



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
CON MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES**

**TESIS**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR BIOMECÁNICO PARA TELÉFONOS  
CELULARES UTILIZANDO LA ENERGÍA CINÉTICA QUE GENERA AL  
CAMINAR UNA PERSONA QUE HACE TURISMO DE AVENTURA  
EN IQUITOS**

**PRESENTADO POR  
ROJAS LAURA, FREDY ANGEL**

**ASESOR  
ROMAN GONZALEZ, AVID**

**Los Olivos, 2017**



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN  
TELECOMUNICACIONES**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR  
BIOMECÁNICO PARA TELÉFONOS CELULARES  
UTILIZANDO LA ENERGÍA CINÉTICA QUE GENERA AL  
CAMINAR UNA PERSONA QUE HACE TURISMO DE  
AVENTURA EN IQUITOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
ELECTRÓNICO CON MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADA POR:**

ROJAS LAURA, FREDY ANGEL

**ASESOR:**

AVID, ROMAN GONZALEZ

**LIMA - PERÚ**

**2017**

**SUSTENTADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO**

---

PRESIDENTE

MG. GABRIEL TIRADO MENDOZA

---

SECRETARIO

ING. JESÚS VILCHEZ SANDOVAL

---

VOCAL

MG. CÉSAR HUAMANI AYALA

---

ASESOR

MG. AVID ROMAN GONZALEZ

## **DEDICATORIA**

A mis padres Santiago Rojas y Cirila Laura, así como a mis hermanos que me aconsejaron en cada etapa de mi vida. Y me enseñaron que lograr mis metas con mi propio esfuerzo no iba a ser fácil, pero sí muy gratificante.

A mis compañeros de estudio: Milton, Junior, Rosa, Carolina, Carlos, Walter, Javier, Oscar, Cesar, Gerardo, Víctor, Paúl y muchos más con quienes compartí diversas anécdotas durante estos años en la universidad y aún tengo un fuerte lazo de amistad.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis asesores Avid Roman y Natalia Vargas, y mis profesores Luis Degregori, Gabriel Tirado, Jesús Vílchez, Eduardo Zamora, Miguel Orellana, Juan Lara y Cesar Huamaní, quienes con sus conocimientos impartidos, plantaron la semilla de la investigación en mí.

## RESUMEN

La presente tesis trata sobre el diseño e implementación de un generador biomecánico para teléfonos celulares utilizando la energía que genera al caminar una persona que hace turismo de aventura.

En muchas zonas rurales del Perú, aún no se cuenta con energía eléctrica. Esto es un problema recurrente para personas que hacen turismo de aventura, quienes tienen que hacer caminatas de varios días para llegar a lugares que, por lo general, están muy alejados de la ciudad. Esto lleva a que los turistas se queden incomunicados por varios días, al no poder conseguir una fuente de energía eléctrica para dispositivos básicos, como un teléfono celular y otros. Impidiendo, en algunos casos, ver el turismo de aventura como una opción, por estas desventajas.

Ante este problema se ve la necesidad de diseñar e implementar un aparato que pueda generar energía eléctrica para cargar teléfonos celulares y otros, sin la necesidad de la energía de la red pública, solo aprovechando la energía mecánica que se pierde al caminar. Este aparato consta de una parte mecánica y otra electrónica; en la parte mecánica, la flexión de la rodilla al caminar moverá mediante una vara de aluminio, un juego de discos dentados que aumentará el giro que dará el engranaje de un motor paso a paso, generando la energía que necesitamos; en la parte electrónica, se rectificara y regulará la energía brindada por el motor paso a paso, para tener el voltaje y amperaje adecuado y necesario para cargar un teléfono celular.

**Palabras Claves:** *energía cinética, cargador, celulares, motor paso a paso, turismo de aventura.*

## ABSTRACT

Nowadays, the cellphone has become a versatile accessory, but its use is limited to the duration of the batteries. This is not a major problem if we have a supply of energy accesible, however, for persons who make adventure tourism or are several days immersed in areas where there isn't electricity, this becomes a serious problem because they are all the time without communication in case of an eventual emergency or accidently preventing them asking for help.

For this reason we will designed a biomechanical generator which use the kinetic energy that generate a person when walks keeping the energy in the batteries of the cellphones without the necessity of electricity or external batteries.

The system is formed for a mechanical part and electronic, in the mechanical part, the knee flexion when walking will move through an aluminum rod a set of toothed discs that increase the turn will give the gear of a motor step by step generating the energy that we need in the electronic part, then the energy will rectify and regulate provided by the motor step by step to have the amperage and voltage adequate and necessary to charge a cellphone.

**Keywords:** *kinetic energy, charger, cell phones, stepper motor, adventure tourism.*

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	3
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
1.1.1. Planteamiento y descripción del problema .....	4
1.1.2. Formulación del problema general .....	5
1.1.3. Formulación de los problemas específicos .....	6
1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	7
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
1.3.1. Justificación técnica.....	8
1.3.2. Justificación económica.....	8
1.3.3. Justificación social .....	9

1.4.	ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1.4.1.	Alcances .....	9
1.4.2.	Limitaciones.....	10
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>		<b>11</b>
2.1.	ANTECEDENTES.....	12
2.1.1.	Antecedentes Nacionales .....	12
2.1.2.	Antecedentes Internacionales.....	16
2.2.	MARCO TEÓRICO .....	22
2.2.1.	Geografía de Loreto.....	22
2.2.2.	Anatomía de la pierna.....	23
2.2.3.	Articulación de la pierna.....	25
2.2.4.	Generación de telefonía celular .....	29
<b>CAPÍTULO III: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL GENERADOR BIOMECÁNICO PARA TELÉFONOS CELULARES .....</b>		<b>34</b>
3.1.	ESTUDIO SOBRE EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TURISMO EN IQUITOS. ....	35
3.1.1.	Situación del turismo en Loreto .....	35
3.1.2.	Situación de los atractivos turísticos en Iquitos .....	38
3.1.3.	Principales paquetes turísticos en Iquitos.....	40

3.1.4. Desarrollo de la encuesta .....	43
3.2. CINEMÁTICA DE LA MARCHA HUMANA Y ARTICULACIÓN MÁS ADECUADA PARA EL DISEÑO DEL GENERADOR BIOMECÁNICO.....	56
3.2.1. Ciclos de la marcha humana .....	56
3.2.2. Análisis cinemático de las articulaciones de la pierna para cada ciclo de la marcha humana .....	59
3.2.3. Resultados del análisis cinemático de las articulaciones de la pierna durante toda la marcha humana .....	68
3.2.4. Cinética de la articulación de la rodilla durante las extensiones y flexiones de la pierna humana .....	71
3.3. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL GENERADOR BIOMECÁNICO PARA TELÉFONOS CELULARES .....	74
3.3.1. Líneas activas de telefonía móvil en Loreto.....	74
3.3.2. Cobertura de telefonía móvil para las personas que hacen turismo de aventura en el Pacaya Samiria .....	76
3.3.3. Baterías eléctricas o acumuladores eléctricos.....	82
3.3.4. Análisis de las baterías de teléfonos celulares .....	85
3.4. DISEÑO DE LA PARTE MECÁNICA Y ELECTRÓNICA DEL GENERADOR BIOMECÁNICO .....	87
3.4.1. Pruebas y elección del generador .....	87
3.4.2. Diseño de la parte electrónica del generador biomecánico .....	91

3.4.3. Diseño de la parte mecánica del generador biomecánico .....	97
3.5. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL GENERADOR BIOMECÁNICO PARA TELÉFONOS CELULARES .....	106
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIO .....</b>	<b>107</b>
4.1. ANÁLISIS DE COSTOS.....	108
4.1.1. Inversión .....	108
4.1.2. Ganancia anual.....	113
4.1.3. Gasto anual .....	115
4.2. ANÁLISIS DE BENEFICIOS .....	118
4.3. CONSOLIDADO DE COSTO-BENEFICIO .....	119
4.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	120
4.4.1. Análisis del VAN (Valor Actual Neto) .....	120
4.4.2. Análisis del TIR (Tasa Interna de Retorno).....	121
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>123</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>124</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>128</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>128</b>

**ANEXO 2**..... 131

**ANEXO 3**..... 136

**ANEXO 4**..... 155

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: prototipo físico del sistema de cosecha de energía.....	12
Figura 2: diagrama de bloques del sistema de cosecha de energía.....	13
Figura 3: esquema de una planta hidroeléctrica con turbina Pelton .....	15
Figura 4: vista de perfil del aerogenerador eólico .....	16
Figura 5: motor acoplado a bicicleta estática.....	17
Figura 6: diagrama de bloques del dispositivo de generación de energía eléctrica a partir de energía cinética .....	18
Figura 7: prototipo escogido para las pruebas finales .....	20
Figura 8: proyecto “ONIX” imágenes de su funcionamiento .....	21
Figura 9: división Política de Loreto.....	23
Figura 10: estructura ósea y muscular de la pierna humana .....	24
Figura 11: planos de división del cuerpo humano .....	25
Figura 12: corte sagital de la articulación de la rodilla humana .....	26
Figura 13: vista anterior y posterior de la rodilla humana .....	27
Figura 14: movimiento de la rodilla humana.....	28
Figura 15: ángulo de movimiento de la rodilla humana .....	29
Figura 16: número de turistas que visitan Loreto, 1997-2008 .....	36

Figura 17: estacionalidad de arribos de turistas a Loreto .....	37
Figura 18: barrio flotante de Belén .....	38
Figura 19: complejo turístico Quistococha .....	39
Figura 20: reserva de Pacaya- Samiria .....	40
Figura 21: principales rutas del circuito Iquitos- Río Amazonas- Pacaya Samiria .....	41
Figura 22: ingreso de turistas a la reserva Nacional de Pacaya Samiria 2001-2008.....	42
Figura 23: principales componentes de la marcha humana .....	57
Figura 24: estructura temporal del ciclo de la marcha humana .....	58
Figura 25: articulación del tobillo durante el contacto del talón con el suelo y el punto de apoyo medio .....	60
Figura 26: articulación de la rodilla durante el contacto del talón con el suelo y el punto de apoyo medio .....	61
Figura 27: articulación de la cadera durante el contacto del talón con el suelo y el punto de apoyo medio .....	62
Figura 28: articulación del tobillo durante el punto de apoyo medio y el despegue del pie del suelo .....	63
Figura 29: articulación de la rodilla durante el punto de apoyo medio y el despegue del pie del suelo.....	64
Figura 30: articulación de la cadera durante el punto de apoyo medio y el despegue del pie del suelo.....	65

Figura 31: cinemática del tobillo durante la etapa de balanceo hasta el contacto del talón con el suelo .....	66
Figura 32: cinemática de la rodilla durante la etapa de balanceo hasta el contacto del talón con el suelo .....	67
Figura 33: cinemática de la cadera durante la etapa de balanceo hasta el contacto del talón con el suelo .....	68
Figura 34: ángulos de movimiento del tobillo durante toda la marcha humana .....	69
Figura 35: ángulos de movimiento de la cadera durante toda la marcha humana .....	70
Figura 36: ángulos de movimiento de la rodilla durante toda la marcha humana .....	71
Figura 37: mapa turístico de la reserva Natural de Pacaya Samiria .....	77
Figura 38: mapa satelital de las antenas de telefonía móvil alrededor de la reserva Natural de Pacaya Samiria .....	78
Figura 39: prueba con taladro graduado a unos 26000RPM para hacer pruebas con el motor paso a paso .....	89
Figura 40: diseño electrónico del generador biométrico .....	91
Figura 41: pruebas en protoboard para la elección de componentes .....	93
Figura 42: simulación del PCB en EAGLE para la parte electrónica del generador biomecánico .....	95
Figura 43: implementación de la parte electrónica del generador biomecánico .....	96
Figura 44: simulación de la parte mecánica en el software ALGODOO versión 5.28....	97

Figura 45: engranajes usados en la parte mecánica del generador biomecánico ..... 99

Figura 46: superposición de las ruedas del juego de engranajes..... 101

Figura 47: implementación de la parte mecánica ..... 105

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: resultados de la pregunta 1 de la encuesta .....	46
Tabla 2: resultados de la pregunta 2 de la encuesta .....	47
Tabla 3: resultados de la pregunta 3 de la encuesta .....	48
Tabla 4: resultados de la pregunta 4 de la encuesta .....	49
Tabla 5: resultados de la pregunta 5 de la encuesta .....	50
Tabla 6: resultados de la pregunta 6 de la encuesta .....	51
Tabla 7: resultados de la pregunta 7 de la encuesta .....	52
Tabla 8: resultados de la pregunta 8 de la encuesta .....	53
Tabla 9: resultados de la pregunta 9 de la encuesta .....	54
Tabla 10: evaluación Isocinética de la rodilla a 120°/seg en futbolistas profesionales..	73
Tabla 11: líneas activas de telefonía móvil según operador plan contractual en Loreto.....	75
Tabla 12: características de las baterías según tipo de composición.....	84
Tabla 13: características de los motores paso a paso de prueba.....	88
Tabla 14: resultados de las pruebas a los motores paso a paso a 2600RPM.....	88
Tabla 15: resultados de las pruebas a los motores paso a paso a la salida del circuito a 2600RPM.....	94

Tabla 16: resultados de las pruebas de eficiencia realizados al generador biomecánico en una trotadora .....	106
Tabla 17: gasto de capacitación .....	108
Tabla 18: gasto de recursos materiales.....	109
Tabla 19: gasto de equipamiento .....	111
Tabla 20: gastos operativos.....	112
Tabla 21: costo total de la inversión .....	112
Tabla 22: tasa de crecimiento diario .....	113
Tabla 23: tasa de crecimiento al 2016.....	115
Tabla 24 gastos de recursos humanos.....	115
Tabla 25: gastos operativos y logísticos .....	116
Tabla 26: gastos de recursos materiales .....	117
Tabla 27: gastos de recursos materiales al año .....	118
Tabla 28: gastos totales al año 2016 .....	118
Tabla 29: consolidado de costo en 5 años.....	120
Tabla 30: flujo efectivo neto (VAN) .....	121

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Perú cuenta con muchos lugares turísticos reconocidos mundialmente, algunos considerados patrimonio de la humanidad por la UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*), Tan solo el año pasado se registraron más de 3.5 millones de turistas que ingresaron al país (INEI, 2016), los cuales ven en el Perú un excelente destino cultural y gastronómico, pero otros, por su geografía y microclimas, lo ven también como un destino para hacer deportes extremos y turismo de aventura.

Las personas que hacen turismo de aventura o ecoturismo requieren de incluso días de caminatas, como es el caso del *trekking*, ello se realiza por rutas montañosas, bosques de espesa vegetación, cañones e incluso desiertos. Sin embargo diversos factores intervienen en un turista para tomar la opción de hacer turismo de aventura. El más importante es, que en muchas zonas rurales, donde llegan a visitar, no se cuenta con energía eléctrica. Esto lleva a que los turistas se queden incomunicados por varios días, por no poder conseguir una fuente de energía eléctrica para dispositivos básicos, como un teléfono celular y otros. Impidiendo, en algunos casos, ver el turismo de aventura como una opción, por esta desventaja.

Cuando una persona hace turismo de aventura se puede observar los inconvenientes que se presentan durante la travesía. En las caminatas muchas personas usan baterías externas, que del promedio de dos días de uso moderado que dura la batería de un celular, estas logran extender a dos días más de uso y al verse agotada las baterías externas se vuelve de nuevo al mismo problema inicial. En otros casos usan paneles solares, que es una buena opción debido a su efectividad para generar energía eléctrica, el problema está en que dependen del entorno y de un clima con brillo solar. Se ha podido observar los inconvenientes de los paneles solares en caminatas por la

espesura de la selva donde no ingresan los rayos solares y/o en climas donde nos topamos con varios días de lluvias con cielo nublado.

La presente tesis sobre diseño e implementación de un generador biomecánico para teléfonos celulares utilizando la energía que genera al caminar una persona que hace turismo de aventura, está constituido por una parte mecánica y otra electrónica: en la parte mecánica una varilla de aluminio recibirá el torque y el ángulo de giro que genera una persona al caminar, este irá a un juego de discos dentados acoplados de tal forma que aumenten el ángulo de giro y el torque del motor paso a paso, que tiene un voltaje nominal de 12V y una corriente/fase nominal de 259 mA, el cual alimentara nuestra parte electrónica que rectifica y regula el voltaje y corriente de salida para que sea utilizado en un teléfono celular.

