biocapacidad estimada para el Perú; y la mayor parte de la población de Huancayo (89 %) tiene una huella ecológica que no excede la biocapacidad del planeta; también, el mayor porcentaje de la población de la zona urbana de la ciudad de Huancayo (25,59 %) tiene una huella ecológica entre 0,585 a 0,779 hag/per cápita.

La huella ecológica de la población de Huancayo tiene impacto en el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero, éste es un factor del incremento de la temperatura superficial del planeta explicando el actual cambio climático antropogénico; para la realidad de Huancayo el cambio climático se evidencia en base al incremento de la temperatura mínima y retroceso de la masa glaciar de la Cordillera del Huaytapallana.

Los valores de la biocapacidad y huella ecológica observados y

estimados debe entenderse como impactos mínimos, ya que el modelo de este indicador no considera todo el impacto que produce realmente una población o como en este caso una persona, pues no se considera las emisiones de GEI diferentes del CO<sub>2</sub> a la atmósfera o los vertidos a ríos, por tanto se debe considerar que el impacto real siempre será mayor que el calculado por la huella ecológica; el aporte de este trabajo de investigación muestra una imagen muy aproximada, clara y significativa de la realidad al 2016.

### **Relación entre la huella ecológica y biocapacidad per cápita**

La huella ecológica estimada del departamento de Junín (1,167 hag) es menor a la biocapacidad del Perú (3,336 hag) al 2016, teniendo un superávit ecológico; asumiendo que la biocapacidad del departamento de Junín al mismo periodo es igual al valor estimado para el Perú.

Comparado con otros países se puede afirmar que la biocapacidad del Perú es una de las más altas y la huella ecológica es una de las más bajas.

Existe relación entre el incremento de la huella ecológica del departamento de Junín y la biocapacidad del Perú, y aunque la biocapacidad progresivamente viene disminuyendo y la huella ecológica viene incrementándose se tiene un superávit ecológico en el departamento de Junín.

### **Relación entre la huella ecológica y, temperatura como dimensión del cambio climático**

Respecto a los indicadores del cambio climático como la huella ecológica y temperatura mínima, existe una relación no lineal entre estas variables.

El incremento de la huella ecológica de un país, departamento, organización o persona tiene impacto en las emisiones de GEI como el CO<sub>2</sub> el mismo que acelera el incremento de la temperatura superficial del planeta.

Para la zona de estudio se evidencia el incremento de la huella

ecológica, asimismo se muestra un incremento de la temperatura superficial mínima medida durante los últimos 30 años.

### **Relación entre la temperatura mínima y la extensión glaciaria como dimensiones del cambio climático de Huancayo**

Respecto a los indicadores del cambio climático como la temperatura y extensión glaciaria de la ciudad de Huancayo, existe una relación lineal inversa entre la huella ecológica y biocapacidad.

El incremento de la huella ecológica expresada por el incremento del consumismo tendría una relación directa en el incremento de la temperatura mínima del aire y por tanto en el retroceso de la masa glaciaria con las consecuencias a futuro en términos de sostenibilidad de los recursos naturales como los recursos hídricos que impactarían en la demanda para el consumo humano y diversas actividades socio económicas de la ciudad de Huancayo.

El incremento de la temperatura está incidiendo en el retroceso de la masa glaciaria de la Cordillera del Huaytapallana ubicada cerca de la zona de estudio.



## **Recomendaciones**

El estudio ha estado limitado a datos de biocapacidad, huella ecológica, temperatura y extensión glacial de determinados años y espacios a nivel nacional y regional, pero no existen estudios en el contexto local, por ello se sugiere realizar estudios enfocados de las variables antes citadas en Huancayo para de esta manera tener modelos de estimación que permitan tener mejores aproximaciones a futuro del comportamiento de la huella ecológica y el cambio climático.

## Referencias bibliográficas

- Anisimov, O., Chapin , F. S., Cruz , R. W., Finlayson , M., Hohenstein, W., & Insarov , G. (2002). *Cambio climático y biodiversidad*. Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático Documento Técnico V del IPCC.
- Arévalo, C. (2015). 195 países firman histórico acuerdo en la COP21 de París. *La República*, 13(23).
- Arroyo, J. (13 de 04 de 2013). *Impactos de las actividades antrópicas en el nevado Huaytapallana*. Obtenido de Revista Apuntes de Ciencia & Sociedad:  
<http://journals.continental.edu.pe/index.php/apuntes/article/view/41/40>
- Autoridad Nacional del Agua. (2014). *Inventario de glaciares del Perú (2da. actualización)*. Huaraz: Autoridad Nacional del Agua.
- Banco Central de Reserva del Perú. (2011). *Portal web del BCRP*. Recuperado el 15 de noviembre de 2015, de  
<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Huancayo/Junin-Characterizacion.pdf>
- BBC. (12 de 12 de 2015). *BBC Mundo*. Obtenido de COP21: Aprueban histórico acuerdo contra cambio climático en la Cumbre de París:  
[http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/12/151211\\_cumbre\\_clima\\_pari\\_s\\_cop21\\_acuerdo\\_az](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/12/151211_cumbre_clima_pari_s_cop21_acuerdo_az)
- Beato, F., & Chiarello, F. (21 de 05 de 2013). *Population, environment and economic growth: a sociological perspective*. Obtenido de Theomai:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12400102>

- Bertalanffy, V. L. (1976). *Teoría general de los sistemas: Fundamentos, desarrollos y aplicaciones*. México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Bryant, L., Carver, L., Butler, C., & Anaged, A. (2009). Climate change and family planning: least-developed countries define the agenda. *Bull World Health Organ*, 87, 852–857.
- Butze, W. (2004). El cambio climático: un problema de energía. *El Cotidiano*, 19(123), 66-79.
- Center for biological diversity. (14 de 07 de 2013). *Center for biological diversity*. Obtenido de [http://www.biologicaldiversity.org/programs/population\\_and\\_sustainability/climate/](http://www.biologicaldiversity.org/programs/population_and_sustainability/climate/)
- Doğan Südaş, H., & Yaşa Özeltürkay, E. (2015). Analyzing the Thoughts of Ecological Footprints of University Students: A Preliminary Research on Turkish Students. *Procedia, social and behavioral sciences*, 175, 176-184. Adana, Turquía.
- Doménech, J. (2007). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Madrid: AENOR Ediciones.
- Global Footprint Network. (2 de 12 de 2015). *Global Footprint Network*. (Global Footprint Network) Recuperado el 2 de 12 de 2015, de Global Footprint Network: [http://www.footprintnetwork.org/ecological\\_footprint\\_nations/](http://www.footprintnetwork.org/ecological_footprint_nations/)
- González, D. (2013). Energía y cambio climático. *Revista Derecho Ambiental y Ecología*, 10(55), 61-63. Ciudad de México.
- Gubin, A. (s.f.). *Glaciares de todo el mundo desaparecen, y a velocidad sin precedentes*. Recuperado el 15 de junio de 2015, de La Gran Época: <http://www.lagranepoca.com/cienciay-tecnologia/noticias/14013-glaciares-de-todo-el-mundo-desaparecen-y-a-velocidad-sin-precedentes.html>
- Ibarra-Cisneros, J., & Monroy-Ata, A. (27 de 10 de 2014). Cuestionario para calcular la huella ecológica de estudiantes universitarios mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma

de México. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 17, 147-154. Ciudad de México, México.

INEI. (21 de noviembre de 2015). *INEI*. (INEI) Recuperado el 21 de noviembre de 2015, de Instituto Nacional de Estadística e Informática:

<http://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). *Working Group III contribution to the IPCC 5th Assessment Report*. Obtenido de 5th Assessment Report "Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change": <http://mitigation2014.org/report/final-draft>

Jian-Ping, Y., Yong-Jian, D., Shi-Yin, L., & ChunPing, T. (2015). Vulnerability of mountain glaciers in China to climate change. *Advances in Climate Change Research*. 6(1).

Jiménez, L., & Higón, T. F. (2003). *Ecología y economía para un desarrollo sostenible*. Valencia, España: Publicaciones Universidad de Valencia.

La República. (2014). Diario La República. *Para el estado peruano, los resultados de Lima COP20 son positivos*.

Le Bourger. (2015). El mundo se pone de acuerdo para frenar el cambio climático. *El Comercio*, 12(13).

Martínez, A. J. (2005). *El ecologismo de los pobres*. Barcelona: Editorial ICARA.

Miller Jr., G. (2007). *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Un enfoque integral*. México: Internacional Thomson Editores, S.A.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2007). *Análisis de la huella ecológica de España*. País Vasco: Centro de Publicaciones. Secretaria General Técnica.

Ministerio del Ambiente del Perú. (2013). *Calculo de la huella ecológica departamental y por estratos socio económicos*. Lima: Ministerio del Ambiente.