Asimismo para su mejor comprensión se detalla y analiza cada uno de los capítulos en sus diferentes etapas del siguiente modo; en el capítulo I, se describe la motivación de la investigación y el estado del arte; también incluye los problemas y objetivos a cumplir, y los alcances y limitaciones; en el capítulo II, muestra el fundamento teórico, el cual contiene los antecedentes relacionado al tema de la presente tesis, asimismo abarca el marco teórico que ayudará a comprender mejor los temas vinculados a esta tesis y a desarrollo de la misma; en el capítulo III, se abordará la demanda actual del turismo de aventura en el país, el estudio sobre las necesidades de energía de las baterías de los teléfonos celulares que hay en el mercado actualmente para tener una idea de lo que tenemos que generar con el diseño e implementación, el estudio de la marcha humana para una preconcepción del diseño, el diseño e implementación del generador biomecánico y la evaluación en una persona que hace turismo de aventura y finalmente, el capítulo IV incluye el análisis de costo y beneficio de la investigación.

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

## **1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Las personas que hacen turismo de aventura tienen que hacer caminatas de varios días para llegar a lugares, que por lo general, están muy alejados de la ciudad. En este caso, los turistas se quedan incomunicados por varios días, ya que no consiguen una fuente de energía eléctrica para dispositivos básicos, como un teléfono celular y otros. Aunque, se usan baterías externas, estas solo logran extender a dos días más del tiempo convencional con un uso moderado del celular, y al verse agotada las baterías externas se repite el problema inicial. En otros casos se usan paneles solares, que es una buena opción, debido a su efectividad para generar energía eléctrica, el problema está en que dependen del entorno y de un clima con brillo solar. Se ha podido observar como el rendimiento de los paneles solares desciende radicalmente en caminatas por la espesura de la selva donde no ingresan los rayos solares y/o en climas donde se encuentran días de lluvias con cielo nublado.

Solucionar este problema fue el objetivo principal para diseñar e implementar un generador biomecánico que aproveche la energía mecánica que uno realiza al caminar y así poder cargar dispositivos de bajo consumo como teléfonos celulares o linternas recargables. Ello conlleva a beneficiar e impulsar el turismo de aventura para todas aquellas personas que lo practican.

### **1.1.1. Planteamiento y descripción del problema**

El Perú es el tercer país en Sudamérica con más potencial en turismo de aventura solo por debajo de Chile y Uruguay (Periódico Gestión, viernes 03 de abril del 2015), tan solo el 2015 se registró más de 3.5 millones de turistas que ingresaron al país (INEI, 2016), esto es una muestra del potencial que

tiene el Perú en turismo, y una forma de aprovecharlo sin afectar el medio ambiente, es haciendo turismo de aventura o ecoturismo.

El turismo de aventura genera ingresos a pobladores de zonas rurales dando posada o brindando algunos alimentos que ellos mismo producen, pero en muchos casos estos centros poblados no cuentan con energía eléctrica por lo que el turista permanece varios días incomunicados al no poder cargar algunos dispositivos electrónicos como un teléfono celular. A pesar de no ser esto un impedimento, si lleva a que muchas personas opten por otras alternativas de hacer turismo.

Se ha podido observar que durante estos viajes algunas personas usan baterías externas, éstas sólo logran extender dos días más, pasado ello se retorna al problema inicial. En otros casos se usan paneles solares, que es una buena opción debido a su efectividad para generar energía eléctrica, el problema está en que dependen del entorno y de un clima con brillo solar. Asimismo, el rendimiento de los paneles solares desciende radicalmente en caminatas por la espesura de la selva. Es el caso de las comunidades nativas en Iquitos, que es una opción bastante frecuente para las personas que hacen ecoturismo, allí los árboles están tan tupidos que no ingresan los rayos solares y/o en lugares con climas lluviosos y nublados, como suele pasar en varias regiones del país.

### **1.1.2. Formulación del problema general**

¿Cómo generar energía suficiente para un teléfono celular utilizando solo la energía cinética que genera al caminar una persona que hace turismo de aventura en Iquitos?

### **1.1.3. Formulación de los problemas específicos**

PE1

¿Cuál es la situación actual del turismo en Iquitos?

PE2

¿Cómo funciona la cinemática de la marcha humana y que articulación es la más adecuada para el diseño de un generador biomecánico?

PE3

¿Cuáles son los requerimientos técnicos del generador biomecánico para teléfonos celulares?

PE4

¿Cuál sería el diseño más adecuado para la parte mecánica y electrónica del generador biomecánico con un modelo simple, cómodo pero al mismo tiempo eficiente para los fines que buscamos?

PE5

¿Cómo evaluar el desempeño del generador biomecánico para teléfonos celulares en una persona que hace turismo de aventura?

## **1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Objetivo general**

Diseñar e implementar un generador biomecánico para teléfonos celulares utilizando solo la energía cinética que genera al caminar una persona para

mantener comunicado y aumentar el turismo de aventura en lugares donde no hay energía eléctrica.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

OE1

Realizar un estudio sobre el análisis de la situación actual del turismo en la región de Iquitos.

OE2

Investigar cómo funciona la cinemática de la marcha humana y que articulación es la más adecuada para el diseño de un generador biomecánico.

OE3

Identificar los requerimientos técnicos del generador biomecánico para teléfonos celulares.

OE4

Diseñar la parte mecánica y electrónica del generador biomecánico con un modelo simple, cómodo pero al mismo tiempo eficiente para los fines que buscamos.

OE5

Evaluar el desempeño de un generador biomecánico para teléfonos celulares simulando las condiciones de una persona que hace turismo de aventura.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Justificación técnica**

Para la implementación del trabajo de investigación se usará la técnica del *energy harvesting* o cosecha de energía, el cual busca recolectar energía de fuentes de renovables como son los siguientes: el viento, los rayos del sol, las plantas, los *géiseres* y demás. Para este caso en particular usaremos la energía cinética que una persona genera al caminar, enfocándonos en la articulación de la rodilla, por ser la articulación que genera más fuerza o torque y más ángulo de movimiento dentro de todas las articulaciones de la pierna, durante el ciclo de la marcha humana.

#### **1.3.2. Justificación económica**

Las agencias de turismo ofrecen a las personas variedad de paquetes turísticos a diferentes lugares de Iquitos, como reserva natural del Pacaya Samiria, pero las personas desisten de elegir alguno cuando se le menciona que dichos lugares tienen limitada la energía eléctrica, por lo que en algunas zonas no hay energía eléctrica y en otras, solo por la noche, estando las personas propensas a quedarse incomunicados. Esto genera pérdidas económicas a las agencias de turismo como a las localidades que

salvaguardan esta reserva natural, ya que la afluencia de turistas se ve mermada.

Con la implementación del presente trabajo de investigación se busca cambiar el panorama antes mencionado, dando una alternativa de solución y permitiendo generar más ingresos a las agencias de turismo, las comunidades y personas que dependen de la afluencia de turistas a la reserva natural del Pacaya Samiria.

### **1.3.3. Justificación social**

Se busca satisfacer la necesidad de energía eléctrica para cargar los teléfonos celulares de las personas que hacen turismo de aventura en la espesura de la selva peruana, como es el caso del ecoturismo en la reserva del Pacaya Samiria, sin la necesidad de quedarse varados mucho tiempo en un pueblo o comunidad para cargar sus teléfonos celulares, permitiendo así disfrutar mejor de su viaje sin la preocupación de quedarse incomunicados y/o tener que buscar donde cargar su teléfono celular.

## **1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Alcances**

- El presente trabajo de investigación llegará hasta la etapa de implementación.
- El dispositivo será implementado para el turismo de aventura en Iquitos-Loreto, pero puede ser usado en cualquier clima o geografía que requiera de varias horas de caminata y exige cierto grado de esfuerzo físico.

- También puede ser usado por personas que realizan actividades físicas que incluyan el movimiento de las articulaciones de la pierna, como son la maratón o manejar bicicleta.

#### **1.4.2. Limitaciones**

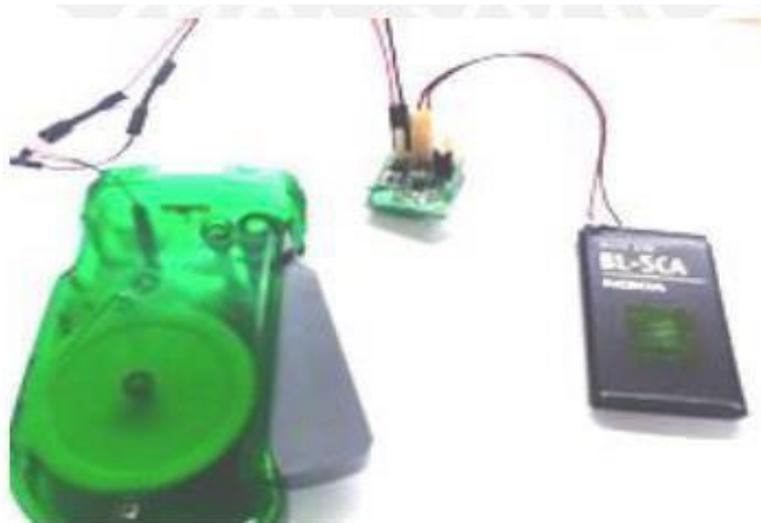
- Estadísticas desactualizadas sobre el turismo en las bases del INEI.
- Falta de antecedentes nacionales, en cuanto a los antecedentes internacionales, solo se han podido encontrar noticias relacionadas en concursos y ferias de innovación tecnológica en Sudamérica, mas no se pudo hallar tesis parecidas.
- La encuesta se realizó solo a una muestra de la población de turistas que llegan a Iquitos durante los días de semana santa, esto por limitaciones económicas y de tiempo por parte del investigador.

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO**

## 2.1. ANTECEDENTES

### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

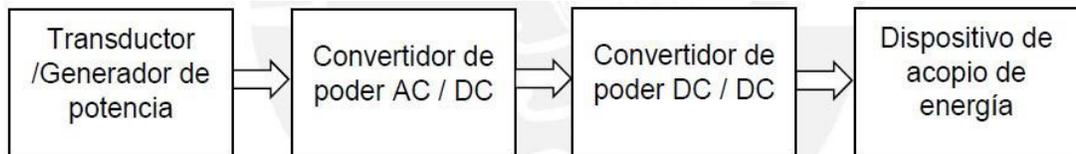
Castilla, Q. & José, E. En **Elaboración de un sistema de cosecha de energía utilizando un transductor electromagnético** de la Pontificia Universidad Católica del Perú, manifiestan que los teléfonos celulares, computadoras portátiles, sistemas GPS (Global Position System) y otros dispositivos electrónicos se encuentran limitado su tiempo de uso por la necesidad de recargar las baterías o reemplazarlas. Castilla, Q. & José, E. Solucionan este problema con el uso de una manivela generadora de corriente, la cual carga una batería con la presión ejercida por la mano a la manivela (Figura 1).



**Figura 1:** prototipo físico del sistema de cosecha de energía (Castilla, Q. & José, E. ,2015)

Descripción: transductor electromagnético que transmite energía mediante el movimiento mecánico de la manivela.

El sistema está conformado de un motor de corriente continua, que cumplirá la función de generador, este irá acoplado con algunos engranajes que transmiten la energía del esfuerzo mecánico para girar el rotor, el cual irá a un convertidor AC/DC, un convertidor DC/DC y esto irá almacenado a una batería de Li-ion marca Nokia de 3.7v (Figura 2).



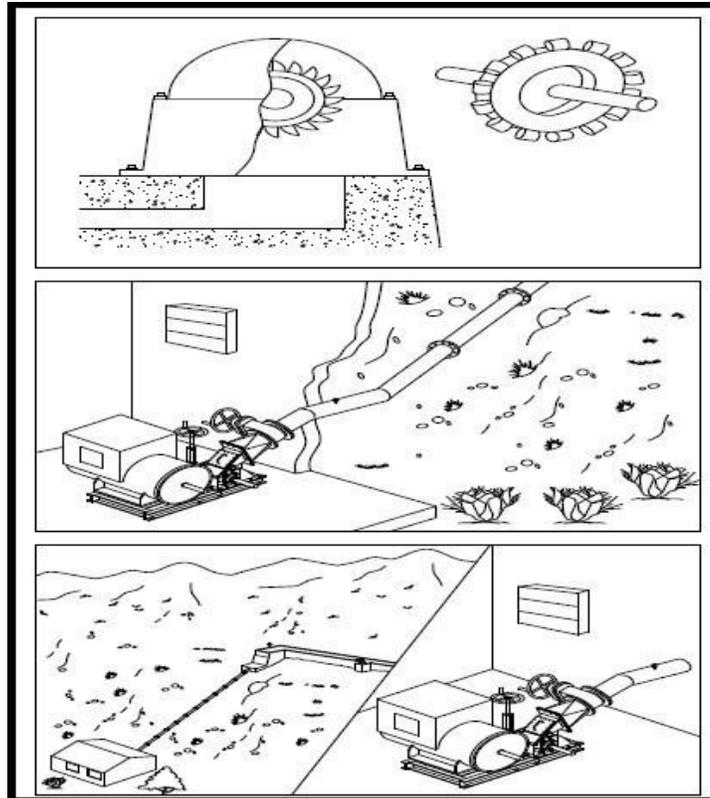
**Figura 2: diagrama de bloques del sistema de cosecha de energía (Castilla, Q. & José, E. ,2015)**

Descripción: conformado por: transductor, conversos de poder AC/DC y DC/AC, dispositivo de acopio de energía.

El sistema permite cargar una batería de Li-ion con 2.9V y 90mA, esto analizado en una sucesión de 500 repeticiones en la manivela del prototipo (Castilla, Q. & José, E. 2015).

Oliveros, A. En **Mejora en la gestión de energías renovables en la micro y pequeña empresa en el Perú (MYPE)** de la Universidad Nacional de Piura indica que las PYMEs (Micro y Pequeña Empresa) en el Perú son importantes, ya que generan el 70% del empleo generalmente en actividades de producción y de servicios. Pero, por motivos económicos o simplemente desconocimiento usan energéticos sucios que afectan a sus trabajadores, al desempeño de su empresa y al medio ambiente. Para ello se plantea un modelo de gestión alternativo que permite a las PYMEs puedan reducir su consumo de energía eléctrica de la red pública con

recursos de energías renovables que sean viables técnica y económicamente. En este aspecto se analiza técnicas de generación de energía térmica, mecánica y/o eléctrica utilizando fuentes renovables como son: el viento, sol, pequeñas caídas de agua y la biomasa, esto irá amoldando a los requerimientos específicos de cada MYPE, pero se realizarán ejemplos prácticos individuales que cada empresa puede acoger según sus recursos y necesidades. El modelo de energía solar térmica y fotovoltaica para PYME, se usa mayormente para el calentamiento de agua con fines domésticos esto es realizado por pequeñas empresas, asimismo también se usa en zonas rurales para el secado de productos agrícolas y calefacción de viviendas. El modelo de energía eólica para PYME emplea los aerogeneradores de potencia (actualmente se están usando en el Perú por Ministerio de Energía y Minas – MEM), los cuales se instalaron con 450 KW en Marcona - Ica y 250 KW en Malabrigo-La Libertad. El primero entrega energía eléctrica por una línea de alta tensión a la mina Shogun, y el segundo brinda energía eléctrica a la comunidad de Malabrigo- La Libertad, con ello se plantea motivar a las MYPEs en apostar por este tipo de energías renovables, es una inversión que a largo plazo es muy rentable. El modelo de energía de biomasa para PYME, consiste en la generar energía con desechos que contengan nutrientes para el crecimiento del metabolismo de las bacterias de los metanos. Asimismo se puede obtener biomasa de desechos rurales como son; estiércol, maíz, cebada, arroz. Desechos urbanos; rellenos sanitarios, desechos de mercado y basura. Desechos industriales, especialmente esto se encuentra en fábricas de azúcar, alcohol aceites. El modelo de energía hidráulica para PYME consiste en usar turbinas, las cuales giran con chorros de agua que salen de una tobera al cual es alimentada por la caída de agua aprovechando geografías montañosas (Figura 3).



**Figura 3: esquema de una planta hidroeléctrica con turbina Pelton (Oliveros, A.2012)**

Descripción: este modelo de energía hidráulica para PYME emplea turbinas aprovechando la caída del agua.

En muchos casos la energía hidráulica se usa para la molienda de granos pero desde los 90's en el Perú se está usando para electrificación rural mediante las micro centrales hidroeléctricas, ya se han realizado varios proyectos como en Coaza-Puno.

Dinau, L. en **“Desarrollo de un generador eólico de pequeña potencia usando control optimo, con el microcontrolador 18F452”** menciona el uso de un microcontrolador 18F452 para regular el torque de un servomotor Pittman de imán permanente que es el corazón del generador eólico y un

encoder óptico que realiza el censado del sentido de giro y de la velocidad angular manteniéndolo constante a pesar de la velocidad variable del viento.



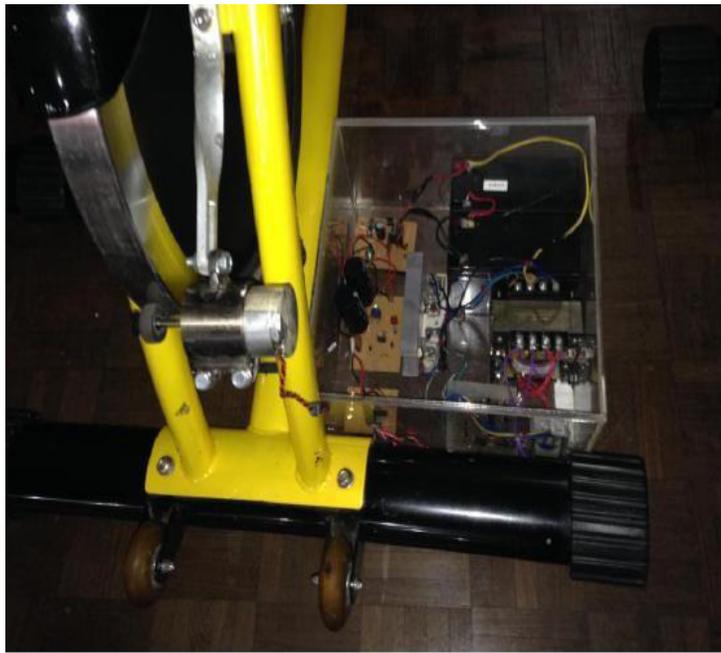
**Figura 4: vista de perfil del aerogenerador eólico (Dinau L. 2005)**

Descripción: generador eólico de servomotor Pittman implementador.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

Aponte, M. & Moreno, O en “Diseño e implementación de un dispositivo generador de energía eléctrica a partir de energía cinética en el gimnasio San Luis Fitness Center” de la Pontificia Universidad Católica del Perú, mencionan que el gimnasio San Luis Fitness Center en Caracas, Venezuela, cuenta con instalaciones que han sufrido deficiencias en el servicio público de energía eléctrica por parte de la compañía CORPOELEC, esto se evidencia en horas de la tarde y la noche afectando la

luminaria de los salones, ello repercute tanto en los usuarios, que no pueden completar sus rutinas, y a los propietarios que tienen que interrumpir sus horas de servicio recibiendo menos ganancias. Este es un problema que también afecta a millones de venezolanos. Para solucionar dicho problema se plantea usar las bicicletas estáticas, esto debido que como rutina todos usan la bicicleta estática por un aproximado de 20 minutos para calentar, a estas se les acopló un motor de corriente continua, que nos van a generar energía cinética (Figura 5).

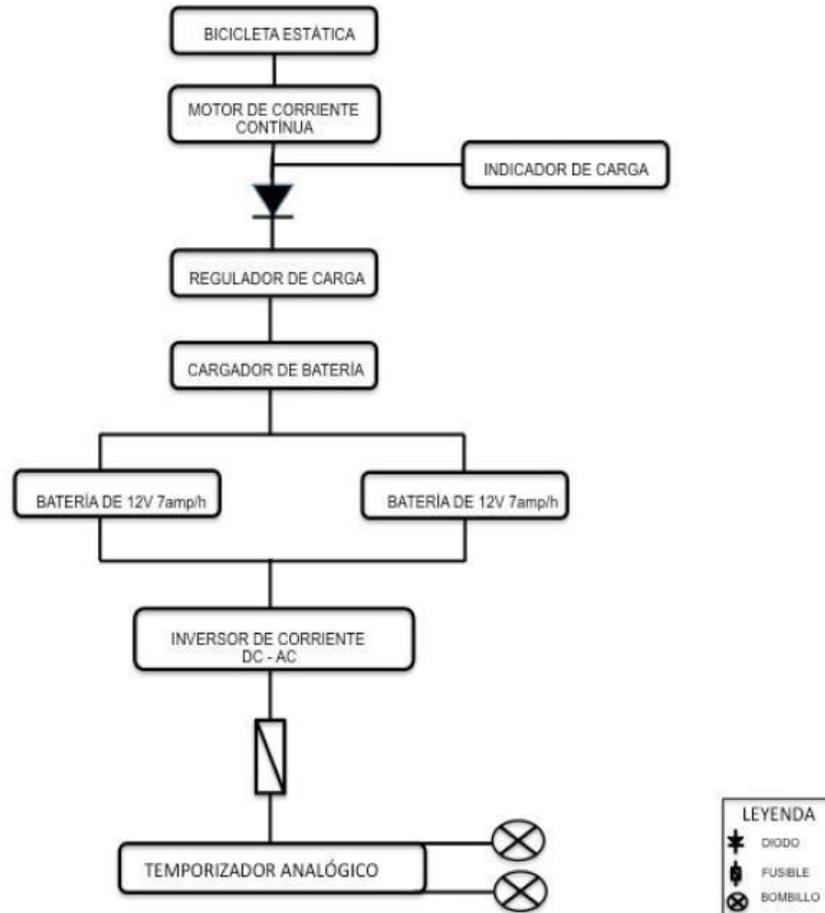


**Figura 5: motor acoplado a bicicleta estática (Aponte, M. & Moreno, O. 2015)**

Descripción: la figura muestra la bicicleta elástica acoplada con un motor de corriente continua.

Esta energía recolectada pasa a la etapa de regulación que está conformada por un regulador LM317, un transistor 2N2955 y el cargador de baterías por un operacional LM741, luego se dirige la energía a banco de

baterías conformado por dos baterías de 7 Amp/h configurada en paralelo, y finalmente se usará un inversor de corriente directa a corriente alterna basada en el diseño de un inversor de 12V DC/ 120V AC/ 60Hz a través de un oscilador dual SG3524 (Figura 6).

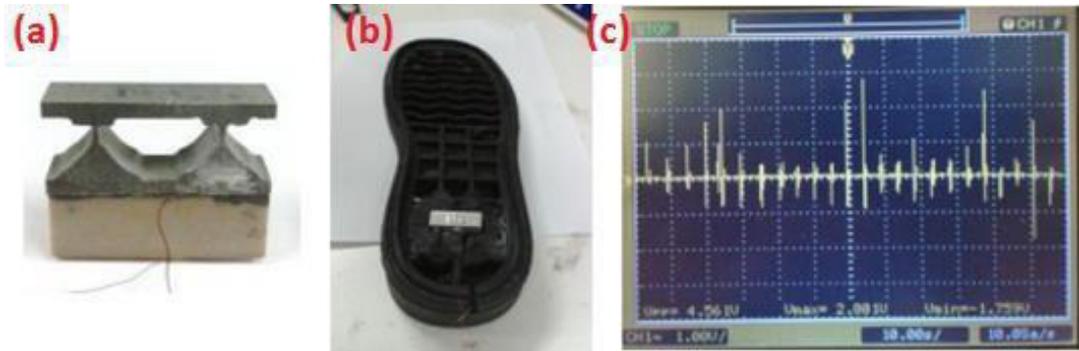


**Figura 6:** diagrama de bloques del dispositivo de generación de energía eléctrica a partir de energía cinética (Aponte, M. & Moreno, O. 2015)

Descripción: el diagrama muestra la estructura del dispositivo generador de energía eléctrica.

Para las pruebas se realizó un cableado hacia el techo del salón del gimnasio obteniendo encender 2 focos de 20 Watts cada uno por un lapso de tiempo de 3 horas, esto permite que el gimnasio pueda mantener iluminadas sus instalaciones independientemente del servicio de energía eléctrica de CORPOELEC, durante las horas de 6:00a.m. a 9:00p.m.

Sepúlveda, E en “Diseño de un colector de energía piezoeléctrica (*energy harvesting*) mediante optimización topológica que maximice la transformación de energía mecánica en eléctrica generada por un ser humano al caminar” de la Universidad Nacional de Colombia expresa que el crecimiento tecnológico ha generado que cada vez se construyan más dispositivos que usen para su funcionamiento energía eléctrica. Esto conlleva a una problemática con el medio ambiente, ya que se generan más desperdicios electrónicos, como lo son las baterías. Para solucionar este problema, en la Universidad Nacional de Colombia UNAL, se desarrolla un prototipo de zapatos con piezoeléctricos tipo PZT-5A, mediante el Método de Optimización Topológica (MOT), que hará que se enfoque en la posición de mayor presión plantar del pie, aprovechando la energía que desperdicia un ser humano al caminar y convertirla en energía eléctrica que pueda ser aprovechada. Bajo el estudio de tres prototipos, se escogió uno (Figura 7).



**Figura 7: prototipo escogido para las pruebas finales (Sepúlveda Orozco, E. 2014)**

Descripción: en la figura se muestra: (a) piezoeléctrico PZTA-5A modificado por el método de optimización topológica (b) piezoeléctrico implantado en la suela de goma de una zapatilla (c) pantalla del osciloscopio mostrando el voltaje generado al caminar una persona que usa este zapato.

Con las pruebas realizadas se llegó a cargar una batería de NiMH de 20 mAh-1.2V en 357 horas , aproximadamente 15 días, útil para equipo de muy baja potencia, asimismo el autor recomienda que para equipos de baja potencia se puede posicionar más piezoeléctricos en la posición plantar de mayor presión, el tiempo de carga se puede reducir a 238 horas , aproximadamente 10 días , pero aún seguiría siendo una corriente muy pobre, por lo que recomienda esto para otros fines, para dispositivos de ultra baja potencia.

En el Instituto Politécnico Nacional (IPN) han logrado crear un prototipo utiliza la energía cinética que libera una persona al caminar convirtiéndola en electricidad, esto permite cargar dispositivos de bajo consumo. Los creadores afirman que con un promedio de cuatro horas de actividad se podría cargar un teléfono celular, claro esto dependiendo del amperaje del teléfono este estimado puede variar. Su funcionamiento aprovecha la energía de la articulación de la rodilla mediante dos varillas de aluminio ajustadas a la pierna, que por medio de unos engranajes aprovechan los

movimientos de flexión y extensión, esta energía cinética va a un generador que consiste en un variador de campo magnético por medio de un embobinado la convierte en energía eléctrica, para luego rectificar y enviarla por una salida micro USB (Universal Serie Bus). Este proyecto tuvo el 3er lugar en la 9ª Feria Tecnológica Feteps 2015, que se realizó en Brasil, y actualmente están siendo capacitados en Nuevo México, Estados Unidos, para la viabilidad del proyecto y su posterior comercialización y venta (“IPN crea dispositivo para recargar celular con movimiento corporal”, 2016).

Rodrigo Sampaio y su amigo Cadu de 20 y 16 años respectivamente son de Río de Janeiro, y han diseñado un cargador para teléfonos celulares que funciona con el movimiento de las rodillas (Figura 8).



**Figura 8: proyecto “ONIX” imágenes de su funcionamiento (Revista Digital Animal Político).**

Descripción: en la figura se muestra: (a) y (b) se puede apreciar el tamaño del dispositivo con relación a una persona (c) y (d) se puede apreciar cómo una vez almacenada la carga se puede conectar a un cable multipuerto USB para cargar diferentes modelos de celulares u otros dispositivos.

Onix, como han bautizado al prototipo, se coloca a la altura del muslo y una vara de aluminio de unos 15 cm baja hasta la altura de tobillo, la cadencia de los pasos nos genera una energía cinética que luego se transforma en energía eléctrica por medio de un pequeño generador. El generador del prototipo Onix mide unos 7x6.5 cm. y pesa unos 500 mg, y asegura que puede cargar un teléfono celular con una caminata a paso moderado en 3 horas (“ONIX, el cargador de celular que funciona con el movimiento de rodillas”, 2015).

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Geografía de Loreto**

Loreto se localiza al norte y noreste del país, es nuestro departamento más extenso con 368 852 km<sup>2</sup>, que abarca aproximadamente el 29% del área nacional. Loreto representa casi el 50% de la amazonia peruana y el 4% de la amazonia continental, cuenta con un clima cálido y húmedo, las precipitaciones pluviales son abundantes durante todo el año, pero con mayor fuerza los primeros meses del año. En sus entrañas esconde al río Amazonas, 713 km en territorio nacional y 7000 km en total. (Atlas regional del Perú, 2004)

Loreto está dividido en 6 provincias (Figura 9): Maynas, Alto Amazonas, Loreto, Mariscal Ramón Castilla, Requena, Ucayali.



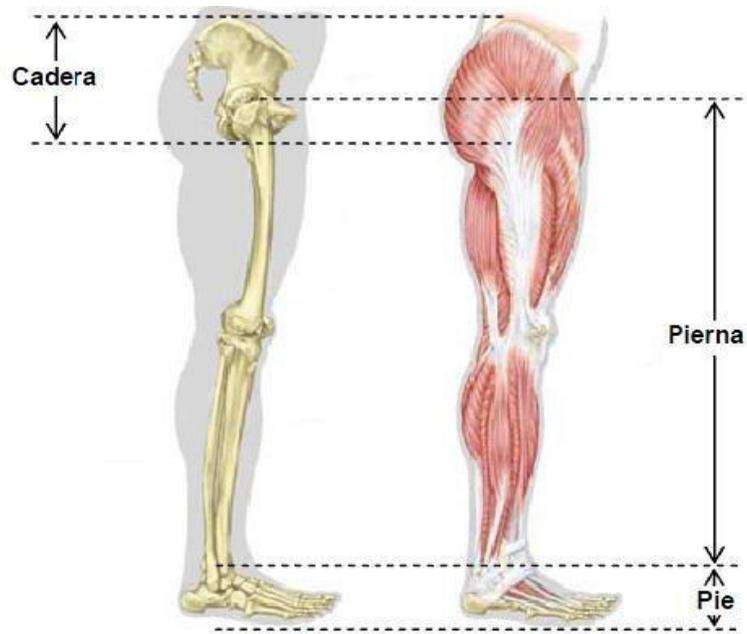
**Figura 9: división Política de Loreto (blog gastronomía Loreto)**

Descripción: la figura señala las provincias de Loreto.

### **2.2.2. Anatomía de la pierna**

Según Faller A. 2004, la pierna humana es un sistema de músculos, segmentos y uniones, de complicada comprensión, a pesar de ello cuando usamos nuestras piernas parece no ser muy complicada controlarla.

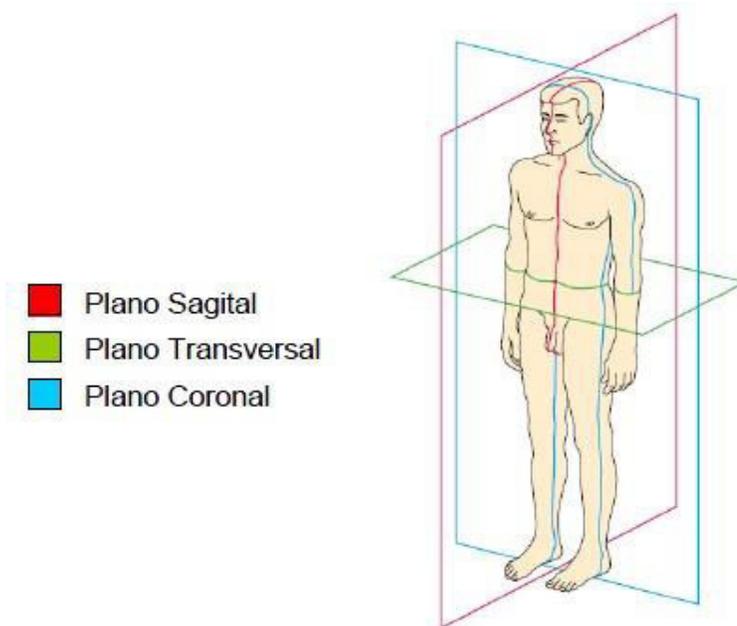
La pierna humana está dividida en tres partes principales (Figura 10): la cadera, la pierna propiamente dicha, y el pie.



**Figura 10: estructura ósea y muscular de la pierna humana (Blickhan, R., Seyfarth, A., Wagner, H., Friedrichs, A., Günther, M., & Maier, K. D. 2006)**

Descripción: en la figura se muestra la representación ósea y muscular de la pierna humana, así como las 3 partes principales que la conforman.

Para comprender mejor la estructura de la pierna se analizará en los tres planos del cuerpo humano (Figura 11), plano sagital, transversal y coronal.



**Figura 11: planos de división del cuerpo humano (Ibrahim, A. F. 2005)**

Descripción: en la figura se muestra la división del cuerpo humano en planos: sagital, transversal y coronal.