- Ministerio del Ambiente del Perú. (2013). *Quinto Informe Nacional sobre la aplicación del Convenio sobre la Diversidad Biológica Perú (2010-2013)*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD)*. Santiago de Chile: Ministerio del Medio Ambiente.
- Naciones Unidas. (1987). *Informe Brundtland: informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Oslo: Naciones Unidas.  
Obtenido de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427>
- Naciones Unidas. (12 de 11 de 1997). *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. (N. Unidas, Editor) Recuperado el 12 de 03 de 2016, de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Naciones Unidas. (12 de 12 de 2015). *Convención Marco de Cambio Climático. Conferencia de las Partes*. Obtenido de Aprobación del Acuerdo de París: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf>
- Naredo, J. M. (1992). *Fundamentos de la economía ecológica*. Sevilla: IV Congreso Nacional de Economía.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2013). *National Oceanic and Atmospheric Administration*. Obtenido de Astronomical Theory of Climate Change: <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/milankovitch.html>
- Nodarse García , R., & López Bastidas, E. (01 de Febrero de 2012). *Determinación de la huella ecológica del Municipio de Lajas*. (J. C. Coll, Editor, & Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez") Recuperado el 10 de Marzo de 2016, de Desarrollo Local Sostenible: <http://www.eumed.net/rev/delos/13/nglb.html>
- Organismo de Naciones Unidas. (2013). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el desarrollo sostenible "El futuro que queremos". Res 66/288 de 11 de setiembre de 2012. Resolución aprobada por la Asamblea General. ONU*.

- Organismo de Naciones Unidas. (2014). *Naciones Unidas*. Obtenido de Ban Ki-moon encomió resultado de la Conferencia sobre Cambio Climático en Lima: <http://www.un.org/climatechange/es/blog/2014/12/ban-ki-moon-encomio-resultado-de-la-conferencia-sobre-cambio-climatico-en-lima/>
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático. (2007). *Cambio climático 2007, informe de síntesis*. Ginebra: IPCC.
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático. (2014). *Cambio climático 2014, informe de síntesis*. Ginebra: Organización Meteorológica Mundial.
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático, Grupo de Trabajo II. (2014). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos. Contribución del Grupo de Trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático*. Ginebra: Organización Meteorológica Mundial.
- Planelles, M. (14 de 12 de 2015). *El País*. Obtenido de La Cumbre de París cierra un acuerdo histórico contra el cambio climático: [http://internacional.elpais.com/internacional/2015/12/12/actualidad/1449910910\\_209267.html](http://internacional.elpais.com/internacional/2015/12/12/actualidad/1449910910_209267.html)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2007-2008). *Solidaridad frente a un mundo dividido. Informe sobre desarrollo humano 2007-2008, la lucha contra el cambio climático, 2007*. Nueva York: PNUD.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2007). *Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD). Cambio climático y biodiversidad. Día internacional de la diversidad biológica*. Washington: PNUMA.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (04 de 06 de 2014). *Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo*. (PNUD, Ed.) Obtenido de Medio ambiente y energía: [http://www.undp.org/content/undp/es/home/ourwork/environmentandenergy/about\\_enregy\\_andenvi](http://www.undp.org/content/undp/es/home/ourwork/environmentandenergy/about_enregy_andenvi)

- Rees, W., & Wackernagel, M. (1995). *Our Ecological footprint: Reducing Human Impact on the earth*. Vancouver: New Society Publishers.
- Schauwecker, S., Rohrer, M., Acuña, D., Cochachin, A., Dávila, L., & Frey, H. (2014). Climate trends and glacier retreat in the Cordillera Blanca, Peru. *Global and Planetary Change*, 119(1).
- Tobasura Acuña, I. (2008). Huella ecológica y biocapacidad: indicadores biofísicos para la gestión ambiental. El caso de Manizales, Colombia. (26), 119-136. Manizales: Universidad de Caldas.
- Torres, C. (2012). *Huella ecológica boliviana*. La Paz: Instituto Boliviano de Economía y Política Agraria.
- United Nations Environment Programme, World Conservation Monitoring Centre. (2015). *Conservation dashboard*. Obtenido de <http://www.unep-wcmc.org/#?country=PE&dashboard=show>
- Van den Bergh, J. (2000). *Ecological economics: themes, approaches and differences with environmental economics*. Institute Tinbergen.
- Vuille, M., Kaser, G., & Juen, I. (2008). Glacier mass balance variability in the Cordillera Blanca, Peru and its relationship with climate and the large-scale circulation. . *Glob. Planet Change*(64).
- World Resources Institute. (2005). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. Washington, DC: WRI.
- WWF. (2014). *Informe Planeta Vivo 2014 - Resumen*. Gland, Suiza: WWF International.

## **Anexos**

- 1. Instrumento para determinar la huella ecológica personal en Huancayo, Perú.**



**CUESTIONARIO DE HUELLA ECOLÓGICA PERSONAL  
PARA LA CIUDAD DE HUANCAYO**

<b>No. :</b>	<b>Entrevistador:</b>	<b>Entrevistado:</b>
<b>Fecha :</b>	<b>Género:</b> 1. (Varón) 2. (Mujer)	<b>Edad:</b> 1. (18-28) 2. (29-38) 3. (39-48) 4. (49+)
<b>Dirección:</b> .....		

**I. Alimentación:**

1. ¿Con qué frecuencia consume carne?
  - a. Nunca
  - b. Con poca frecuencia (menos de una vez por semana)
  - c. Ocasionalmente (una o dos veces por semana)
  - d. Con frecuencia (casi diariamente)
  - e. Con mucha frecuencia (casi todas las comidas)
  
2. ¿Con qué frecuencia consume pescado?
  - a. Nunca
  - b. Con poca frecuencia (menos de una vez por semana)
  - c. Ocasionalmente (una o dos veces por semana)
  - d. Con frecuencia (un día si, un día no)
  - e. Con mucha frecuencia (casi diariamente)
  
3. ¿Con qué frecuencia consume huevos, leche y otros productos lácteos?
  - a. Nunca
  - b. Con poca frecuencia (menos de una vez por semana)
  - c. Ocasionalmente (una o dos veces por semana)
  - d. Con frecuencia (casi diariamente)
  - e. Con mucha frecuencia (casi todas las comidas)
  
4. ¿Aproximadamente cuánta de la comida que consume es producida en su país?
  - a. Muy poca
  - b. Una cuarta parte
  - c. La mitad
  - d. Tres cuartas partes
  - e. Casi toda

## II. Productos:

5. ¿Qué se acerca más a sus hábitos mensuales de consumo de ropa, calzado y artículos deportivos?
  - a. No compro mucho, de vez en cuando alguna camiseta o medias.
  - b. Un par de pantalones y una camisa.
  - c. Pantalones, zapatos deportivos, un par de camisetas y ropa interior.
  - d. Sigo las últimas tendencias de la moda.
  
6. ¿Qué se acerca más a sus hábitos anuales de remodelación y compras para su hogar?
  - a. Ropa de cama de vez en cuando, no he decorado en años.
  - b. Una lámpara nueva o una mesita, para alegrar la casa.
  - c. Un sofá nuevo, nuevos muebles de dormitorio – cambio la decoración con frecuencia.
  - d. Remodelo mi sala de estar completamente, es un ritual anual.
  
7. ¿Con qué frecuencia adquiere electrodomésticos nuevos?
  - a. Nunca
  - b. Casi nunca (no compro electrodomésticos grandes, solo cosas pequeñas como una licuadora de vez en cuando)
  - c. Con poca frecuencia (solo reemplazo los electrodomésticos que ya no sirven)
  - d. Ocasionalmente (a veces reemplazo modelos antiguos por nuevos)
  - e. Con frecuencia (reemplazo mis electrodomésticos por los nuevos modelos con frecuencia)
  
8. ¿Con qué frecuencia adquiere aparatos electrónicos de entretenimiento como televisión, equipo de sonido, computadora, etc.?
  - a. Nunca
  - b. Casi nunca (tengo celular pero no compro otros aparatos electrónicos)
  - c. Con poca frecuencia (reemplazo la televisión o la computadora cuando ya no sirve)
  - d. Ocasionalmente (reemplazo los modelos viejos y ocasionalmente compro un aparato para el entretenimiento)
  - e. Con frecuencia (tengo muchos de los últimos aparatos electrónicos del mercado)

9. ¿Con qué frecuencia adquiere libros nuevos, revistas y periódicos para su hogar?
- a. Casi nunca (un periódico, una revista o un libro unas pocas veces al año)
  - b. Con poca frecuencia (la mayoría de cosas que leo son prestadas o están en internet)
  - c. Ocasionalmente (compro el periódico o una revista de vez en cuando)
  - d. Con frecuencia (compro el periódico con frecuencia y revistas de vez en cuando)
  - e. Con mucha frecuencia (recibo el periódico diariamente y compro revistas o libros semanalmente)

### III. Vivienda:

10. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4
- e. 5
- f. 6
- g. 7 a más

11. ¿Cuánto paga por electricidad mensualmente?

- a. No sabe
- b. No tiene electricidad
- c. 3.5 a 35 soles (\$1 a \$10)
- d. 36 a 175 soles (\$10 a \$50)
- e. 176 a 525 soles (\$50 a \$150)
- f. Más de 525 soles (Mayor a \$150)

12. ¿Cuánto paga por gas mensualmente?

- a. No sabe
- b. No tiene electricidad
- c. 3.5 a 35 soles (\$1 a \$10)
- d. 36 a 175 soles (\$10 a \$50)
- e. 176 a 525 soles (\$50 a \$150)
- f. Más de 525 soles (Mayor a \$150)

#### IV. Movilidad:

13. ¿Qué distancia recorre semanalmente en un automóvil particular o motocicleta (como conductor o pasajero)?

- a. No viaja en un automóvil particular o motocicleta.
- b. 1 - 20 km
- c. 20 - 60 km
- d. 60 - 100 km
- e. 100 - 200 km
- f. 200 km o más

14. ¿Cuánto es el consumo de combustible del vehículo que más frecuentemente utiliza?

- a. Menos de 8 km por galón
- b. 8 - 25 km por galón
- c. 25 - 50 km por galón
- d. 50 - 65 km por galón
- e. Más de 65 km por galón
- f. No sabe

15. ¿Qué distancia recorre semanalmente en transporte público?

- a. 0 km
- b. 1 - 8 km
- c. 8 - 40 km
- d. 40 - 80 km
- e. 80 km o más

Instrumento adaptado de la **Global Footprint Network** para su aplicación de acuerdo al estilo de vida del poblador promedio de Huancayo.

<http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/calculators/>

## 2. Base de datos de huella ecológica personal de la ciudad de Huancayo, Perú.

N°	Genero	Edad	Huella ecológica	Absorción CO <sub>2</sub>	Cultivos	Pastos	Bosques	Superficie artificializada	Mar productivo	Equiv. planetas
1	Varón	39-48	<b>1.20</b>	56.80	9.70	3.80	15.70	9.90	4.10	2.10
2	Varón	18-28	<b>1.20</b>	56.00	9.40	3.70	15.90	11.00	4.00	2.10
3	Mujer	39-48	<b>1.20</b>	56.80	9.20	3.70	15.90	10.60	3.80	2.20
4	Varón	49 +	<b>0.70</b>	54.20	12.80	4.80	15.90	7.30	5.00	1.20
5	Mujer	18-28	<b>2.10</b>	63.40	7.00	2.90	13.40	10.00	3.30	3.70
6	Varón	18-28	<b>1.20</b>	61.40	9.50	3.70	13.60	7.90	3.90	2.10
7	Mujer	39-48	<b>1.30</b>	61.80	8.10	3.20	13.50	9.80	3.60	2.40
8	Varón	49 +	<b>0.60</b>	45.60	14.40	5.50	18.00	10.80	5.70	1.10
9	Mujer	49 +	<b>0.70</b>	50.80	13.20	5.00	18.30	7.70	5.00	1.20
10	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	52.10	12.70	4.80	16.00	8.90	5.50	1.20
11	Varón	29-38	<b>0.70</b>	50.40	12.30	4.70	17.50	10.10	5.00	1.30
12	Varón	39-48	<b>2.90</b>	72.70	5.50	2.20	10.40	6.70	2.50	5.30
13	Mujer	39-48	<b>1.40</b>	58.20	8.30	3.30	15.60	10.80	3.80	2.60
14	Varón	18-28	<b>0.70</b>	47.90	13.20	5.00	17.80	10.70	5.40	1.20
15	Varón	18-28	<b>1.20</b>	56.10	9.30	3.70	15.40	11.40	4.10	2.10
16	Varón	39-48	<b>1.10</b>	54.00	10.10	4.00	15.80	11.80	4.30	1.90
17	Varón	39-48	<b>1.10</b>	54.80	9.60	3.80	15.70	11.80	4.30	1.90
18	Mujer	39-48	<b>0.90</b>	53.90	11.10	4.30	16.00	10.00	4.70	1.60
19	Mujer	18-28	<b>1.20</b>	55.60	9.30	3.70	16.60	10.90	3.90	2.20
20	Varón	29-38	<b>1.20</b>	55.60	9.30	3.70	16.60	10.90	3.90	2.20
21	Varón	18-28	<b>1.10</b>	61.70	9.20	3.60	13.60	8.10	3.80	2.00
22	Mujer	29-38	<b>2.20</b>	63.20	6.60	2.70	13.70	10.60	3.20	4.00
23	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	54.00	11.40	4.40	16.10	9.70	4.40	1.70

24	Varón	29-38	<b>1.10</b>	57.10	9.80	3.80	16.40	8.70	4.20	1.90
25	Mujer	18-28	<b>0.80</b>	51.80	11.60	4.50	16.80	10.40	4.90	1.50
26	Varón	18-28	<b>1.10</b>	55.20	9.50	3.80	16.00	11.30	4.20	2.00
27	Varón	18-28	<b>1.80</b>	59.30	8.10	3.30	15.00	10.90	3.40	3.30
28	Varón	29-38	<b>1.00</b>	52.70	11.10	4.40	17.80	9.70	4.30	1.80
29	Varón	39-48	<b>0.80</b>	55.50	12.30	4.60	16.00	7.10	4.50	1.40
30	Varón	18-28	<b>0.60</b>	36.30	17.00	6.40	25.80	8.90	5.60	1.10
31	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	53.80	10.70	4.20	17.00	9.80	4.50	1.70
32	Varón	39-48	<b>1.00</b>	45.20	13.40	5.20	22.00	9.90	4.30	1.70
33	Mujer	29-38	<b>0.70</b>	51.40	12.00	4.60	17.20	9.80	5.00	1.30
34	Mujer	39-48	<b>0.70</b>	44.10	13.30	5.10	21.40	10.80	5.30	1.30
35	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	50.20	12.40	4.80	17.60	10.30	4.70	1.60
36	Mujer	18-28	<b>0.50</b>	37.10	18.10	6.70	21.10	9.80	7.20	0.80
37	Mujer	39-48	<b>0.80</b>	51.30	11.90	4.60	18.20	9.30	4.70	1.40
38	Varón	39-48	<b>0.60</b>	50.00	14.60	5.50	16.20	8.00	5.70	1.10
39	Mujer	18-28	<b>1.00</b>	54.00	11.40	4.40	16.10	9.70	4.40	1.70
40	Mujer	29-38	<b>0.50</b>	42.60	16.30	6.10	19.40	9.30	6.30	1.00
41	Varón	18-28	<b>0.90</b>	54.40	11.10	4.30	15.70	9.90	4.60	1.60
42	Varón	39-48	<b>0.80</b>	55.00	12.00	4.60	15.50	8.20	4.70	1.50
43	Varón	18-28	<b>0.80</b>	49.40	12.50	4.80	18.30	10.00	5.00	1.40
44	Mujer	29-38	<b>2.30</b>	62.60	6.90	2.90	13.90	10.50	3.20	4.10
45	Mujer	49 +	<b>0.90</b>	52.90	10.50	4.10	16.00	11.90	4.60	1.70
46	Mujer	18-28	<b>1.00</b>	54.60	10.60	4.10	17.10	9.10	4.50	1.80
47	Mujer	29-38	<b>0.60</b>	46.70	14.70	5.60	18.50	8.50	6.00	1.10
48	Mujer	29-38	<b>0.30</b>	30.00	21.80	8.00	22.80	8.70	8.70	0.60
49	Varón	49 +	<b>0.70</b>	45.30	13.90	5.30	19.00	10.90	5.60	1.20
50	Mujer	18-28	<b>0.40</b>	31.40	20.50	7.60	23.70	8.90	7.90	0.70

51	Varón	29-38	<b>0.80</b>	58.00	10.80	4.10	14.10	8.60	4.40	1.50
52	Varón	39-48	<b>0.70</b>	47.50	13.50	5.10	17.60	10.70	5.60	1.20
53	Mujer	18-28	<b>0.80</b>	50.30	12.30	4.70	18.00	9.80	4.90	1.40
54	Mujer	49 +	<b>0.80</b>	50.10	12.10	4.70	18.30	10.00	4.80	1.50
55	Varón	18-28	<b>1.70</b>	61.80	7.80	3.10	14.00	9.70	3.60	3.10
56	Varón	49 +	<b>0.80</b>	50.40	12.60	4.80	16.80	10.30	5.10	1.40
57	Varón	29-38	<b>0.60</b>	45.30	15.50	5.80	18.50	8.80	6.10	1.00
58	Mujer	18-28	<b>1.10</b>	57.40	9.30	3.70	14.60	11.00	4.00	2.10
59	Mujer	49 +	<b>1.10</b>	57.50	9.00	3.60	14.70	11.10	4.10	2.00
60	Varón	29-38	<b>0.60</b>	41.10	15.80	6.00	22.00	9.00	6.10	1.00
61	Varón	18-28	<b>0.70</b>	48.80	13.00	5.00	17.00	10.60	5.60	1.20
62	Varón	49 +	<b>0.70</b>	46.90	12.40	4.80	20.10	10.60	5.20	1.30
63	Mujer	29-38	<b>0.50</b>	40.60	17.10	6.40	19.90	9.40	6.60	0.90
64	Mujer	18-28	<b>1.30</b>	59.70	8.40	3.30	14.80	10.10	3.70	2.30
65	Mujer	29-38	<b>1.00</b>	57.90	10.40	4.00	14.20	9.20	4.30	1.80
66	Varón	18-28	<b>1.20</b>	58.60	9.20	3.60	14.80	9.70	4.10	2.10
67	Mujer	18-28	<b>0.80</b>	55.10	11.40	4.30	15.40	9.10	4.70	1.40
68	Mujer	39-48	<b>0.70</b>	55.40	12.80	4.80	15.00	7.30	4.70	1.30
69	Varón	49 +	<b>1.10</b>	63.40	9.40	3.60	13.70	6.30	3.60	1.90
70	Mujer	49 +	<b>0.50</b>	40.90	16.70	6.20	20.00	9.50	6.70	0.90
71	Mujer	18-28	<b>0.60</b>	54.40	13.30	5.00	15.20	6.60	5.50	1.00
72	Mujer	39-48	<b>0.60</b>	42.80	15.10	5.80	21.10	9.00	6.20	1.00
73	Mujer	49 +	<b>0.50</b>	42.60	16.50	6.20	18.90	9.30	6.50	0.90
74	Mujer	18-28	<b>1.40</b>	63.60	7.50	3.00	12.60	10.00	3.30	2.60
75	Mujer	29-38	<b>0.70</b>	46.40	13.40	5.10	18.80	10.80	5.50	1.20
76	Varón	18-28	<b>1.00</b>	57.90	10.40	4.00	14.20	9.20	4.30	1.80
77	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	52.00	12.30	4.70	17.10	8.80	5.10	1.30