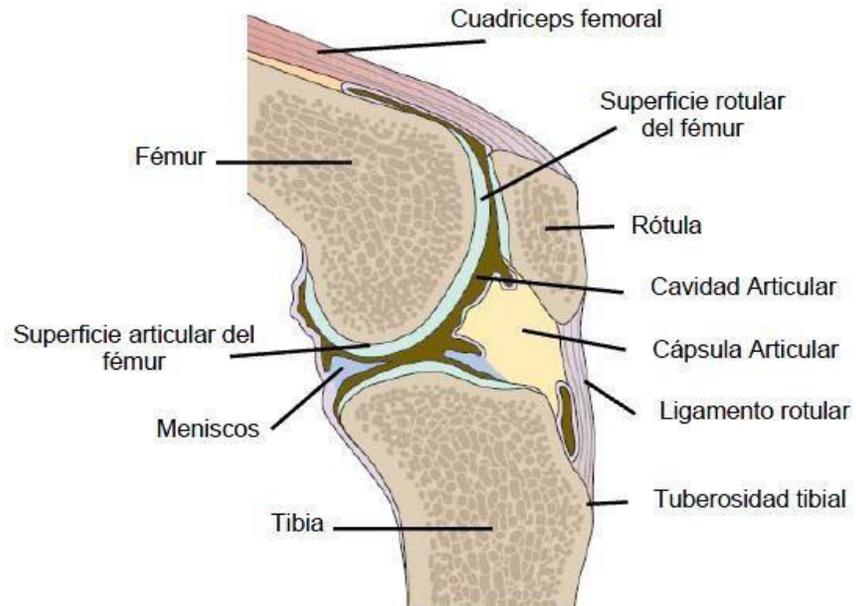
### **2.2.3. Articulación de la pierna**

Las articulaciones son las zonas donde se unen huesos y cartílagos del esqueleto humano, permitiendo doblar nuestras extremidades. Si estas no existieran el cuerpo humano sería totalmente rígido, no se podría realizar movimiento alguno.

#### **A. La rodilla**

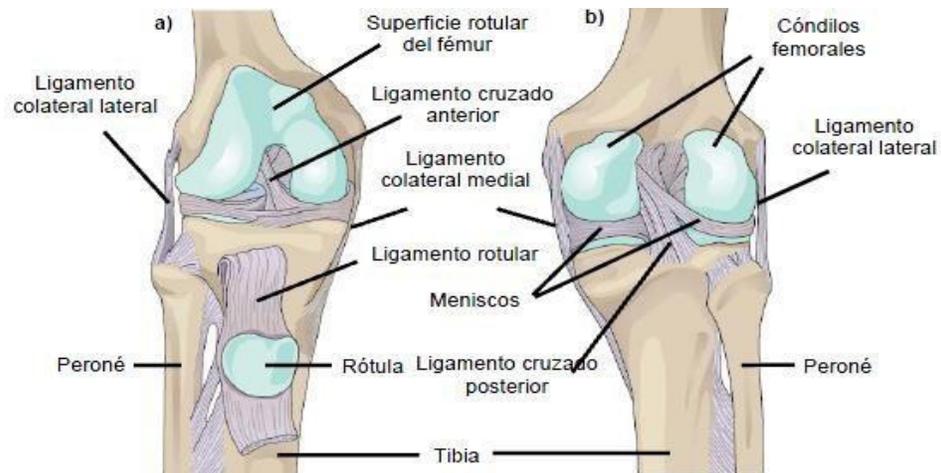
Es la articulación más grande del cuerpo humano (Figura 12), en su movimiento está compuesta por la acción conjunta del fémur, la tibia, la

rótula y dos discos fibrocartilagosos. Los dos meniscos adaptan a superficie de contacto entre el fémur y la tibia para aumentar la transmisión de la fuerza.



**Figura 12:** corte sagital de la articulación de la rodilla humana (Ibrahim, A. F. 2005)

Descripción: la figura señala la estructura interna de la rodilla.

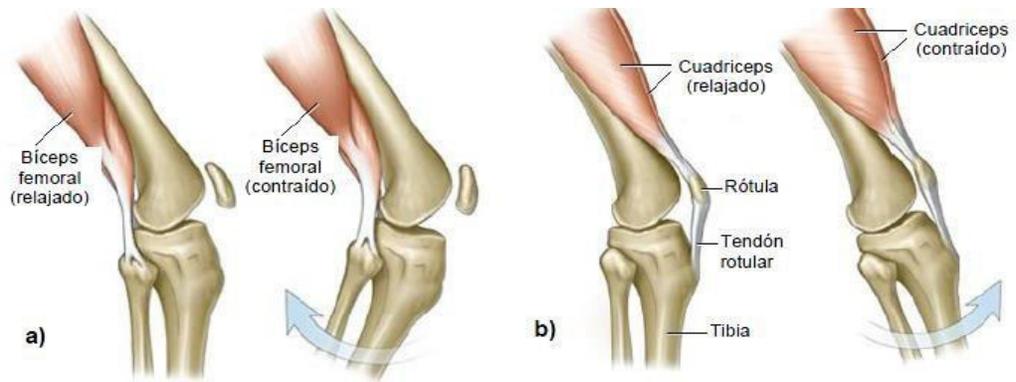


**Figura 13: vista anterior y posterior de la rodilla humana (Ibrahim, A. F. 2005)**

Descripción: en la figura se muestra los huesos y ligamentos que conforman la rodilla de una (a) vista anterior y una (b) vista posterior.

- Músculos involucrados en el movimiento de la rodilla:

Dentro de las muchas funciones que tiene la rodilla para nuestro proyecto se necesita investigar dos funciones básicas: la flexión y la extensión, ya que ahí es donde se genera la energía cinética necesaria para nuestro generador, y para ello hay dos músculos principales que se encargan de cumplir estas funciones: Flexión: Bíceps femoral (Figura 14 “a”), Extensión: Cuádriceps femoral (Figura 14 “b”).



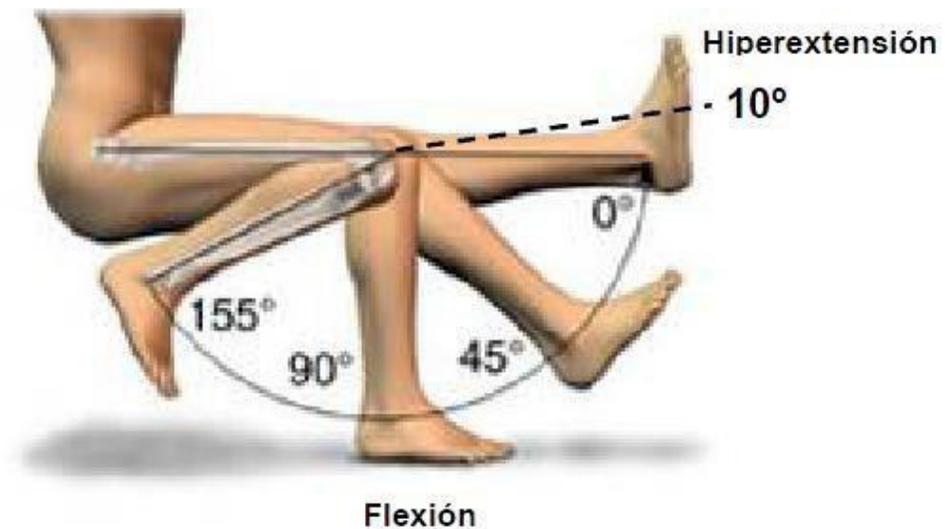
**Figura 14: movimiento de la rodilla humana (Ibrahim, A. F. 2005)**

Descripción: en la figura se muestra los principales músculos involucrados en el movimiento de la rodilla tanto para (a) la flexión, como para (b) la extensión.

- Ángulo de movimiento de la rodilla

Es necesario saber los ángulos generados en la flexión y extensión, para poder saber cuánto es el ángulo total que le podemos brindar a nuestro generador.

Al flexionar la rodilla, se genera un ángulo entre los huesos del fémur y la tibia (Figura 15), este ángulo cambia dependiendo de la persona y cuan flexible puede ser esta. Cuando la pierna está totalmente extendida, el fémur y la tibia hacen un ángulo recto (Figura 15) generando un ángulo de  $0^\circ$ , hasta cuando la pierna está totalmente flexionada, llegando a tocar el glúteo con el talón, obteniendo así un ángulo de  $155^\circ$ . Asimismo cabe mencionar que si se fuerza un poco los cuádriceps, cuando la pierna está totalmente extendida en ángulo  $0^\circ$ , se puede hacer una hiperextensión de  $-10^\circ$  (Figura 15).



**Figura 15:** ángulo de movimiento de la rodilla humana (Ibrahim, A. F. 2005)

Descripción: en la figura se muestra los ángulos de movimiento que genera la rodilla durante la flexión y extensión, así como la hiperextensión.

#### **2.2.4. Generación de telefonía celular**

Según Rocabado A., Diaz J. & Cadena C. 2015, en la evolución de las generaciones de telefonía celular se aprecia la migración de los sistemas analógicos al sistema digital para ofrecer una mayor seguridad en la comunicación y también permitir un mayor número de usuarios pueda tener acceso a estas tecnologías.

##### **A. Generación 0G**

Esta generación presenta la tecnología en telefonía móvil previa a la era del celular, estos teléfonos celulares iban colocados en autos y

camiones. Esta generación 0G fue lanzada en Finlandia en el año 1971, y tuvo poca acogida debido a las limitaciones de acceso al público.

## **B. Generación 1G**

Esta generación 1G hace su aparición en 1979 y no era una tecnología totalmente digital ya que estaba constituida por redes analógicas o híbridas, la conmutación era digital pero la ruta de radio era analógica. Asimismo tenía características que la definían como son los siguientes:

- Transmisión de voz

Solo se tenía transmisión exclusivamente de voz, para la cual se usaban ondas de radio, esta transmisión se daba sin ningún tipo de codificación por lo que era muy sencillo interceptar las comunicaciones por más básico que sea este, esto produjo clonación de códigos de aparatos telefónicos.

## **C. Generación 2G**

La 1G, a pesar de los inconvenientes que presentó, tuvo una buena aceptación. Esto motivó a mejoras en dispositivos digitales de telecomunicaciones, así como de nuevos protocolos y tecnologías. Es por ello, que la 2G nace como una solución a los inconvenientes en el espectro que usaba la 1G, permitiendo el aumento de número de canales y tener ancho de banda mayor, introduciendo nuevas bandas de frecuencia.

La 2G tiene sus inicios en 1990, y tiene características como:

- Servicios de voz y data básica.
- Se da una estandarización internacional, permitiendo la compatibilidad con países que manejen el mismo estándar de comunicaciones, permitiendo que se mantenga el mismo número así una persona se traslade a otro país.
- La tecnología de acceso TDMA, permite aumentar el número de usuarios que accedan a esta tecnología.
- Usa técnicas de codificación y autenticación para los datos de señalización y conversación, elevando el nivel de seguridad y confidencialidad de las comunicaciones.

El servicio GSM comenzó a operar en 1991, hoy más de 80 países usan este servicio en todo el mundo. La mayoría de los sistemas basados en GSM tuvo gran aceptación debido que operan en una banda de 900MHz y 1800MHz, con una combinación de TDMA y CDMA, en un espectro de 25MHz, el FDMA divide esos 25 MHz en 124 frecuencias portadoras de 200KHz, y usando TDMA estos son divididos en 8 ranuras de tiempo.

Se da el uso del SIM que es una tarjeta que contiene un microprocesador donde están todos los datos del abonado, de tal manera el usuario puede usar cualquier teléfono que sea GSM.

Se da una conmutación en curso, es decir, cuando un usuario pasa de una célula de cobertura a otra, la comunicación se sigue manteniendo.

#### **D. Generación 2.5G**

La 2G a medida que el internet se fue popularizando, se dio de manifiesto limitaciones en la transmisión de datos. Esto conlleva a la creación de la 2.5G que brinda capacidades adicionales, algo así como potenciar a la 2G, usando servicios como: servicio General de Paquetes vía Radio (*GPRS: General Packet Radio System*) y tasa de datos mejorada para la evolución del GSM (*EDGE: Enhanced Data rates for GSM Evolution*), entre otros servicios. Permite un beneficio que se verá más adelante en 3G, que es la conmutación de datos en paquetes, todo esto utilizando la estructura del 2G basado en GSM y CDMA. Esto conlleva a que la 2.5G sea más rápida y económica para actualizarla a la generación 3G.

#### **E. Generación 3G**

La generación 2G tuvo varios estándares con distintos competidores, ante este inconveniente, la 3G mediante el proceso IMT-2000, busco no estandarizar una tecnología, sino pedir ciertos requerimientos básicos como establecerse en la banda de 1885 a 2200MHz, y limitar la utilización del canal a 5 MHz. Esta generación tiene características tales como:

- Transmisión y acceso en alta velocidad: los sistemas de transmisión 3G permiten una velocidad de transmisión de 384 Kbps si una persona se mueve a 120 Kph, y puede alcanzar velocidades superiores a 2 Mbps si una persona se mueve a 10 Kph.
- Se perfecciona el uso de las tecnologías TDMA y CDMA, ofreciendo mejor eficiencia y mayor capacidad del espectro con respecto a los sistemas anteriores.
- Calidad de voz comparable con sistemas inalámbricos.

- Incorporación de sistema de segunda generación, perdiendo una coexistencia e interconexión de servicios móviles por satélite.
- Se han dado mejoras usando sistemas como el de acceso múltiple por división de código de banda Ancha (WCDMA), genera un incremento en cobertura y capacidad, asimismo también usa la tecnología UMTS (*Universal Mobile Telephone Service*), para establecer un estándar de *roaming* internacional, todo esto planteando usar una dirección IP (*Internet Protocol*).

## **F. Generación 4G**

La 4G tuvo sus inicios en el 2004 como la evolución de la tecnología 3GPP vista en la 3G, esto conllevó a establecer la LTE (*Long Time Evolution*), pero no fue hasta el 2009 donde se dio su distribución comercial.

La primera versión de LTE generó una tasa máxima de 1000 Mbps, con un retardo de la red de menos de 5ms. El sistema soporta anchos de banda flexible, gracias a su estructura basada en acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA, por sus siglas en inglés) y acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora (SC-FDMA, por sus siglas en inglés).

La primera versión de LTE, tiene como finalidad proporcionar una alta velocidad de datos un uso flexible de las bandas de frecuencia y una baja latencia, todo ello es posible debido a la arquitectura que presenta está diseñada para soportar alto tráfico de datos con una muy buena calidad de servicio y una baja latencia, la conmutación de estos paquetes de datos permite incluso los servicios que incluyen voz a través de conexiones de paquetes, gracias a que LTE se basa sus interfaces de red en protocolo IP.

**CAPÍTULO III: DESARROLLO E  
IMPLEMENTACIÓN DEL GENERADOR  
BIOMECÁNICO PARA TELÉFONOS CELULARES**

### **3.1. ESTUDIO SOBRE EL ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TURISMO EN IQUITOS.**

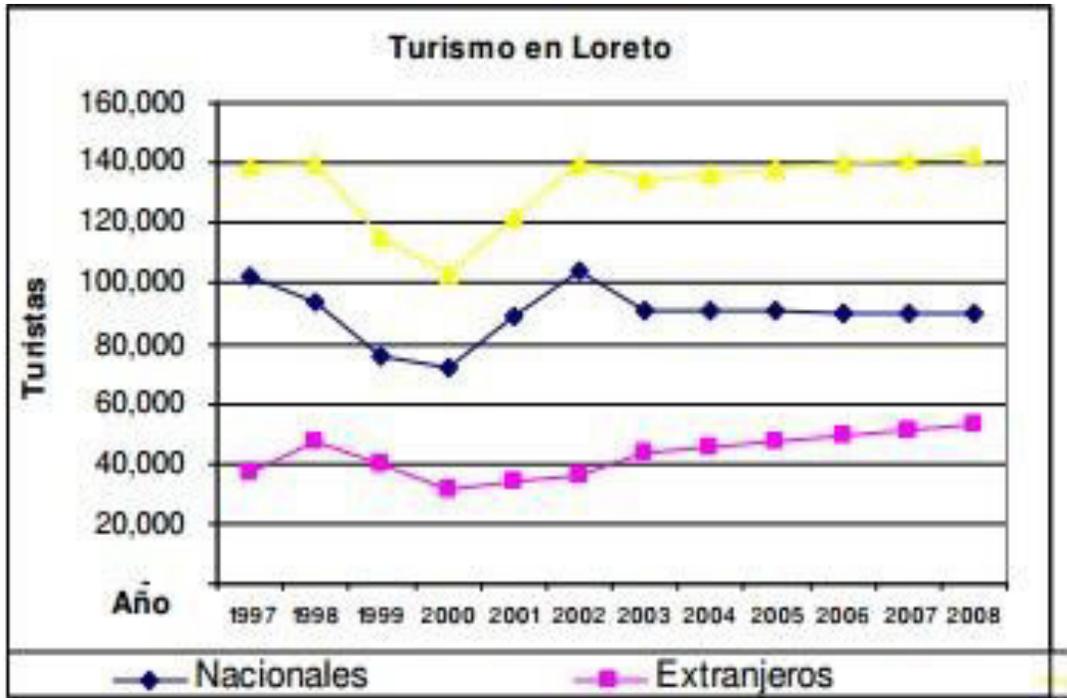
En el marco teórico se explicó el potencial en turismo que tiene el Perú, mas esto no se ve reflejado en el departamento de Loreto, a pesar de sus potenciales turísticos con los que cuenta.