78	Varón	39-48	<b>1.10</b>	55.30	9.30	3.70	15.30	12.30	4.10	2.00
79	Mujer	29-38	<b>0.40</b>	35.30	19.00	7.10	21.10	9.80	7.70	0.70
80	Varón	39-48	<b>0.70</b>	43.40	14.40	5.60	20.60	10.50	5.50	1.20
81	Mujer	39-48	<b>0.70</b>	48.20	13.60	5.20	17.50	10.30	5.20	1.30
82	Mujer	18-28	<b>1.30</b>	62.70	8.20	3.20	13.70	8.60	3.60	2.40
83	Varón	49 +	<b>0.90</b>	46.00	13.00	5.00	21.90	9.60	4.50	1.70
84	Varón	18-28	<b>0.60</b>	41.80	16.20	6.20	20.90	9.30	5.60	1.10
85	Mujer	18-28	<b>0.50</b>	42.50	16.50	6.20	19.20	9.00	6.60	0.90
86	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	51.20	11.70	4.50	17.60	10.30	4.70	1.60
87	Varón	18-28	<b>1.40</b>	61.70	8.50	3.40	13.90	9.00	3.50	2.60
88	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	56.20	11.00	4.30	14.80	9.30	4.40	1.70
89	Varón	49 +	<b>0.60</b>	46.80	15.20	5.70	18.20	8.40	5.70	1.10
90	Varón	29-38	<b>2.70</b>	67.20	6.20	2.50	12.40	9.00	2.70	4.90
91	Mujer	39-48	<b>0.70</b>	47.00	13.40	5.20	19.90	9.10	5.40	1.30
92	Varón	18-28	<b>0.60</b>	46.00	15.30	5.80	18.00	8.60	6.30	1.00
93	Varón	39-48	<b>2.30</b>	61.70	7.10	2.90	14.50	10.60	3.20	4.10
94	Mujer	29-38	<b>1.00</b>	51.00	11.00	4.30	17.60	11.70	4.40	1.70
95	Mujer	39-48	<b>1.10</b>	55.30	10.10	4.00	16.90	9.60	4.10	1.90
96	Mujer	18-28	<b>3.20</b>	64.30	6.20	2.60	13.60	10.30	3.00	5.70
97	Varón	39-48	<b>0.40</b>	28.40	22.70	8.40	24.10	8.60	7.80	0.70
98	Varón	29-38	<b>0.10</b>	62.50	7.10	2.90	14.20	10.00	3.30	3.80
99	Mujer	29-38	<b>1.00</b>	56.60	9.20	3.60	16.10	10.50	4.00	1.90
100	Varón	18-28	<b>0.90</b>	55.70	11.10	4.30	16.20	8.50	4.20	1.60
101	Mujer	39-48	<b>0.60</b>	40.60	15.70	6.00	22.40	9.10	6.20	1.00
102	Varón	29-38	<b>0.80</b>	48.30	13.30	5.10	18.10	10.20	5.00	1.40
103	Varón	18-28	<b>0.70</b>	47.90	13.90	5.30	17.70	9.50	5.70	1.20
104	Varón	29-38	<b>0.90</b>	53.20	11.30	4.40	17.70	8.70	4.70	1.70



105	Varón	18-28	<b>2.40</b>	63.30	7.10	2.90	14.40	9.00	3.30	4.30
106	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	53.00	12.50	4.80	16.30	8.40	5.00	1.30
107	Mujer	18-28	<b>1.00</b>	59.10	9.80	3.80	14.20	8.90	4.20	1.70
108	Varón	18-28	<b>0.80</b>	47.30	14.20	5.40	19.00	9.10	5.00	1.40
109	Mujer	18-28	<b>0.60</b>	46.90	15.10	5.70	17.90	8.60	5.80	1.00
110	Mujer	29-38	<b>0.70</b>	46.90	13.50	5.10	18.10	10.90	5.50	1.20
111	Mujer	18-28	<b>1.50</b>	60.00	8.10	3.20	14.80	10.30	3.60	2.70
112	Mujer	29-38	<b>0.50</b>	36.90	18.30	6.80	21.10	9.70	7.20	0.80
113	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	51.40	12.00	4.60	16.80	10.40	4.80	1.60
114	Varón	49 +	<b>0.60</b>	49.60	13.40	5.10	16.90	9.30	5.70	1.20
115	Mujer	29-38	<b>0.90</b>	57.40	10.00	3.90	15.00	9.30	4.40	1.70
116	Varón	18-28	<b>1.70</b>	58.90	8.10	3.30	14.80	11.30	3.60	3.00
117	Varón	29-38	<b>0.80</b>	51.40	12.20	4.70	17.80	9.30	4.60	1.50
118	Mujer	29-38	<b>0.60</b>	46.90	13.50	5.10	17.50	11.10	5.90	1.10
119	Mujer	18-28	<b>2.80</b>	63.40	6.40	2.70	13.50	10.80	3.20	5.10
120	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	49.00	13.60	5.20	17.60	9.20	5.40	1.30
121	Mujer	49 +	<b>0.50</b>	40.10	17.40	6.50	19.70	9.50	6.80	0.90
122	Mujer	29-38	<b>0.60</b>	46.40	14.00	5.30	18.80	9.70	5.80	1.10
123	Varón	18-28	<b>1.40</b>	62.70	7.60	3.00	12.80	10.50	3.40	2.50
124	Varón	49 +	<b>0.50</b>	39.30	16.30	6.20	22.60	9.20	6.40	1.00
125	Mujer	29-38	<b>0.90</b>	51.20	11.00	4.30	17.00	11.90	4.60	1.60
126	Mujer	39-48	<b>2.90</b>	64.50	6.30	2.60	13.20	10.30	3.10	5.20
127	Varón	18-28	<b>2.30</b>	63.10	7.00	2.90	13.40	10.40	3.20	4.20
128	Mujer	18-28	<b>0.80</b>	46.90	13.30	5.10	19.90	10.00	4.80	1.50
129	Varón	18-28	<b>1.50</b>	61.60	7.90	3.10	13.80	10.10	3.50	2.80
130	Mujer	29-38	<b>1.70</b>	64.40	7.50	3.00	12.70	9.20	3.20	3.00
131	Varón	39-48	<b>0.80</b>	58.60	12.00	4.50	14.10	6.40	4.40	1.40

132	Mujer	18-28	<b>1.30</b>	60.20	8.20	3.30	14.70	9.90	3.70	2.30
133	Mujer	18-28	<b>1.30</b>	57.60	9.20	3.60	15.10	10.70	3.80	2.30
134	Varón	29-38	<b>0.50</b>	38.90	17.10	6.40	21.30	9.60	6.70	0.90
135	Mujer	18-28	<b>1.30</b>	65.90	8.20	3.20	12.40	7.10	3.20	2.40
136	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	57.30	10.90	4.20	14.80	8.60	4.20	1.60
137	Varón	29-38	<b>1.10</b>	62.40	9.40	3.60	13.90	7.00	3.70	1.90
138	Mujer	39-48	<b>1.20</b>	60.10	9.60	3.80	14.70	7.90	3.90	2.10
139	Varón	29-38	<b>1.00</b>	53.40	10.70	4.20	17.80	9.70	4.20	1.80
140	Mujer	18-28	<b>0.60</b>	46.00	14.80	5.60	18.80	8.70	6.10	1.10
141	Mujer	18-28	<b>1.00</b>	54.40	10.90	4.20	17.20	8.80	4.50	1.80
142	Varón	29-38	<b>1.40</b>	62.40	8.30	3.30	14.00	8.50	3.50	2.60
143	Mujer	29-38	<b>0.60</b>	44.50	16.00	6.00	18.70	8.80	6.00	1.00
144	Varón	18-28	<b>1.30</b>	54.50	9.30	3.80	17.50	10.50	4.40	2.40
145	Mujer	29-38	<b>1.10</b>	47.30	12.30	4.80	21.60	9.90	4.10	2.00
146	Mujer	18-28	<b>1.10</b>	66.40	8.80	3.30	11.90	6.00	3.60	1.90
147	Varón	18-28	<b>0.80</b>	57.70	10.90	4.20	15.20	7.50	4.50	1.50
148	Mujer	39-48	<b>0.70</b>	47.40	13.50	5.20	18.50	10.20	5.20	1.30
149	Varón	18-28	<b>0.50</b>	43.50	17.20	6.40	19.10	7.50	6.30	0.90
150	Mujer	39-48	<b>1.40</b>	64.10	8.10	3.20	12.80	8.40	3.40	2.60
151	Varón	18-28	<b>0.80</b>	52.80	12.00	4.60	16.30	9.60	4.70	1.50
152	Mujer	18-28	<b>0.50</b>	41.70	16.60	6.20	19.70	9.40	6.40	0.90
153	Mujer	18-28	<b>0.60</b>	43.50	15.50	5.90	19.40	9.60	6.10	1.00
154	Varón	18-28	<b>1.00</b>	54.20	10.50	4.10	17.40	9.20	4.60	1.70
155	Varón	49 +	<b>0.70</b>	46.50	14.30	5.50	20.30	8.20	5.20	1.20
156	Mujer	39-48	<b>0.50</b>	38.00	16.40	6.30	23.80	9.30	6.20	1.00
157	Mujer	18-28	<b>0.60</b>	48.70	14.40	5.50	18.30	7.80	5.30	1.20
158	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	49.30	13.30	5.10	17.10	10.10	5.10	1.30

159	Varón	18-28	<b>2.50</b>	63.50	7.10	2.90	13.90	9.40	3.20	4.60
160	Varón	39-48	<b>0.50</b>	39.70	17.50	6.60	20.80	8.90	6.50	0.90
161	Mujer	29-38	<b>1.10</b>	55.40	9.60	3.80	15.60	11.40	4.20	2.00
162	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	49.00	12.90	4.90	18.10	10.00	5.10	1.30
163	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	52.90	11.70	4.50	16.00	9.80	5.10	1.30
164	Varón	18-28	<b>2.50</b>	60.30	6.90	2.90	14.70	11.70	3.50	4.60
165	Varón	39-48	<b>1.70</b>	60.60	7.50	3.00	14.30	11.10	3.50	3.00
166	Mujer	49 +	<b>0.70</b>	49.50	12.80	4.90	17.80	10.00	5.00	1.30
167	Mujer	39-48	<b>1.10</b>	55.50	9.60	3.80	15.40	11.50	4.20	2.00
168	Mujer	39-48	<b>1.20</b>	54.10	9.40	3.80	17.20	11.40	4.10	2.10
169	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	49.80	13.10	5.00	16.70	10.10	5.30	1.20
170	Varón	39-48	<b>0.50</b>	40.20	16.70	6.30	21.60	9.00	6.20	1.00
171	Varón	49 +	<b>0.80</b>	55.40	11.50	4.40	14.70	9.20	4.80	1.40
172	Varón	39-48	<b>0.60</b>	45.40	14.40	5.40	18.20	10.80	5.80	1.10
173	Varón	18-28	<b>0.60</b>	42.10	16.30	6.20	20.20	9.10	6.10	1.00
174	Mujer	39-48	<b>2.10</b>	60.40	7.60	3.10	15.40	10.20	3.30	3.80
175	Varón	49 +	<b>2.00</b>	62.10	7.40	3.00	13.80	10.30	3.40	3.60
176	Mujer	18-28	<b>1.10</b>	54.30	10.00	3.90	16.20	11.40	4.20	2.10
177	Mujer	18-28	<b>1.00</b>	54.10	11.10	4.30	16.90	9.10	4.50	1.80
178	Varón	18-28	<b>3.20</b>	81.90	3.80	1.50	6.60	4.40	1.80	5.70
179	Mujer	49 +	<b>0.90</b>	54.40	11.00	4.30	16.10	9.80	4.40	1.70
180	Mujer	18-28	<b>2.20</b>	61.00	7.40	3.00	14.60	10.40	3.60	4.00
181	Varón	29-38	<b>0.60</b>	43.50	14.60	5.60	19.60	11.00	5.70	1.10
182	Mujer	29-38	<b>1.50</b>	60.80	8.60	3.40	14.50	8.80	3.90	2.70
183	Varón	29-38	<b>3.50</b>	71.90	5.20	2.20	10.50	7.80	2.40	6.40
184	Varón	18-28	<b>0.80</b>	49.10	13.00	5.00	18.00	10.00	4.90	1.40
185	Mujer	18-28	<b>0.50</b>	40.30	18.40	6.80	20.30	7.80	6.40	0.90

186	Varón	49 +	<b>0.60</b>	48.80	15.80	5.90	17.00	6.80	5.70	1.00
187	Varón	29-38	<b>1.60</b>	62.30	7.70	3.10	13.50	9.90	3.50	2.80
188	Varón	29-38	<b>1.70</b>	62.50	7.90	3.20	14.10	8.70	3.60	3.00
189	Varón	18-28	<b>1.40</b>	55.60	9.90	3.90	17.60	9.40	3.60	2.60
190	Varón	18-28	<b>0.90</b>	53.80	11.10	4.30	16.10	10.00	4.70	1.60
191	Mujer	18-28	<b>0.80</b>	49.90	12.80	4.90	17.60	10.00	4.80	1.40
192	Mujer	49 +	<b>0.70</b>	49.80	12.60	4.80	17.20	10.40	5.20	1.30
193	Mujer	49 +	<b>0.60</b>	47.00	14.40	5.40	18.20	9.30	5.70	1.10
194	Mujer	29-38	<b>0.60</b>	47.30	14.60	5.50	18.00	8.70	5.90	1.00
195	Mujer	39-48	<b>1.50</b>	59.00	7.80	3.20	15.30	11.10	3.60	2.60
196	Varón	49 +	<b>1.00</b>	56.30	10.60	4.10	15.20	9.40	4.40	1.70
197	Varón	18-28	<b>0.60</b>	41.30	15.80	6.00	21.30	9.40	6.20	1.00
198	Mujer	18-28	<b>1.90</b>	62.20	7.20	2.90	13.70	10.50	3.50	3.50
199	Varón	18-28	<b>0.60</b>	43.80	15.20	5.80	22.50	7.20	5.50	1.10
200	Varón	49 +	<b>0.80</b>	51.40	12.60	4.80	17.80	8.70	4.70	1.50
201	Varón	49 +	<b>0.70</b>	50.40	12.00	4.60	17.40	10.50	5.10	1.30
202	Mujer	49 +	<b>0.80</b>	58.10	11.20	4.30	14.10	7.70	4.60	1.50
203	Varón	39-48	<b>0.70</b>	49.20	12.70	4.90	17.40	10.50	5.30	1.30
204	Mujer	29-38	<b>1.60</b>	59.00	8.10	3.30	15.70	10.60	3.30	2.90
205	Varón	39-48	<b>0.70</b>	48.40	13.70	5.20	17.30	10.20	5.20	1.30
206	Varón	18-28	<b>1.30</b>	59.50	9.10	3.60	14.70	9.20	3.90	2.30
207	Mujer	39-48	<b>0.50</b>	44.70	16.00	6.00	18.00	8.90	6.40	0.90
208	Mujer	49 +	<b>0.90</b>	50.80	11.70	4.60	18.10	10.10	4.70	1.60
209	Mujer	29-38	<b>0.90</b>	51.20	12.10	4.70	17.60	9.90	4.50	1.60
210	Mujer	49 +	<b>0.50</b>	46.70	14.80	5.50	17.90	8.90	6.20	1.00
211	Varón	39-48	<b>0.80</b>	45.10	13.60	5.30	20.40	10.50	5.10	1.40
212	Varón	18-28	<b>0.90</b>	51.50	11.70	4.50	17.40	10.20	4.70	1.60

213	Varón	49 +	<b>0.60</b>	40.60	17.00	6.40	20.30	9.40	6.30	1.00
214	Varón	49 +	<b>0.70</b>	51.00	12.50	4.80	16.60	10.00	5.10	1.30
215	Varón	49 +	<b>1.60</b>	59.80	7.80	3.20	14.30	11.30	3.60	2.90
216	Mujer	39-48	<b>0.90</b>	51.80	11.70	4.50	16.80	10.40	4.80	1.50
217	Varón	18-28	<b>0.60</b>	47.70	14.70	5.50	17.50	8.50	6.10	1.00
218	Mujer	29-38	<b>1.10</b>	55.30	9.80	3.80	15.40	11.50	4.20	2.00
219	Varón	39-48	<b>1.80</b>	75.00	5.70	2.20	9.50	5.10	2.50	3.30
220	Mujer	29-38	<b>1.40</b>	63.00	7.90	3.10	13.00	9.50	3.50	2.40
221	Mujer	39-48	<b>0.80</b>	53.50	11.70	4.50	15.90	9.50	4.90	1.40
222	Varón	39-48	<b>1.10</b>	53.40	10.10	4.00	16.10	12.30	4.10	2.10
223	Varón	39-48	<b>0.70</b>	46.70	13.30	5.10	19.30	10.40	5.20	1.30
224	Varón	18-28	<b>1.00</b>	54.50	11.10	4.30	16.30	9.50	4.30	1.80
225	Mujer	29-38	<b>1.10</b>	54.90	10.10	4.00	15.40	11.40	4.20	2.00
226	Varón	29-38	<b>1.20</b>	59.50	8.80	3.50	14.90	9.50	3.80	2.10
227	Varón	49 +	<b>1.80</b>	63.30	7.50	3.00	13.60	9.20	3.40	3.30
228	Mujer	18-28	<b>1.00</b>	55.70	10.40	4.10	16.50	9.20	4.10	1.90
229	Mujer	39-48	<b>1.40</b>	62.50	8.20	3.20	13.30	9.40	3.40	2.50
230	Varón	39-48	<b>1.30</b>	59.40	8.50	3.40	14.70	10.30	3.70	2.30
231	Varón	18-28	<b>1.30</b>	61.40	8.70	3.40	13.90	8.90	3.70	2.30
232	Varón	29-38	<b>2.40</b>	63.10	6.60	2.70	14.00	10.50	3.10	4.30
233	Mujer	39-48	<b>0.50</b>	41.90	17.20	6.50	18.90	9.10	6.40	0.90
234	Mujer	18-28	<b>0.80</b>	51.80	11.50	4.40	16.90	10.50	4.90	1.50
235	Mujer	29-38	<b>2.20</b>	61.80	6.90	2.90	14.50	10.70	3.20	4.00
236	Mujer	39-48	<b>0.60</b>	44.30	13.50	5.20	20.50	10.80	5.70	1.10
237	Varón	18-28	<b>0.60</b>	50.80	13.70	5.20	16.50	8.20	5.60	1.10
238	Varón	18-28	<b>2.40</b>	72.20	5.70	2.30	10.50	6.90	2.40	4.30
239	Varón	18-28	<b>1.60</b>	59.30	8.40	3.40	14.80	10.50	3.60	2.80