En este subcapítulo se plantea comprender la situación actual del turismo en Loreto, más específicamente Iquitos, que es donde se da el punto de inicio para conocer turísticamente la provincia. Esto se realizará con datos estadísticos de bases como el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) y DIRCETUR (Dirección Regional de Comercio Exterior, Turismo y Artesanía) de Loreto. Asimismo, con la recolección de datos por medio de una encuesta se plantea entender la realidad del turismo por parte de los mismos turistas y las agencias de turismo, para así plantear una solución al problema.

#### **3.1.1. Situación del turismo en Loreto**

Loreto se localiza al norte y noreste del país, entre los paralelos 0° 01'48'' y 8°42'45'' de latitud sur y los meridianos 69° 56'29'' y 77° 49'31'' de longitud oeste. Es nuestro departamento más extenso con 368 852 km, tiene una población de 1'039,372 hab. Asimismo tiene como principal actividad económica la extracción de madera, que junto con Ucayali son los que más metros cúbicos extraen según censo al 2015.

El turismo en Loreto está compuesto por un 30% de turistas extranjeros y un 70% de turistas nacionales (Figura 16).



**Figura 16:** número de turistas que visitan Loreto, 1997-2008 (Prialé, M. 2009)

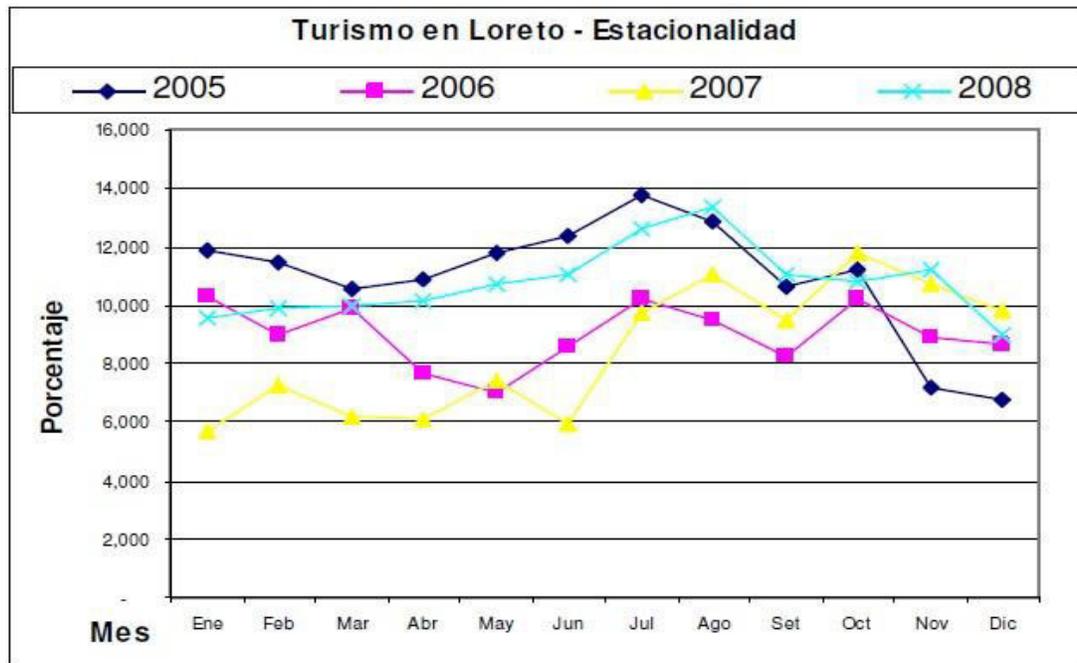
Descripción: en la figura, se muestra la evolución de los turistas, nacionales y extranjeros, que han llegado a visitar Loreto evaluado desde el año 1997-2008, datos recopilados de la base de BADATUR de la Universidad San Martín de Porres - Perú. Adaptado de “**Estudio sobre la rentabilidad social de las inversiones en el sector turismo en el Perú**”, Prialé M. 2009.

Los turistas extranjeros en los últimos años han llegado con más afluencia, por lo general van motivados por la flora y fauna de la región y casi no llegan a tener contacto con la sociedad moderna ya que se adentran días en la selva. Panorama distinto es el de los turistas nacionales, ya que por desconocimiento falta de capacidad económica no accede al turismo de naturaleza o turismo de aventura y se desenvuelve más e actividades urbanas.

Asimismo, si se toma en cuenta lo difícil que es el acceso a Iquitos, la mayor parte de los que llega Iquitos lo hace por avión, que son 392 000

turistas que llegan a Loreto, esto llevaría a unos 9 vuelos diarios, tomando en cuenta que un típico avión Airbus utilizado en Perú para vuelos internos por lo general tiene una capacidad de 120 pasajeros.

Por lo general, se observa una crecida de arribos de turistas en los meses de julio y agosto (Figura 17), aunque no es una tendencia.



**Figura 17: estacionalidad de arribos de turistas a Loreto, 2005-2008 (Priale, M.2009)**

Descripción: en la figura se muestra la llegada de turistas a Loreto según el mes del año, esto evaluado en cuatro años consecutivos del 2005-2008, asimismo se puede apreciar un aumento de llegadas de turistas en los meses de julio y agosto. Adaptado de “**Estudio sobre la rentabilidad social de las inversiones en el sector turismo en el Perú**”, Priale M. 2009.

### 3.1.2. Situación de los atractivos turísticos en Iquitos

En Iquitos se desea desarrollar el turismo como una actividad propulsora de la economía, sin embargo no todos los municipios incluyen un plan destinado al área de turismo. Iquitos, es la única ciudad importante del Perú que carece de acceso por vía terrestre, a pesar de ello, la industria de la madera, el comercio y el ecoturismo son sus principales actividades económicas. Entre los atractivos turísticos de la región están:

#### A. Barrio flotante de Belén

El barrio flotante de Belén (Figura 18) es el distrito más popular y tradicional de Iquitos, ubicado en la desembocadura del río Itaya en el Amazonas, sus viviendas están construidas sobre pilotes y balsas.



**Figura 18:** barrio flotante de Belén (agencia de turismo “Tour Pacaya Samiria”)

Descripción: en la figura, se muestra el barrio flotante de Belén de Iquitos, el agua puede subir hasta 10 metros, haciendo que las construcciones se elevan según baja o sube el nivel del agua del río.

## **B. Complejo turístico Quistococha**

Quistococha (Figura 19) está ubicado a pocos kilómetros de la ciudad, y a unos cuantos minutos del aeropuerto de Iquitos. Es un interesante zoológico que cuenta con piscigranjas de diferentes especies nativas, cuenta con servicios turísticos e instalaciones, todo ello con la vista de una hermosa laguna, que engalana este escenario natural.



**Figura 19: complejo turístico Quistococha (agencia de turismo “Tour Pacaya Samiria”)**

Descripción: en la figura, se muestra el Complejo Turístico Quistococha.

## **C. Reserva Nacional de Pacaya-Samiria**

La reserva del Pacaya Samiria (Figura 20) está ubicada en la confluencia del Río Marañón y Ucayali, la reserva de Pacaya-Samiria. Es la mayor área protegida del país, con un poco más de 2 millones de hectáreas. También llamado “Tierra del río de los Espejos” por la

belleza y calma de sus aguas. La reserva de Pacaya-Samiria se le denomina “la despensa” de la región nororiental de la selva peruana, ya que en la quietud de sus cursos de agua se reproducen muchas de las especies ictiológicas que más tarde alimentarán a los pueblos de las riberas de los ríos.



**Figura 20:** reserva de Pacaya- Samiria (agencia de turismo “Tour Pacaya Samiria”)

Descripción: en la figura se muestra la reserva de Pacaya- Samiria, en su recorrido comprende lagos, cochas, pantanos, humedales y caños. Alberga una impresionante variedad de especies de la flora y fauna silvestre.

### **3.1.3. Principales paquetes turísticos en Iquitos**

#### **A. Circuito Iquitos-río Amazonas-río Napo**

Este circuito mueve gran parte de los turistas que llegan a Iquitos, entre sus principales actividades está la navegación sobre el río Amazonas (Figura 21) y actividades asociadas al turismo de aventura y turismo de naturaleza en selva, como la observación de la flora, fauna excursión,

navegación, visita a comunidades de la región, etcétera. Asimismo en este paquete se ofrecen *lodges*, que son albergues que dan posada a turistas en medio de la selva y en las cuales se puede pernoctar. Los principales beneficiados en este paquete turístico son los operadores logísticos, dueños de los lodges, las agencias de viaje, las poblaciones ribereñas, prestan servicio de mano de obra, y autoridades ambientales de los municipios. Para este caso el paquete turístico, la alimentación y el transporte lo suministra los mismo operadores de los lodges, la venta de artesanías se da cuando el paquete incluye visita a comunidades nativas, o algunos parque protegidos.



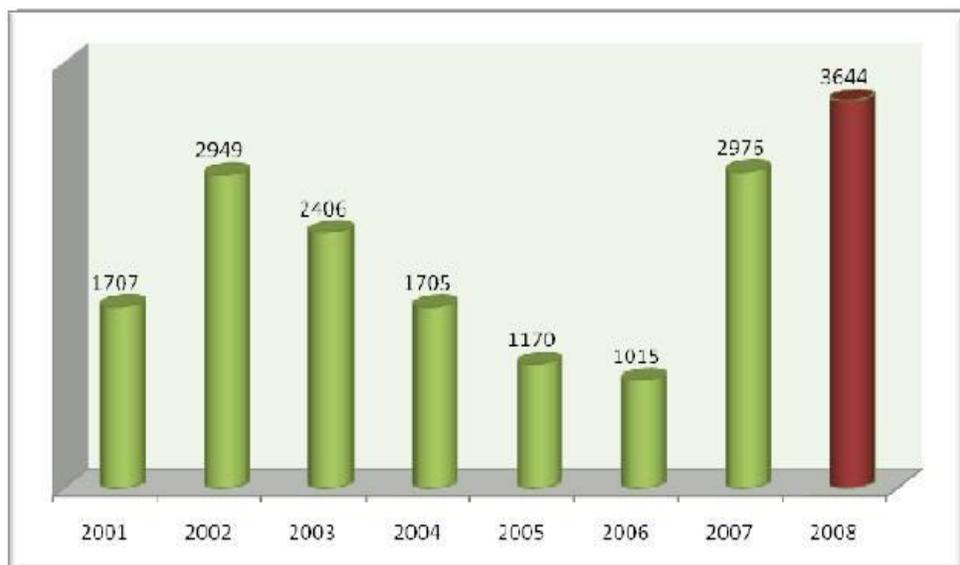
**Figura 21: principales rutas del circuito Iquitos - Río Amazonas- Pacaya Samiria (Dircetura Loreto)**

Descripción: en la figura, se muestra las principales rutas del circuito Iquitos - Río Amazonas.

## B. Circuito Iquitos Pacaya-Samiria

La reserva Nacional de Pacaya Samiria, es una área natural protegida, cuyo principal objetivo es la conservación de sus recursos, por ello emplea el turismo, con el uso sostenible de los recursos naturales y culturales, el cual está enfocado el presente trabajo de investigación.

La reserva Nacional de Pacaya Samiria, presenta una gran variedad de flora y fauna, grandes extensiones de selva virgen, ríos sin impacto significativo en cuanto a contaminación, es por ello su gran afluencia de turistas (Figura 22). De las ocho áreas de actividad turística, solo se aprovechan cinco, y se desarrollan actividades como: el aguajal, identificación de huevos de charapa y taricaya, pesca, etcétera.



**Figura 22: ingreso de turistas a la reserva Nacional de Pacaya Samiria 2001-2008 (Dircetura Loreto)**

Descripción: la figura muestra un diagrama de barras, el cual representa la cantidad de turistas que asistieron a la Reserva Nacional de Pacaya Samiria desde el año 2001 hasta el 2008.

### **C. Circuito Iquitos y atractivos aledaños**

El desarrollo de este circuito aún no está del todo explotado, a pesar de que puede constituir una gran alternativa económica, entre los muchos lugares aledaños a Iquitos, se tiene: El Centro Histórico de Iquitos que podría constituir una gran alternativa turística para Loreto. Aquí se tiene al malecón Tarapacá, con una estupenda vista al río Itaya y al barrio de Belén; el Circuito Bellavista-Nanay, donde se visita la comunidad de los Boras, Padre Cocha, y el Pilpintuwasi; Circuito Iquitos-Nauta, donde está la reserva Alpahuayo Mishana, la cual si bien no tiene la dimensión del Pacaya Samiria, cuenta con especies exóticas de flora y fauna; Quistococha es un parque turístico que se encuentra a la altura del kilómetro 6.3 de la carretera Iquitos-Nauta, al suroeste de la ciudad de Iquitos, esto es unos 15 minutos en auto, el complejo tiene 369 hectáreas y cuenta con una playa artificial conocida como Tunchi Playa, y esta se ubica alrededor de la laguna de Quistococha, las visitas a este lugar son por lo general de pobladores locales.

#### **3.1.4. Desarrollo de la encuesta**

Se ha desarrollado una encuesta mixta, esta se puede apreciar en el anexo1, donde se formuló un listado de 9 preguntas entre cerradas y abiertas, las cuales se realizaron los días del 24 al 27 de marzo del 2016, aprovechando los feriados por semana santa, desde las 8 a.m. hasta las 8 p.m., horario de atención de las agencias de turismo en la plaza de Iquitos.

## A. Población o Universo para la encuesta

Según el último dato recogido de: “Figura 31: número de turistas que visitan Loreto, 1997-2008”, se tiene un crecimiento sostenido, lo cual estima que para el 2016, según INEI, se tendría un ingreso de 200.000 turistas a Loreto, por lo que nuestra población será:

- Población: 200.000 turistas entre nacionales y extranjeros que se estima llegarán a Loreto para el año 2016.

## B. Muestra Poblacional para la encuesta

Para hallar nuestra muestra poblacional, usaremos la siguiente fórmula, en el marco de un muestreo aleatorio simple:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)(e^2) + (\sigma^2 - Z^2)}$$

Dónde:

- n: tamaño de la muestra.
- N: tamaño de la población (200.000)
- $\sigma$ : desviación estándar; cuando el valor no está entre los datos asignados, suele usarse 0,5.
- Z: Nivel de confianza; si no se tiene el valor se toma un nivel de confianza de 95% que equivale a 1,96.
- e: límite de error muestral; el valor varía entre 1% (0,01) a 9% (0,09) ++, esto queda a criterio. Para este caso en concreto, debido a los pocos días con los que contamos, usaremos un límite de error muestral de 9% (0,09), lo cual nos reducirá nuestro número de población muestral,

ayudándonos así a reducir tiempo y dinero en la realización de nuestra encuesta.

Reemplazando valores de la fórmula, se tiene:

$$n = \frac{(200000)(0.5)^2(1.96)^2}{(2000000 - 1)(0.09)^2 + (0.5)^2(1.96)^2}$$

$$n = 118.45$$

Para nuestra población de 200.000 turistas entre nacionales y extranjeros, que se estima ingresarán a Loreto el año 2016, necesitaremos una muestra poblacional de 118, 45 para tener resultados al 95% de confianza y con un error de muestra de 9%. Para casos prácticos se hará la encuesta a 120 personas, es decir población muestral es 120 turistas entre nacionales y extranjeros.

### **C. Elaboración de la encuesta**

La presente encuesta tiene por finalidad recopilar información del perfil de los turistas en Iquitos a fin de analizar la viabilidad del proyecto de investigación y mejorar la experiencia de la persona que hace turismo de aventura o ecoturismo.