240	Mujer	18-28	<b>1.30</b>	56.60	9.70	3.80	16.00	10.00	3.90	2.30
241	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	51.90	12.50	4.70	16.30	9.50	5.10	1.30
242	Mujer	39-48	<b>1.10</b>	58.80	9.40	3.70	14.10	10.10	3.90	2.00
243	Varón	18-28	<b>0.60</b>	44.30	14.40	5.50	20.30	9.60	5.90	1.10
244	Mujer	39-48	<b>3.10</b>	64.40	6.40	2.70	13.50	10.00	3.00	5.60
245	Varón	39-48	<b>0.60</b>	50.10	13.80	5.20	17.10	8.10	5.70	1.10
246	Varón	39-48	<b>1.00</b>	60.10	10.60	4.00	14.20	7.20	3.90	1.80
247	Mujer	39-48	<b>1.40</b>	56.40	8.50	3.40	16.30	11.70	3.70	2.50
248	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	56.30	10.70	4.10	15.70	8.80	4.40	1.50
249	Varón	18-28	<b>0.60</b>	46.40	14.70	5.60	18.90	8.70	5.70	1.10
250	Varón	29-38	<b>1.80</b>	76.10	5.60	2.20	8.70	5.00	2.40	3.30
251	Varón	29-38	<b>0.80</b>	55.60	11.50	4.40	16.60	7.50	4.40	1.40
252	Mujer	39-48	<b>0.70</b>	47.70	13.40	5.10	19.40	9.20	5.20	1.30
253	Mujer	39-48	<b>1.00</b>	60.20	9.70	3.80	13.70	8.60	4.00	1.90
254	Varón	18-28	<b>1.50</b>	57.50	8.30	3.40	15.10	11.90	3.80	2.80
255	Varón	49 +	<b>0.60</b>	52.90	13.60	5.10	15.40	7.60	5.40	1.10
256	Varón	29-38	<b>0.70</b>	50.70	13.50	5.10	17.50	8.00	5.20	1.30
257	Mujer	29-38	<b>0.50</b>	38.20	18.30	6.80	21.30	8.50	6.90	0.80
258	Mujer	39-48	<b>0.80</b>	57.10	11.10	4.20	15.50	7.60	4.50	1.50
259	Varón	39-48	<b>0.90</b>	56.20	10.30	4.00	15.40	9.60	4.50	1.70
260	Mujer	29-38	<b>0.50</b>	40.20	17.40	6.60	20.20	9.30	6.30	1.00
261	Mujer	29-38	<b>0.70</b>	49.20	13.00	5.00	17.30	10.30	5.20	1.30
262	Varón	18-28	<b>0.60</b>	42.90	15.40	5.80	21.00	9.20	5.70	1.10
263	Varón	39-48	<b>0.80</b>	51.70	11.50	4.50	16.90	10.50	4.90	1.50
264	Mujer	18-28	<b>1.30</b>	59.00	8.60	3.40	15.10	10.30	3.60	2.40
265	Mujer	49 +	<b>0.60</b>	48.90	14.00	5.20	17.90	8.60	5.40	1.20
266	Varón	49 +	<b>0.90</b>	57.50	11.00	4.20	15.00	7.90	4.40	1.60

267	Varón	29-38	<b>0.90</b>	50.60	11.30	4.40	17.20	11.90	4.60	1.60
268	Varón	18-28	<b>1.10</b>	54.00	11.00	4.30	18.60	8.40	3.70	2.00
269	Varón	18-28	<b>0.80</b>	50.20	12.10	4.70	18.30	10.00	4.70	1.50
270	Mujer	29-38	<b>1.20</b>	55.40	8.80	3.50	16.40	12.00	3.90	2.20
271	Varón	29-38	<b>1.40</b>	60.20	8.00	3.20	13.90	11.10	3.60	2.60
272	Varón	29-38	<b>1.00</b>	55.70	9.70	3.80	15.40	11.20	4.20	1.80
273	Mujer	18-28	<b>1.60</b>	60.90	7.50	3.00	13.90	11.20	3.50	2.90
274	Mujer	39-48	<b>2.90</b>	64.90	6.10	2.60	13.00	10.30	3.10	5.20
275	Mujer	18-28	<b>0.50</b>	38.70	17.60	6.60	21.10	9.30	6.70	0.90
276	Mujer	29-38	<b>1.90</b>	57.90	8.40	3.40	15.80	10.60	3.90	3.50
277	Varón	49 +	<b>0.80</b>	41.80	14.70	5.60	23.10	9.80	5.00	1.50
278	Varón	18-28	<b>2.30</b>	69.70	6.10	2.50	11.10	7.80	2.80	4.10
279	Mujer	29-38	<b>0.80</b>	47.50	13.10	5.00	19.20	10.20	5.00	1.40
280	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	51.30	12.00	4.70	17.30	10.10	4.60	1.60
281	Varón	18-28	<b>0.70</b>	49.30	12.80	4.90	17.90	9.90	5.20	1.30
282	Varón	29-38	<b>0.70</b>	49.50	13.80	5.20	18.00	8.20	5.30	1.20
283	Varón	29-38	<b>1.10</b>	59.20	9.60	3.70	15.10	8.40	4.00	2.00
284	Mujer	18-28	<b>1.00</b>	53.40	10.70	4.20	15.70	11.60	4.40	1.70
285	Varón	39-48	<b>1.80</b>	68.90	6.70	2.60	11.70	7.30	2.80	3.30
286	Varón	18-28	<b>1.20</b>	52.00	11.20	4.40	19.00	9.30	4.10	2.10
287	Varón	29-38	<b>0.80</b>	54.00	12.00	4.60	16.40	8.20	4.80	1.40
288	Mujer	29-38	<b>1.50</b>	59.70	8.30	3.30	14.50	10.50	3.70	2.70
289	Mujer	18-28	<b>0.60</b>	48.30	14.60	5.50	17.80	8.10	5.70	1.00
290	Varón	39-48	<b>1.70</b>	64.20	7.00	2.80	13.20	9.60	3.20	3.10
291	Varón	18-28	<b>1.30</b>	59.40	8.80	3.50	15.90	8.70	3.70	2.40
292	Varón	49 +	<b>1.30</b>	57.80	9.40	3.70	17.20	8.50	3.40	2.30
293	Varón	39-48	<b>0.80</b>	53.00	12.00	4.60	16.60	9.20	4.60	1.50

294	Mujer	18-28	<b>1.40</b>	57.40	8.80	3.50	15.30	11.40	3.60	2.60
295	Mujer	39-48	<b>1.30</b>	59.50	9.10	3.60	14.60	9.40	3.80	2.30
296	Varón	18-28	<b>0.50</b>	40.30	16.60	6.20	20.70	9.70	6.50	0.90
297	Varón	39-48	<b>0.60</b>	45.60	14.70	5.60	20.10	8.50	5.50	1.10
298	Varón	49 +	<b>0.50</b>	37.50	17.50	6.60	22.40	9.40	6.60	0.90
299	Varón	18-28	<b>1.10</b>	56.30	10.40	4.00	16.10	8.90	4.30	1.90
300	Mujer	18-28	<b>0.60</b>	44.30	15.00	5.70	20.30	8.90	5.80	1.10
301	Mujer	39-48	<b>0.90</b>	56.90	11.10	4.30	16.40	7.30	4.00	1.70
302	Mujer	39-48	<b>0.90</b>	63.10	10.60	4.00	12.60	5.80	3.90	1.60
303	Varón	39-48	<b>2.10</b>	59.90	7.70	3.20	15.70	9.90	3.60	3.90
304	Mujer	39-48	<b>1.10</b>	56.50	9.10	3.60	14.80	12.00	4.00	2.10
305	Varón	18-28	<b>0.80</b>	53.90	10.90	4.20	16.10	10.10	4.80	1.50
306	Varón	39-48	<b>1.20</b>	55.70	9.60	3.80	15.10	11.90	3.90	2.10
307	Mujer	18-28	<b>0.80</b>	49.00	12.70	4.90	18.50	10.00	4.90	1.40
308	Mujer	18-28	<b>1.20</b>	53.90	9.30	3.70	17.10	12.10	3.90	2.20
309	Varón	49 +	<b>2.40</b>	64.60	6.70	2.70	13.30	9.50	3.20	4.40
310	Varón	29-38	<b>1.10</b>	57.20	9.10	3.60	14.90	11.10	4.10	2.00
311	Mujer	39-48	<b>0.70</b>	46.50	13.90	5.30	19.60	9.40	5.30	1.30
312	Varón	18-28	<b>1.20</b>	57.70	9.10	3.60	15.00	10.70	3.90	2.10
313	Mujer	18-28	<b>1.00</b>	59.30	9.80	3.80	14.10	8.80	4.20	1.80
314	Mujer	18-28	<b>1.20</b>	54.00	9.90	3.90	16.70	11.40	4.10	2.10
315	Mujer	18-28	<b>1.10</b>	56.40	9.40	3.70	14.90	11.40	4.20	2.00
316	Mujer	18-28	<b>1.60</b>	59.90	7.70	3.10	14.20	11.50	3.60	2.80
317	Mujer	29-38	<b>0.70</b>	48.00	12.90	4.90	18.30	10.60	5.30	1.30
318	Varón	29-38	<b>1.10</b>	58.00	9.50	3.70	14.70	9.90	4.20	2.00
319	Varón	18-28	<b>1.70</b>	64.30	7.00	2.80	13.50	9.20	3.20	3.10
320	Varón	18-28	<b>0.60</b>	48.70	14.00	5.30	18.30	8.20	5.50	1.10



321	Varón	29-38	<b>1.00</b>	59.50	9.70	3.80	14.00	8.90	4.10	1.90
322	Mujer	39-48	<b>0.80</b>	51.60	11.60	4.50	16.60	10.60	5.10	1.40
323	Mujer	18-28	<b>0.80</b>	47.30	13.90	5.30	21.10	8.00	4.40	1.50
324	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	46.30	13.20	5.10	21.00	10.00	4.40	1.60
325	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	51.60	12.90	4.90	18.10	7.60	4.90	1.30
326	Mujer	39-48	<b>1.00</b>	52.90	11.10	4.30	17.50	9.80	4.40	1.70
327	Varón	18-28	<b>0.70</b>	47.50	13.60	5.20	19.30	9.10	5.30	1.30
328	Mujer	18-28	<b>1.50</b>	62.90	7.40	3.00	13.00	10.30	3.40	2.70
329	Varón	39-48	<b>2.00</b>	60.90	7.60	3.10	14.80	9.90	3.70	3.60
330	Mujer	18-28	<b>3.00</b>	64.20	6.10	2.60	13.80	10.30	3.00	5.40
331	Mujer	18-28	<b>0.50</b>	42.60	17.00	6.30	19.90	7.80	6.40	0.90
332	Mujer	39-48	<b>0.50</b>	37.80	17.20	6.50	22.20	9.30	7.00	0.80
333	Mujer	29-38	<b>1.90</b>	60.20	7.90	3.20	15.90	9.80	3.00	3.40
334	Varón	18-28	<b>0.70</b>	47.70	13.40	5.10	18.30	10.20	5.30	1.20
335	Mujer	18-28	<b>1.10</b>	54.70	9.90	3.90	16.20	11.20	4.10	2.10
336	Varón	39-48	<b>0.60</b>	39.80	15.70	6.00	23.30	9.30	5.90	1.10
337	Mujer	18-28	<b>1.00</b>	50.20	11.10	4.40	18.50	11.50	4.30	1.90
338	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	45.60	13.90	5.30	19.20	10.70	5.30	1.30
339	Varón	49 +	<b>1.50</b>	59.00	8.30	3.30	15.10	10.60	3.70	2.70
340	Varón	49 +	<b>0.70</b>	46.60	13.20	5.10	18.70	11.00	5.40	1.20
341	Mujer	39-48	<b>0.50</b>	44.30	16.30	6.10	18.20	8.60	6.50	0.90
342	Mujer	18-28	<b>3.00</b>	64.30	6.20	2.60	13.50	10.30	3.10	5.30
343	Mujer	29-38	<b>0.60</b>	50.40	14.00	5.20	16.60	8.10	5.70	1.00
344	Mujer	18-28	<b>0.70</b>	46.20	13.50	5.20	18.70	10.90	5.50	1.20
345	Mujer	18-28	<b>1.00</b>	59.30	10.60	4.00	14.00	8.10	4.00	1.80
346	Varón	18-28	<b>0.90</b>	52.90	11.20	4.40	18.30	9.00	4.20	1.70
347	Varón	18-28	<b>0.50</b>	46.20	16.10	6.00	18.20	7.50	6.00	1.00

348	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	55.20	10.10	4.00	16.90	9.40	4.40	1.70
349	Varón	29-38	<b>1.00</b>	54.80	10.10	4.00	15.30	11.40	4.40	1.80
350	Varón	29-38	<b>1.00</b>	46.50	12.90	5.00	20.90	10.30	4.40	1.70
351	Mujer	18-28	<b>0.60</b>	49.00	15.20	5.70	17.20	7.60	5.30	1.20
352	Varón	18-28	<b>1.20</b>	64.90	8.50	3.30	12.50	7.40	3.40	2.20
353	Mujer	18-28	<b>1.10</b>	51.10	11.90	4.60	18.90	9.50	4.00	2.00
354	Mujer	29-38	<b>1.20</b>	55.10	9.40	3.70	15.40	12.30	4.10	2.10
355	Mujer	39-48	<b>1.00</b>	53.90	11.10	4.30	16.80	9.70	4.20	1.90
356	Mujer	29-38	<b>2.90</b>	64.70	6.20	2.60	13.10	10.30	3.10	5.20
357	Varón	18-28	<b>1.60</b>	61.00	8.00	3.20	14.60	9.80	3.40	2.90
358	Mujer	39-48	<b>1.10</b>	57.30	10.50	4.10	16.10	7.80	4.20	1.90
359	Varón	39-48	<b>1.40</b>	58.60	8.60	3.40	14.70	10.90	3.80	2.60
360	Varón	18-28	<b>1.90</b>	63.80	6.80	2.80	13.20	10.20	3.20	3.40
361	Mujer	29-38	<b>0.50</b>	40.20	17.40	6.60	20.20	9.30	6.30	1.00
362	Mujer	29-38	<b>0.70</b>	49.20	13.00	5.00	17.30	10.30	5.20	1.30
363	Varón	18-28	<b>0.60</b>	42.90	15.40	5.80	21.00	9.20	5.70	1.10
364	Varón	39-48	<b>0.80</b>	51.70	11.50	4.50	16.90	10.50	4.90	1.50
365	Mujer	18-28	<b>1.30</b>	59.00	8.60	3.40	15.10	10.30	3.60	2.40
366	Mujer	49 +	<b>0.60</b>	48.90	14.00	5.20	17.90	8.60	5.40	1.20
367	Varón	49 +	<b>0.90</b>	57.50	11.00	4.20	15.00	7.90	4.40	1.60
368	Varón	29-38	<b>0.90</b>	50.60	11.30	4.40	17.20	11.90	4.60	1.60
369	Varón	18-28	<b>1.10</b>	54.00	11.00	4.30	18.60	8.40	3.70	2.00
370	Varón	18-28	<b>0.80</b>	50.20	12.10	4.70	18.30	10.00	4.70	1.50
371	Mujer	29-38	<b>1.20</b>	55.40	8.80	3.50	16.40	12.00	3.90	2.20
372	Varón	29-38	<b>1.40</b>	60.20	8.00	3.20	13.90	11.10	3.60	2.60
373	Varón	29-38	<b>1.00</b>	55.70	9.70	3.80	15.40	11.20	4.20	1.80
374	Mujer	18-28	<b>1.60</b>	60.90	7.50	3.00	13.90	11.20	3.50	2.90

375	Mujer	39-48	<b>2.90</b>	64.90	6.10	2.60	13.00	10.30	3.10	5.20
376	Mujer	18-28	<b>0.50</b>	38.70	17.60	6.60	21.10	9.30	6.70	0.90
377	Mujer	29-38	<b>1.90</b>	57.90	8.40	3.40	15.80	10.60	3.90	3.50
378	Varón	49 +	<b>0.80</b>	41.80	14.70	5.60	23.10	9.80	5.00	1.50
379	Varón	18-28	<b>2.30</b>	69.70	6.10	2.50	11.10	7.80	2.80	4.10
380	Mujer	29-38	<b>0.80</b>	47.50	13.10	5.00	19.20	10.20	5.00	1.40
381	Mujer	18-28	<b>0.90</b>	51.30	12.00	4.70	17.30	10.10	4.60	1.60
382	Varón	18-28	<b>0.70</b>	49.30	12.80	4.90	17.90	9.90	5.20	1.30
383	Varón	29-38	<b>0.70</b>	49.50	13.80	5.20	18.00	8.20	5.30	1.20

### 3. Biocapacidad de Perú y huella ecológica del departamento de Junín.

Año	Biocapacidad hag per cápita (Perú)	Huella ecológica hag per cápita (Junín)
1986	5,460	1,085
1987	5,348	1,088
1988	5,236	1,091
1989	5,124	1,093
1990	5,012	1,096
1991	4,900	1,099
1992	4,861	1,101
1993	4,818	1,104
1994	4,781	1,107
1995	4,738	1,109
1996	4,700	1,112
1997	4,605	1,115
1998	4,495	1,117
1999	4,405	1,120
2000	4,288	1,123
2001	4,205	1,126
2002	4,172	1,128
2003	4,138	1,090
2004	4,112	1,190
2005	4,082	1,000
2006	4,050	1,050
2007	3,982	1,159
2008	3,908	1,280
2009	3,842	1,245
2010	3,768	1,250
2011	3,700	1,200
2012	3,597	1,109
2013	3,532	1,159
2014	3,466	1,161
2015	3,401	1,164
2016	3,336	1,167

**Fuente:**

- Biocapacidad del Perú del año 2003 - 2012; Global Footprint Network.
- Huella Ecológica del departamento de Junín de los años 2003 - 2012; Ministerio del Ambiente del Perú.
- Los datos de biocapacidad y huella ecológica de 1986 – 2012 y del año 2016 fueron estimados a través de modelos de regresión inversa y compuesta respectivamente.