### **D. Resultados de la encuesta**

A continuación se describe el análisis de los resultados de la encuesta realizada, tomando de una en una las 9 preguntas que conforman la encuesta:

- Pregunta uno:

¿De qué manera piensa hacer su visita a Iquitos?

De 120 encuestados 114 van a visitar Iquitos por medio de una agencia de turismo (Tabla 1).

**Tabla 1: resultados de la pregunta 1 de la encuesta**

Opciones	Frecuencia	Frecuencia relativa	Porcentaje
Por agencia	114	0,6	60%
Por su cuenta	6	0,1	10%
Otros	0	0,3	30%
Total	120	1	100%

En la tabla, se muestran los resultados de la encuesta referente a la elección de agencias.

Por lo inhóspita que es la selva muchos optan por conocerla por medio de una guía de una agencia, solo unos pocos, que por lo general son personas locales, lo hacen por su cuenta ya que tienen contacto con los distintos *lodges* y lugares turísticos donde llegarán.

Estos resultados indican que muchos turistas escogen sus agencias cuando se encuentran en Iquitos, porque es más cómodo que contratarla desde Lima. Asimismo hay muy pocas agencias que ofrecen paquetes de turismo de aventura, porque muchos turistas lo hacen contratando un guía local.

- Pregunta dos:

¿Cuántos días planea permanecer en Iquitos?

De 120 encuestados: 66 encuestados se quedarían 3 días; 18 encuestados se quedarían 4 días; 18 encuestados se quedarían 2 días; 12 encuestados se quedarían 5 días; 6 encuestados se quedarían 6 días (Tabla 2).

**Tabla 2: resultados de la pregunta 2 de la encuesta**

Días	Frecuencia	Frecuencia relativa	Porcentaje
3	66	0,55	55%
4	18	0,15	15%
2	18	0,15	15%
5	12	0,1	10%
6	6	0,05	5%
Total	120	1	100%

En la tabla se muestran los resultados de la encuesta referente a los días de permanencia realizando turismo en Iquitos.

Debido a que la encuesta se realizó en el feriado largo de semana santa, se evidencia este rango de días, asimismo estos índices no varían mucho en fines de semana no festivos, según informan las distintas agencias de turismo en Iquitos, esto debido a que los paquetes turísticos por lo general son mínimo 3 días. Los turistas nacionales son los que se quedan menos días, con un promedio de 2.5 días, y por lo general eligen visitar lugares citadinos y no adentrarse mucho en la selva. De los turistas que se iban a quedar entre 5 y 6 días, más de la mitad afirmó que iba a realizar turismo de aventura, esto evidencia que para hacer este tipo de actividad se necesita más días de lo que un turista nacional en promedio se queda en Iquitos.

- Pregunta tres:

¿Qué paquete turístico escogió Ud. para hacer turismo en Iquitos?

Del total de 120 encuestados: 72 encuestados escogen el circuito Iquitos-Amazonas-Napo; 12 encuestados escogen el circuito Iquitos zonas aledañas; 36 encuestados escogen el circuito Pacaya Samiria (Tabla 3).

**Tabla 3: resultados de la pregunta 3 de la encuesta**

Opciones	Frecuencia	Frecuencia relativa	Porcentaje
Circuito Iquitos-Amazonas-Napo	72	0,6	60%
Circuito Iquitos zonas aledañas	12	0,1	10%
Circuito Pacaya Samiria	36	0,3	30%
5	0	0	0%
Total	120	1	100%

En la tabla, se muestran los resultados de la encuesta referente a los lugares más frecuentados en Iquitos por los turistas.

El paquete Iquitos-Amazonas-Napo tiene más acogida, debido que allí se incluyen los lodges que tienen comodidades como: habitaciones con cama, baños con agua potable, alimentación cubierta, en algunos casos energía eléctrica 2 a 3 horas por las noches.

El paquete Pacaya-Samiria, por lo general no tiene ninguna de las comodidades de un *lodge*, y usualmente está incluido en paquetes de turismo de aventura ya que incluye acampar al aire libre y hacer largas caminatas durante días.

- Pregunta cuatro:

¿Ud. se animaría hacer turismo de aventura en Iquitos?

Del total de 120 encuestados: 90 encuestados SI haría turismo de aventura; 30 encuestados NO haría turismo de aventura (Tabla 4).

**Tabla 4: resultados de la pregunta 4 de la encuesta**

Opciones	Frecuencia	Frecuencia relativa	Porcentaje
Si	90	0,75	75%
No	30	0,25	25%
Total	120	1	100%

En la tabla, se muestran los resultados de la encuesta referente a realizar turismo de aventura en Iquitos.

Al explicarles a los encuestados en qué consiste el turismo de aventura, sin enfatizar los inconvenientes que ello implica, la mayoría comento que si estarían interesados. Esto demuestra que hay un gran interés por los turistas en hacer ecoturismo o turismo de aventura.

La gran mayoría de las personas que dijeron que NO haría turismo de aventura, eran turistas nacionales.

- Pregunta cinco:

¿Cuál cree Ud. que son los principales inconvenientes al hacer turismo de aventura en Iquitos?

Del total de 120 encuestados: 72 encuestados no haría turismo de aventura por la ausencia de energía eléctrica; 30 encuestados no haría turismo de aventura por carencia de baños o servicios higiénicos; 12 encuestados no haría turismo de aventura por temor acampar al aire libre en medio de la selva; 6 encuestados no haría turismo de aventura por el temor de obtener picaduras de insectos y/o mordeduras de animales extraños (Tabla 5).

**Tabla 5: resultados de la pregunta 5 de la encuesta**

Opciones	Frecuencia	Frecuencia relativa	Porcentaje
E Ausencia de energía eléctrica	72	0,6	60%
n Carencia de SS.HH	30	0,25	25%
l Temor a campar al aire libre	12	0,1	10%
a Temor a picaduras de insectos	6	0,05	5%
t Extraños y/o mordedura de animales			
a Total	120	1	100%

la, se muestran los resultados de la encuesta referente a los motivos por los cuales no se realiza turismo en Iquitos.

Con estos resultados se da a conocer que la ausencia de energía eléctrica es uno de los principales factores que impiden que el turista opte por hacer turismo de aventura, alegando que uno de los principales inconveniente sería no poder tener sus teléfonos celulares en funcionamiento, estando incomunicados por varios días.

- **Pregunta seis:**

¿Cree Ud. que es necesario llevar consigo su teléfono celular mientras hace turismo de aventura por Iquitos?

Del total de 120 encuestados: 108 encuestados SI cree que es necesario llevar consigo su teléfono celular mientras hace turismo de aventura por Iquitos; 12 encuestados NO cree que es necesario llevar consigo su teléfono celular mientras hace turismo de aventura por Iquitos (Tabla 6).

**Tabla 6: resultados de la pregunta 6 de la encuesta**

Opciones	Frecuencia	Frecuencia relativa	Porcentaje
Si	108	0,9	10%
No	12	0,1	90%
Total	120	1	100%

En la tabla, se muestran los resultados de la encuesta referente a la necesidad de portar un teléfono celular cuando se realiza turismo.

De las personas que contestaron que no, alegan que uno se adentra en la selva para estar en contacto con la naturaleza, y algo muy importante para conseguir ello es el desapego de todo artefacto tecnológico.

- **Pregunta siete:**

De llevar consigo su teléfono celular ¿Cuál cree Ud. que sería la utilidad más importante que le daría a su teléfono celular mientras hace turismo de aventura por Iquitos?

Del total de 120 encuestados: 60 encuestados llevaría su teléfono celular para estar en contacto con sus familiares y amigos mientras hace turismo de aventura; 54 encuestados llevaría su teléfono celular para usarlo como cámara de fotos y video mientras hace turismo de aventura; 3 encuestados llevaría su teléfono celular como GPS mientras hace turismo de aventura y 3 encuestados explicaron otros motivos por los que llevan su teléfono celular (Tabla 7).

**Tabla 7: resultados de la pregunta 7 de la encuesta**

Opciones	Frecuencia	Frecuencia relativa	Porcentaje
GPS	3	0,025	3%
Estar en contacto con los demás	60	0,5	50%
Cámara de fotos y video	54	0,4	45%
Otros	3	0,05	3%
Total	120	1	100%

En la tabla, se muestran los resultados de la encuesta referente utilidad de un teléfono celular cuando se realiza turismo.

Estos resultados indica la importancia para el turista de estar comunicados no solo para estar en contacto con familiares y amigos, sino también en un eventual accidente o emergencia para pedir auxilio de inmediato. Asimismo, las potentes cámaras de los teléfonos actuales, hacen que una importante cantidad de turistas encuestados las use para tomar fotos y filmar momentos de sus experiencias mientras hace turismo de aventura. Debido que adentrarse en la selva por seguridad se hace con un guía que conozca la zona a visitar, es muy poco el uso de GPS, solo lo usan para consultar mapas y trazar

recorridos por precaución. Asimismo otras personas usaron su teléfono celular solo como linterna o como reproductor de audio y video.

- **Pregunta ocho:**

¿Se interesa Ud. en adquirir un dispositivo que carga su teléfono celular mientras camina y hace turismo por la selva?

Del total de 120 encuestados: 108 encuestados SI estaría interesado en adquirir un generador biomecánico para sus teléfonos celulares o dispositivos de bajo consumo; 12 encuestados NO estaría interesado en adquirir un generador biomecánico para sus teléfonos celulares o dispositivos de bajo consumo (Tabla 8).

**Tabla 8: resultados de la pregunta 8 de la encuesta**

Opciones	Frecuencia	Frecuencia relativa	Porcentaje
Si	108	0,9	90%
No	12	0,1	10%
Total	120	1	100%

En la tabla, se muestran los resultados de la encuesta referente a la adquisición de un generador biomecánico para los teléfonos celulares o dispositivos de bajo consumo.

A cada uno de los encuestados se les explicó en qué consiste el dispositivo y cómo se usa.

Con estos resultados se da a conocer la gran demanda y necesidad de portar el dispositivo, por los pocos los elementos que puedan satisfacer esa necesidad hasta el momento.

- Pregunta nueve:

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un dispositivo que permite cargar su teléfono celular mientras camina?

Del total de 120 encuestados: 48 encuestados estarían dispuestos a pagar 100 soles; 42 encuestados estarían dispuestos a pagar 80 soles; 12 encuestados estarían dispuestos a pagar 120 soles; 12 encuestados estarían dispuestos a pagar 40 soles; 6 encuestados estarían dispuestos a pagar 20 soles (Tabla 9).

**Tabla 9: resultados de la pregunta 9 de la encuesta**

Soles	Frecuencia	Frecuencia relativa	Porcentaje
100	48	0,4	40%
80	42	0,35	35%
120	12	0,1	10%
40	12	0,1	10%
20	6	0,05	5%
Total	120	1	100%

En la tabla, se muestran los resultados de la encuesta referente a cuánto dinero estarían dispuesto a pagar los turistas, por el dispositivo.

Estos resultados nos da una idea de cuánto está dispuesto a pagar una persona por el dispositivo que se está ofreciendo, asimismo esto nos da una referencia de cuanto tenemos que gastar en materiales para producir este dispositivo.

**E. Cálculo del promedio que estaría dispuesto a pagar un turista por el generador biomecánico para teléfonos celulares**

$$X = \frac{AX1 + BX2 + CX3 + DX4 + EX5 + \dots}{X1 + X2 + X3 + X4 + X5 \dots}$$

Dónde:

- X: Promedio
- A; B; C; D; E...: Precio o monto (soles) fijado para el dispositivo.
- X1, X2, X3, X4...: Número de personas que escogieron un mismo precio para el dispositivo.

Reemplazando datos de la variable 7:

$$X = \frac{(100)(48) + (80)(42) + (120)(12) + (40)(12) + (20)(6)}{48 + 42 + 12 + 12 + 6}$$

$$X = 85$$

Con el cálculo de la fórmula se obtiene que en promedio un turista estuviera dispuesto a pagar s/.85.00 (ochenta y cinco nuevos soles) por el dispositivo que se está implementando. Esto es de suma importancia porque nos da una idea de cuánto tiene que ser nuestro presupuesto para implementar nuestra tesis y asimismo sea viable su producción en masa. Entonces obtenemos un precio promedio que un turista estaría dispuesto a pagar= S/.85.00 (nuevos soles).

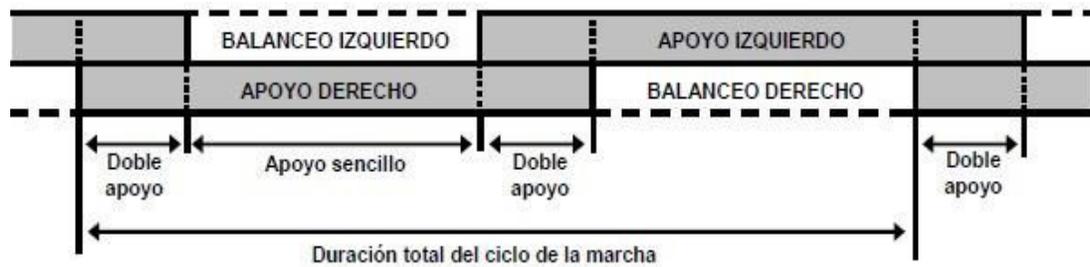
### **3.2. CINEMÁTICA DE LA MARCHA HUMANA Y ARTICULACIÓN MÁS ADECUADA PARA EL DISEÑO DEL GENERADOR BIOMECÁNICO**

En el marco teórico se explicó la anatomía de la pierna humana, es decir, los músculos articulaciones y tendones que la conforman, así como los ciclos que constituyen la marcha humana. Ahora es importante mezclar estos dos conceptos para entender cómo funcionan las articulaciones en cada intervalo de la marcha humana. Esto nos ayudará a comprender más a fondo la cinemática humana del caminar y asimismo escoger la articulación más adecuada en la cual enfocar el diseño de nuestro generador biomecánico que usa la energía cinética del caminar humano.

#### **3.2.1. Ciclos de la marcha humana**

La marcha humana es cuando un pie llega a tener contacto con el suelo y acaba teniendo nuevamente ese mismo pie contacto nuevamente con el suelo, en este tiempo se ha dado un paso completo, asimismo esto se puede dividir en ciclos o intervalos. Podemos decir entonces que la marcha humana se divide en dos principales componentes:

La fase de apoyo y balanceo (Figura 23), en la primera una pierna está en contacto con el suelo dando apoyo al cuerpo; en la fase de balanceo la pierna no contacta con el suelo. Estas dos fases siempre van alternando mientras uno camina.



**Figura 23: principales componentes de la marcha humana (Luna, D. V. 1999)**

Descripción: la figura muestra los ciclos de la marcha humana.

Mientras, uno camina también se puede apreciar un periodo de doble apoyo (Figura 23), esto sucede cuando ambos pies están en contacto con el suelo simultáneamente. La diferencia entre correr y caminar está justamente en que en la segunda no existe periodo de doble apoyo.

Para un mejor entendimiento de la marcha humana, la fase de apoyo y la fase de balanceo se han dividido en grupos de intervalos.

La fase de apoyo está dividida en cinco intervalos:

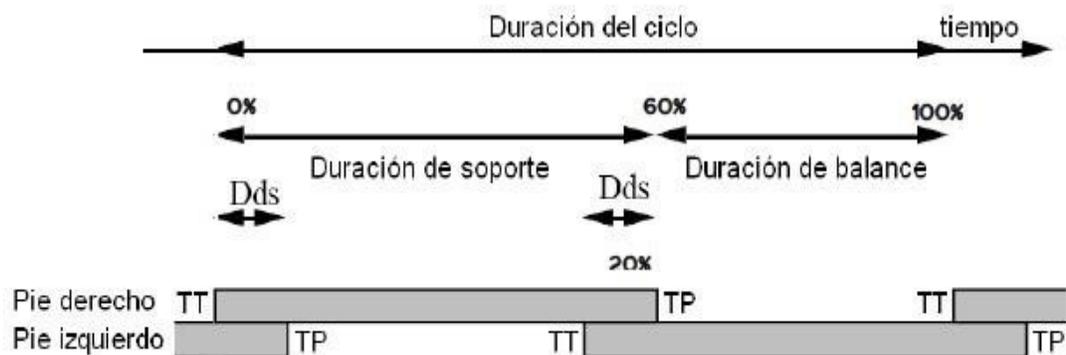
- Contacto con el talón: es el momento en el cual el talón hace contacto con el suelo.
- Apoyo plantar: se da al contacto de la parte anterior del pie con el suelo.
- Apoyó medio: se da cuando el trocánter está alineado de forma vertical con el centro del pie.
- Elevación del talón: se da cuando el talón se eleva del suelo; despegue del pie, se da cuando los dedos se elevan del suelo.
- Despegue del pie: es el momento en el que los dedos se elevan del suelo.