**4. Temperatura mínima y media de Huancayo y superficie glaciar de la Cordillera del Huaytapallana como indicadores de cambio climático.**

Año	Temperatura mínima °C	Temperatura media °C	Superficie glaciar Km <sup>2</sup>
1986	4,403	11,839	26,900
1987	4,186	12,539	23,623
1988	3,663	12,224	23,249
1989	3,683	11,844	22,881
1990	4,223	12,387	20,500
1991	3,435	12,187	21,000
1992	3,735	nd	21,812
1993	4,442	11,877	21,467
1994	4,012	11,874	21,127
1995	4,133	12,468	19,900
1996	4,131	12,246	23,700
1997	4,265	12,371	20,140
1998	5,154	12,917	19,821
1999	4,349	11,734	19,507
2000	4,511	12,005	19,198
2001	4,722	11,850	17,800
2002	5,227	12,233	18,400
2003	4,732	12,242	18,301
2004	4,670	12,183	16,100
2005	4,202	12,367	17,727
2006	4,566	11,992	15,800
2007	4,686	12,333	17,170
2008	4,215	11,975	16,898
2009	4,917	12,258	26,400
2010	4,500	12,717	13,400
2011	4,442	12,083	15,400
2012	4,375	11,875	15,854
2013	4,617	12,433	15,603
2014	4,425	12,350	15,356
2015	4,367	12,550	15,113
2016	4,757	11,839	14,873

**Fuente:**

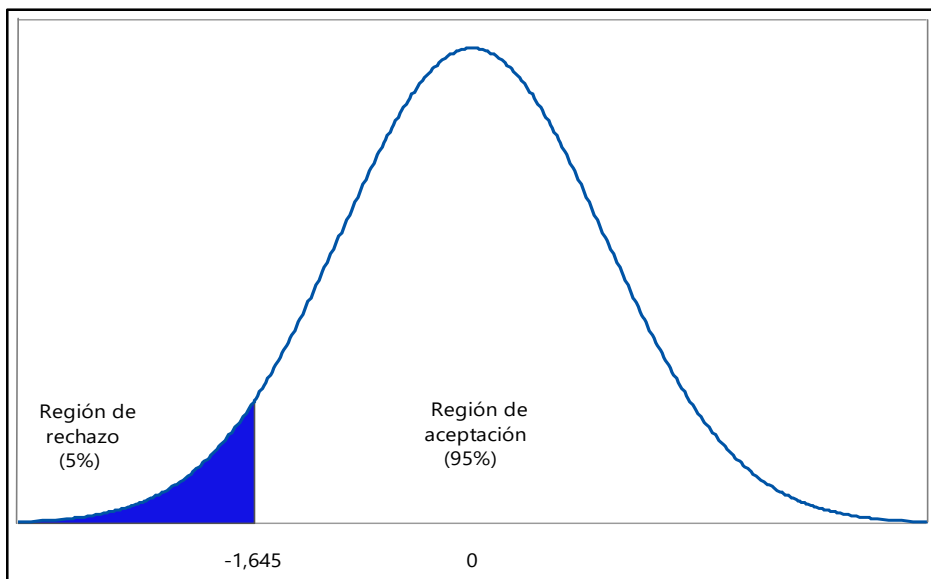
- Temperatura mínima y media; Instituto Geofísico del Perú, Observatorio de Huancayo; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- Superficie glaciar; Autoridad Nacional del Agua.

Los valores no disponibles han sido estimados en base a modelos de regresión lineal y compuesto.

## 5. Reglas de decisión del contraste de prueba de hipótesis.

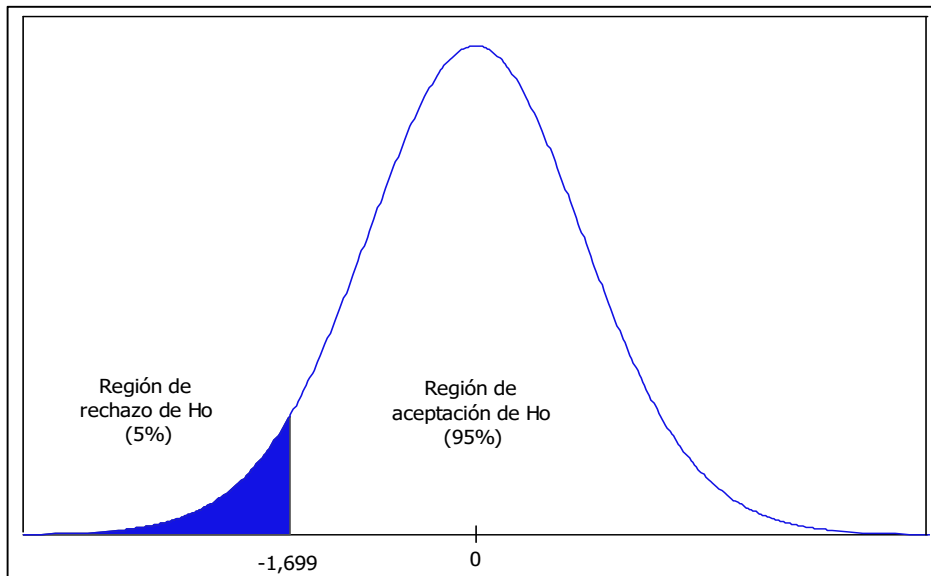
a) Regla de decisión de la hipótesis general:

Para el nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , el valor teórico de la Z de Gauss para un contraste unilateral inferior es de  $-1,645$ , con el cual la  $H_0$  se rechaza si su valor calculado es menor a  $-1,645$ , caso contrario se acepta la  $H_0$  (Figura 16). En términos del valor P, la hipótesis nula  $H_0$  será rechazada si el valor P es menor que el nivel de significación de  $0,05$  y, en caso contrario, será aceptada  $H_0$ .

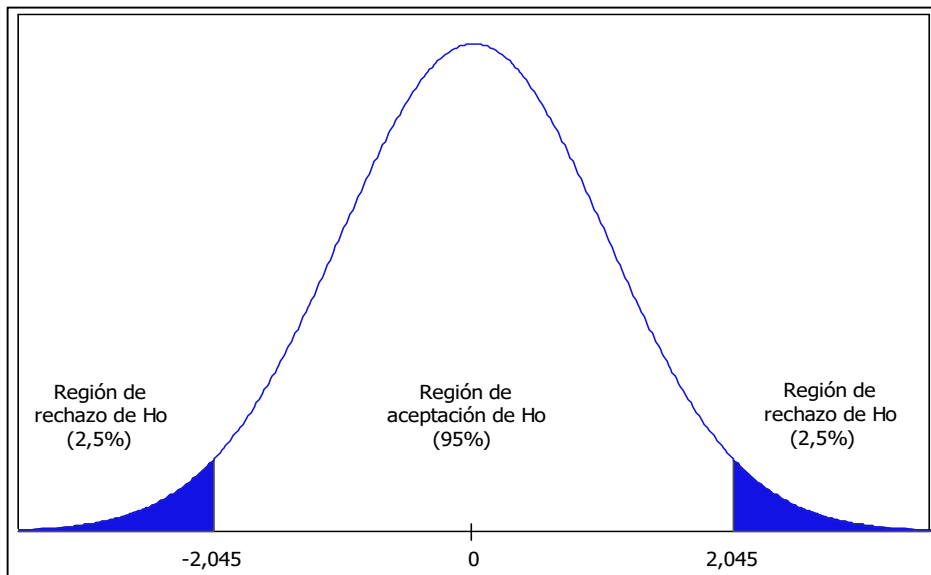


b) Regla de decisión de la primera hipótesis específica:

Para el nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , el valor teórico de la t de Student con 29 grados de libertad para un contraste unilateral inferior es de  $-1,699$ , con el cual la  $H_0$  se rechaza si su valor calculado es menor que  $-1,699$ , caso contrario se acepta la  $H_0$  (figura 18). En términos del valor P, la hipótesis nula  $H_0$  será rechazada si el valor P es menor que el nivel de significación de  $0,05$  y, en caso contrario, será aceptada  $H_0$ .



c) Regla de decisión de la segunda hipótesis específica:



Para el nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , el valor teórico de la  $t$  de Student con 29 grados de libertad para un contraste bilateral es de  $\pm 2,045$ , con el cual la  $H_0$  se rechaza si su valor calculado es menor que  $-2,045$  o  $2,045$ , caso contrario se acepta la  $H_0$  (figura 21). En términos del valor  $P$ , la hipótesis nula  $H_0$  será rechazada si el valor  $P$  es menor que el nivel de significación de  $0,05$  y, en caso contrario, será aceptada  $H_0$ .

d) Regla de decisión de la tercera hipótesis específica:

Para el nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , el valor teórico de la t de Student con 29 grados de libertad para un contraste bilateral es de  $\pm 2,045$ , con el cual la  $H_0$  se rechaza si su valor calculado es menor que  $-2,045$  o  $2,045$ , sino se acepta la  $H_0$  (Figura 23). En términos del valor P, la  $H_0$  será rechazada si el valor P es menor que el nivel de significación de  $0,05$  y, sino será aceptada  $H_0$ .