Asimismo, la fase de balanceo, está dividida en tres intervalos:

- Aceleración: en este intervalo se ve la rápida aceleración de la extremidad de la pierna inmediatamente después que los dedos dejan el contacto con el suelo.
- Balanceo medio: la pierna que está en movimiento se pone delante de la pierna de apoyo cuál fuera un péndulo.
- Desaceleración: la pierna desacelera cuando llega al final de este intervalo.

Así como se reconoce los intervalos es importante saber los tiempos que dura cada una de estas fases (Figura 24). Según el instituto de Biomecánica de Valencia (Valencia, España. 1999), a una velocidad de 100 a 115 pasos por minuto, la cantidad de tiempo empleado para cada fase de la marcha humana es de:

- Fase de apoyo: 60% del ciclo.
- Fase de balanceo: 40% del ciclo.
- Fase de doble apoyo: 20% del ciclo.



**Figura 24:** estructura temporal del ciclo de la marcha humana (Luna, D. V. 1999)

Descripción: en la figura, se muestra el porcentaje de cada fase del ciclo de la marcha humana, siendo: Dds.- Doble duración de soporte. TT.- Toque de talón. TP.- Toque de punta. Adaptado de “**Biomecánica de la Marcha Humana Normal y Patológica**”

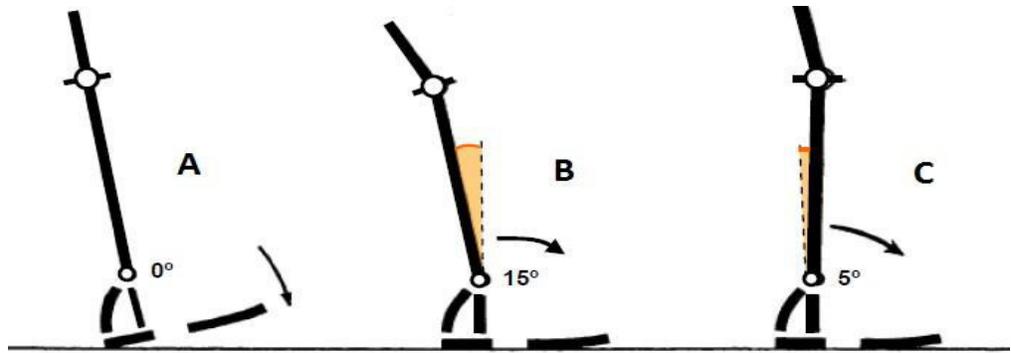
### **3.2.2. Análisis cinemático de las articulaciones de la pierna para cada ciclo de la marcha humana**

En el marco teórico se explicó que la pierna humana cuenta con tres articulaciones principales: cadera, rodilla y tobillo. Pero estas articulaciones tienen características diferentes en cada intervalo de la marcha humana, a continuación se pretende realizar un análisis cinemático de cada articulación de la pierna, evaluado en tres intervalos que realiza una pierna durante el ciclo de la marcha humana, estos intervalos son: contacto del talón con el suelo y el punto de apoyo medio, apoyo medio y despegue del pie del suelo, y etapa de balanceo.

#### **A. Análisis de las articulaciones de la pierna durante el contacto del talón con el suelo y el punto de apoyo medio**

Movimiento de las articulaciones de la pierna durante el contacto de talón con el suelo y el punto de apoyo medio.

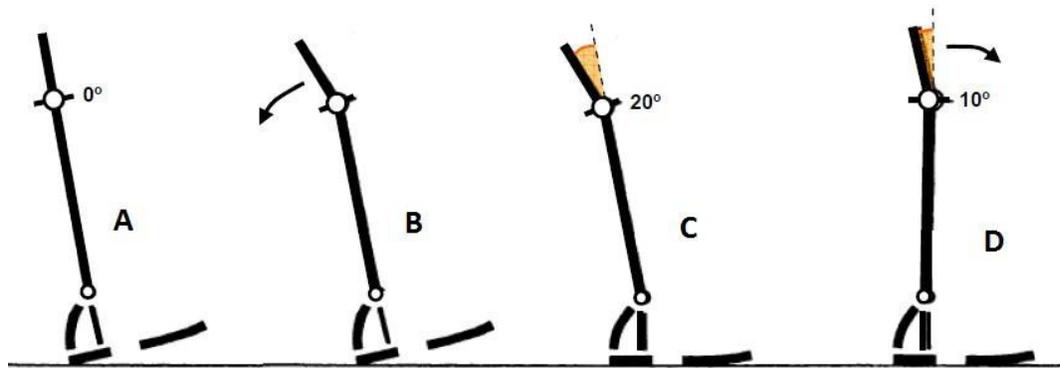
- Tobillo: momento de contacto del talón con el suelo; la articulación del tobillo está en una posición donde el ángulo es  $0^\circ$  (Figura 25, "A"), simultáneamente con el contacto con el talón, la articulación del tobillo empieza a moverse.



**Figura 25: articulación del tobillo durante el contacto del talón con el suelo y el punto de apoyo medio (Luna, D. V. 1999)**

Descripción: momento en que la planta del pie tiene contacto con el suelo (Figura 25, "B"); la articulación del tobillo se mueve 15° a la posición de punto de apoyo medio. Momento del punto de apoyo medio o fase media, la articulación de la rodilla se mueve 5° de dorsiflexión (Figura 25, "C").

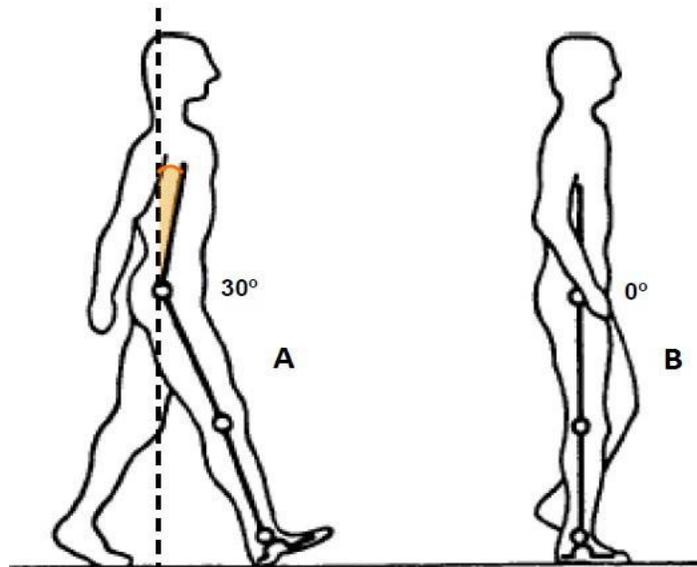
- Rodilla: momento inmediatamente antes del contacto del talón con el suelo, la articulación de la rodilla se encuentra en completa extensión (Figura 26, "A").



**Figura 26: articulación de la rodilla durante el contacto del talón con el suelo y el punto de apoyo medio (Luna, D. V. 1999)**

Descripción: momento de contacto del talón con el suelo, la rodilla empieza a flexionarse, y así continuará hasta que la planta del pie esté totalmente en contacto con el suelo (Figura 26, "B"). Momento cuando se ha alcanzado la posición plana del pie, la rodilla tiene un ángulo de 20° de flexión y luego comienza a extenderse (Figura 26, "C"). Momento del apoyo medio, la rodilla tiene un ángulo de flexión de 10° y aún continúa extendiéndose (Figura 26, "D").

- Cadera: momento cuando se da el contacto del talón con el suelo, la cadera se encuentra a 30° de flexión (Figura 27, "A"). Inmediatamente después del contacto del talón con el suelo, la articulación de la cadera empieza a extenderse, haciendo que el ángulo de flexión disminuya unos 20° hasta el momento donde el pie tiene completo contacto con el suelo.



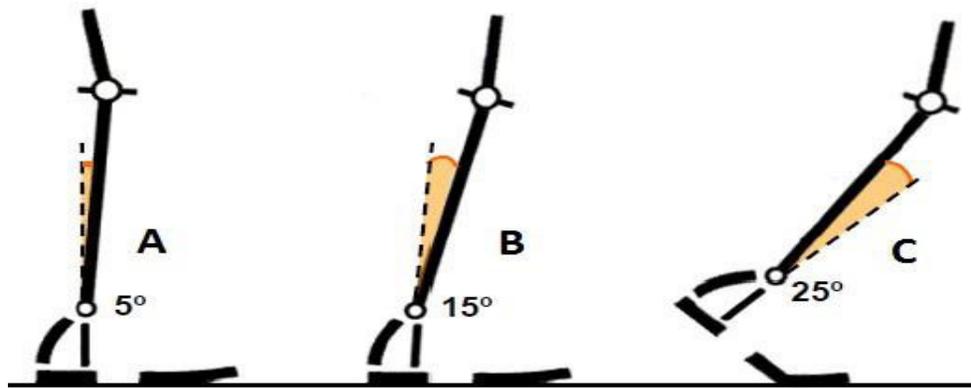
**Figura 27: articulación de la cadera durante el contacto del talón con el suelo y el punto de apoyo medio (Luna, D. V. 1999)**

Descripción: momento en que el pie hace completo contacto con el suelo y oscila hacia el apoyo medio, es ahí cuando la cadera se mueve a su posición neutral donde su ángulo es  $0^\circ$  (Figura 27, "B").

## **B. Análisis de las articulaciones de la pierna durante el punto de apoyo medio y el despegue del pie del suelo.**

Movimiento de las articulaciones de la pierna durante el punto de apoyo medio y el despegue del pie del suelo.

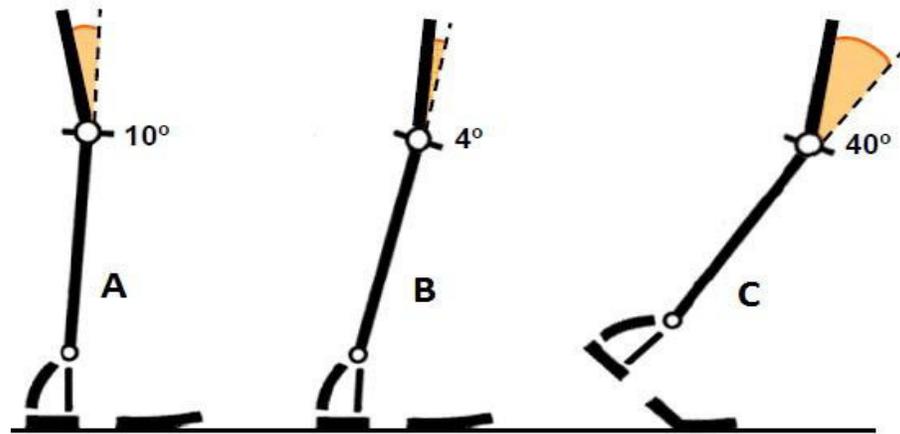
- Tobillo: momento del apoyo medio, la articulación del tobillo pasa a inclinarse hacia delante unos  $5^\circ$  (Figura 28, "A"), o lo que sería una dorsiflexión de  $5^\circ$ . Momento en que el talón despega del suelo, la articulación del tobillo se inclina  $15^\circ$  hacia delante (Figura 28, "B"), o una dorsiflexión de  $15^\circ$ .



**Figura 28:** articulación del tobillo durante el punto de apoyo medio y el despegue del pie del suelo (Luna, D. V. 1999)

Descripción: momento el que el talón está elevado y el pie empieza a despegar, el tobillo se mueve inmediatamente a un ángulo de 35°, para luego al momento de la elevación del pie, tener un ángulo de 25° de flexión (Figura 28, "C").

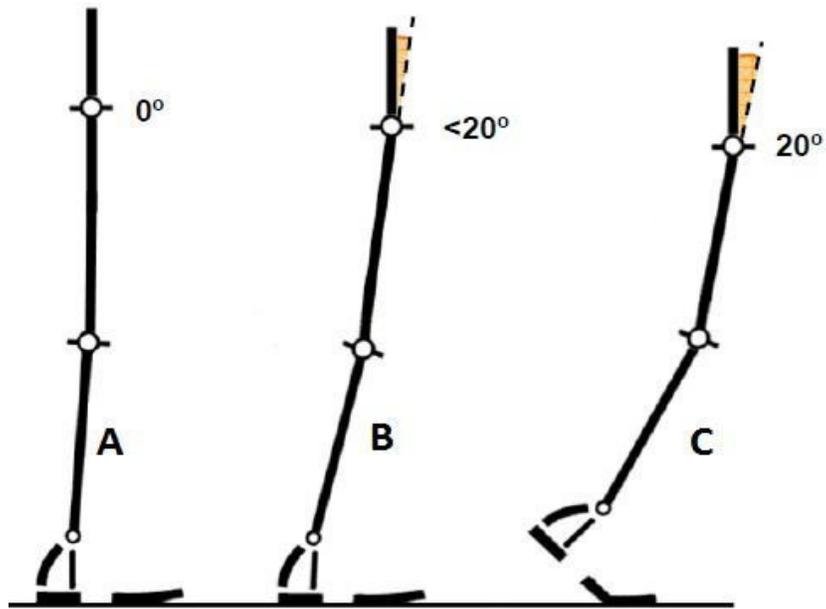
- Rodilla: momento del apoyo medio, la rodilla empieza a extenderse y tiene un ángulo de flexión de 10° (Figura 29, "A").



**Figura 29: articulación de la rodilla durante el punto de apoyo medio y el despegue del pie del suelo (Luna, D. V. 1999)**

Descripción: momento cuando el talón empieza a perder contacto con el suelo la rodilla está a 4° de la extensión completa (Figura 29, "B"). Momento en que el talón está elevado y el pie empieza a despegar, la rodilla se mueve a un ángulo de flexión de 40° (Figura 29, "C").

- Cadera: momento cuando se da el apoyo medio, la articulación de la cadera se encuentra en posición neutra o ángulo de 0° (Figura 30, "A"). En ese momento la cadera empieza a moverse hacia delante.



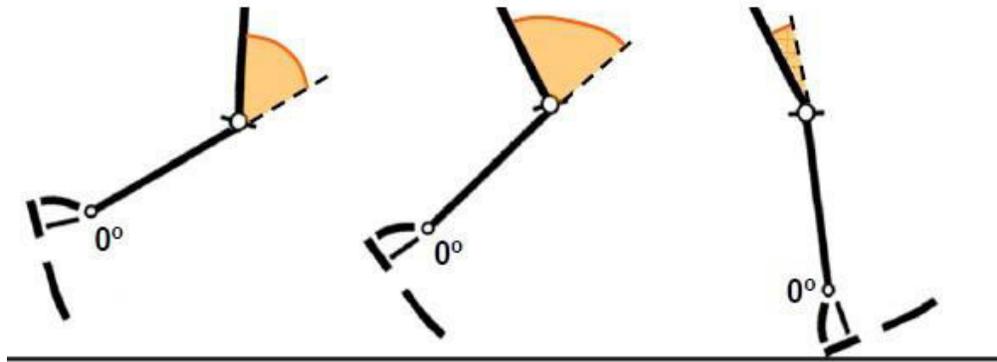
**Figura 30: articulación de la cadera durante el punto de apoyo medio y el despegue del pie del suelo (Luna, D. V. 1999)**

Descripción: momento después de que el talón empieza a despegar del suelo, la cadera alcanza un ángulo de hiperextensión de  $20^\circ$  (Figura 30, "B"). Momento cuando el talón está elevado y el pie empieza a despegar del suelo, la cadera está en dirección de la posición neutral, pero aún mantiene su ángulo de  $20^\circ$  (Figura 30, "C").

### **C. Análisis de las articulaciones de la pierna durante la etapa de balanceo hasta el contacto del talón con el suelo.**

Movimiento de las articulaciones de la pierna durante la etapa de balanceo hasta el contacto del talón con el suelo.

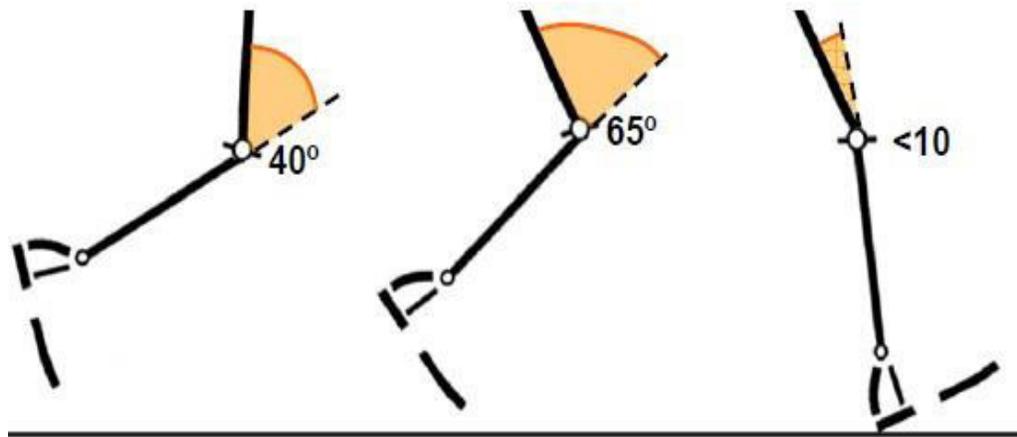
- Tobillo: durante la etapa de balanceo, el pie se mueve de su posición de flexión para elevarse del suelo hasta alcanzar una posición neutra de  $0^\circ$  (Figura 31).



**Figura 31: cinemática del tobillo durante la etapa de balanceo hasta el contacto del talón con el suelo (Luna, D. V. 1999)**

Descripción: durante toda la etapa de balanceo de la pierna, hasta que nuevamente el talón del pie toca el suelo, es ese tiempo la articulación del tobillo mantendrá su ángulo neutro de  $0^\circ$ .

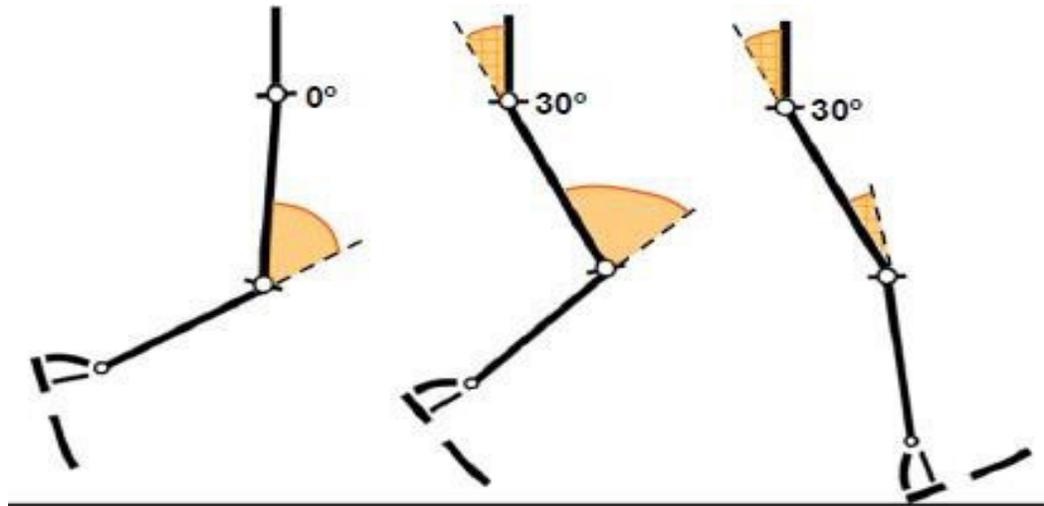
- Rodilla: momento del despegue del pie y la etapa media del balanceo, la rodilla se flexiona de un ángulo de  $40^\circ$  a un ángulo de flexión de  $65^\circ$  (Figura 32).



**Figura 32: cinemática de la rodilla durante la etapa de balanceo hasta el contacto del talón con el suelo (Luna, D. V. 1999)**

Descripción: momento de la etapa media del balanceo y el contacto del talón con el suelo, la rodilla se extiende casi completamente hasta volver a un ángulo de flexión de  $10^\circ$  (Figura 32).

- Cadera: momento del comienzo de la etapa de balanceo, la cadera parte de una posición neutra de  $0^\circ$  (Figura 33), esto cuando el pie despega del suelo.



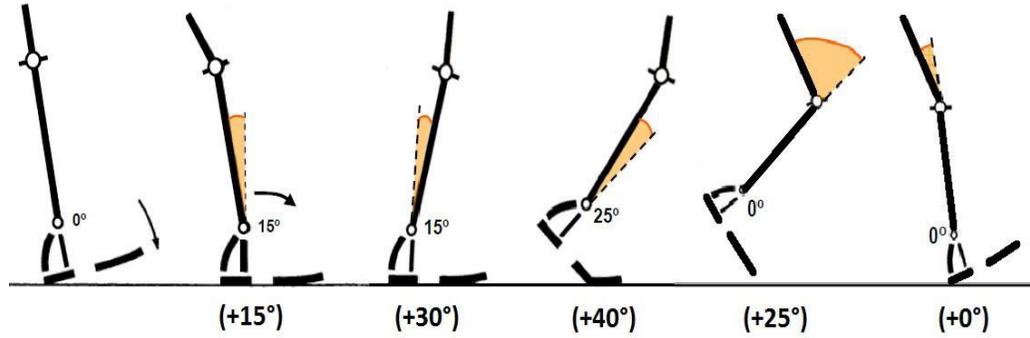
**Figura 33:** cinemática de la cadera durante la etapa de balanceo hasta el contacto del talón con el suelo (Luna, D. V. 1999)

Descripción: durante la etapa media del balanceo se flexiona a un ángulo de  $30^\circ$  (Figura 33), para mantenerse así hasta que el talón haga contacto con el suelo.

### **3.2.3. Resultados del análisis cinemático de las articulaciones de la pierna durante toda la marcha humana**

#### **A. Tobillo**

Durante los tres intervalos de la marcha humana; contacto del talón con el suelo y punto de apoyo medio, punto de apoyo medio y despegue del pie del suelo y durante la etapa de balanceo hasta el contacto del talón con el suelo (Figura 34).

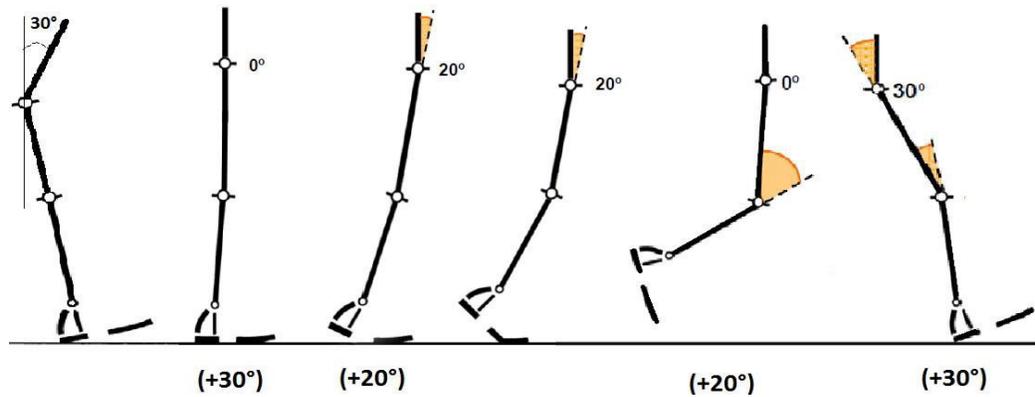


**Figura 34: ángulos de movimiento del tobillo durante toda la marcha humana**  
(Luna, D. V. 1999)

Descripción: la articulación del tobillo hace un ángulo de movimiento total de 110°, sumando los ángulos de las flexiones y dorsiflexiones (Figura 34), es decir entre llevar la el tobillo hacia atrás y hacia adelante.

## B. Cadera

Durante los tres intervalos de la marcha humana; contacto del talón con el suelo y punto de apoyo medio, punto de apoyo medio y despegue del pie del suelo y durante la etapa de balanceo hasta el contacto del talón con el suelo (Figura 35).

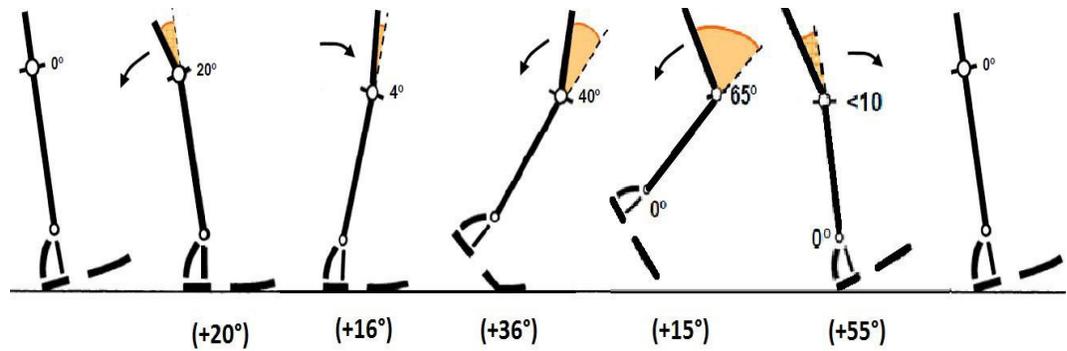


**Figura 35: ángulos de movimiento de la cadera durante toda la marcha humana**  
(Luna, D. V. 1999)

Descripción: la articulación de la cadera hace un ángulo de movimiento total de  $100^\circ$  (Figura 35) sumando los ángulos de las flexiones y dorsiflexiones, es decir entre llevar la el tobillo hacia atrás y hacia adelante.

### C. Rodilla

Durante los tres intervalos de la marcha humana; contacto del talón con el suelo y punto de apoyo medio, punto de apoyo medio y despegue del pie del suelo y durante la etapa de balanceo hasta el contacto del talón con el suelo (Figura 36).



**Figura 36: ángulos de movimiento de la rodilla durante toda la marcha humana**  
(Luna, D. V. 1999)

Descripción: la articulación de la rodilla hace un ángulo de movimiento total de  $152^\circ$  (Figura 36) sumando los ángulos de las flexiones y dorsiflexiones, es decir entre llevar la rodilla hacia atrás y hacia adelante.

Los resultados obtenidos del análisis cinemático de las articulaciones de la pierna nos muestra que la articulación que más ángulo de movimiento presenta, es la articulación de la rodilla con  $152^\circ$ , es por ello que nuestra investigación de un generador para teléfonos celulares usará la energía cinética de esta articulación como fuente primaria.

### 3.2.4. Cinética de la articulación de la rodilla durante las extensiones y flexiones de la pierna humana

La articulación de la rodilla, es una de las más importantes del cuerpo humano, así como se vio en la sección 2.2.5, esta articulación tiene un ángulo total de flexión de unos  $165^\circ$  de los cuales necesita una media de  $70^\circ$  grados de libertad para realizar la función de caminar, asimismo la rodilla soporta momentos y fuerzas elevados ya que está localizado junto a los huesos más duros y extensos del esqueleto humano, hablamos del fémur y la tibia.

Una persona, que hace turismo de aventura, está acostumbrada a caminar por largas horas, y por lo general presenta un entrenamiento físico que se asemeja a las características de un futbolista. Es por ello, que para analizar la cinética que genera una persona que hace turismo de aventura al caminar, usamos como referencia estudios realizados a futbolistas profesionales. Estos estudios han sido hechos por el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte (CEMAFYD) de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEmex).

Las pruebas por el CEMAFyD se realizaron a 272 futbolistas profesionales durante los años del 2007 - 2012. Para cada evaluación se les pidió realizar 5 secuencias de 5 flexiones y 5 extensiones, Las mediciones fueron hechas con el dinamómetro Contrex con una velocidad angular de 120°/seg. Asimismo, antes de cada prueba se les pedía ciertas condiciones como:

- Haber realizado su última ingesta de alimentos 4 horas antes de la evaluación.
- Llevar puesta ropa deportiva.
- No haber hecho actividad física alguna un día antes de la evaluación.
- No presentar alguna lesión física o ni enfermedad sistémica que afecte el desempeño de la evaluación.

Los resultados de las pruebas durante los años del 2007 al 2012, fueron evaluados según el año, siendo para cada año una cantidad diferente de evaluados (Tabla 10).

**Tabla 10: Evaluación Isocinética de la rodilla a 120°/seg en futbolistas profesionales**

	2007(n=39)	2008(n=37)	2009(n=50)	2010(n=41)	2011(n=49)	2012(n=56)
Edad	23,3+5,5	23,1+25,1	20,9+4,5	20,5+-3,7	21,9+-4,6	22,1+4,7
Peso	75,5+6,1	73,1+6,3	71,4+-7,1	73,1+-8,1	73,0+-7,7	72,5+-7,7
Estatura	1,77+-0,5	1,75+0,5	1,75+-0,6	1,76+-0,6	1,76+0,6	1,76+-0,6
IMC	24,7+-1,4	23,6+-1,4	23,1+-1,8	23,3+-1,5	23,3+-1,5	23,1+-1,6
TMED	190,4+-33,7	188,8+-26,6	193,6+-30,7	206,0+-34,8	197,2+32,0	203,8+-35,8
TMFD	140,2+-22,7	138,8+-26,6	139,5+-26,0	151,4+26,5	138,7+27,7	150,6+-27,3
TMEI	187,3+-28,9	179,7+-28,3	186,5+-35,4	205,1+-35,8	199,2+33,7	203,4+-33,9
TMFI	140,6+-19,6	139+-17,7	143,8+-26,6	148,5+-22,8	135,9+27,8	147,3+-26,0

En la tabla, se muestra los años acompañados de la cantidad de futbolistas evaluados durante ese año. Asimismo, en la parte izquierda se muestran distintos indicadores que muestran: Edad medido en años; peso medido en kg; estatura medido en metros; IMC (Índice de Masa Corporal) medido en kg/m; TMED (Torque Máximo de Extensión Derecha) medido en N/m; TMFD (Torque Máximo de Flexión Derecha) medido en N/m; TMEI (Torque Máximo de Extensión Izquierda) medido en N/m; TMFI (Torque Máximo de Flexión Izquierda). Adaptado de "Torque máximo absoluto e índice convencional isocinético de rodilla en futbolistas profesionales del 2007 al 2012", Tlatoa H. 2015.

Analizando los resultados podemos ver que:

- Para la extensión: el torque máximo absoluto para la rodilla derecha  $206.0 \pm 34.8$  N/m y el de la rodilla izquierda de  $205.1 \pm 35.8$  N/m; mientras que los valores mínimos del torque máximo absoluto durante la extensión fue  $188.8 \pm 26.6$  N/m para la rodilla derecha, y para la rodilla izquierda  $179.7 \pm 28.3$  N/m.
- Para la flexión: el torque máximo absoluto para la rodilla derecha durante la flexión es  $151.4 \pm 26.5$  N/m y el máximo para la izquierda es  $148.5 \pm 22.8$  N/m ; mientras que los valores mínimos del máximo torque absoluto durante la flexión para la rodilla derecha es  $138.1 \pm 23.4$  N/m, y para la rodilla izquierda de  $135.9 \pm 27.8$  N/m.

El análisis de estos resultados nos da una idea del momento aplicado a la palanca que haremos en la parte mecánica de nuestro dispositivo, teniendo en consideración que la rodilla durante la extensión no puede aplicar más de 206 N/m, asimismo durante la flexión la rodilla no puede aplicar más de 151 N/m. Estos valores se tomarán en cuenta para que el dispositivo no sea incomodo al momento de caminar, y para buscar el generador más adecuado que cumpla estas condiciones.

### **3.3. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL GENERADOR BIOMECÁNICO PARA TELÉFONOS CELULARES**

#### **3.3.1. Líneas activas de telefonía móvil en Loreto**

Según Osiptel (Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones), a diciembre del 2015 se contaba con 34,235,810 líneas activas en los 4 operadores y en 6 departamentos del Perú se cuenta con más teléfonos celulares que número de habitantes.

La base de líneas activas a nivel nacional se puede observar en el Anexo 1, Allí se puede observar que en Loreto la operadora con más líneas activas es liderada por Telefónica del Perú S.A.A. con 17,841,86 líneas activas, seguido muy de cerca de América Móvil Perú S.A.C. con 12,084,005 líneas activas, mucho atrás está Entel Perú S.A. que tiene 3,078,863 líneas activas, un mal balance con el que cerró este operador el año pasado, cosa que no se vio con Viettel Perú S.A.C. esta empresa viene ganando terreno con 1,231,081 de líneas activas a nivel nacional un balance próspero para una empresa que lleva poco tiempo operando en el Perú.

**Tabla 11: líneas activas de telefonía móvil según operador plan contractual en Loreto**

Departamento	Postpago	Control	Prepago	Total
Loreto	36,58	107,519	308,13	452,229
América Móvil Perú S.A.C.	42	0,35	49,651	65,373
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	12	0,1	4,94	9,119
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Perú S.A.A.)	12	0,1	225,13	346,291
Viettel Perú S.A.C.	6	0,05	28,409	30,816

alizada en los 4 operadores a la fecha de diciembre del 2015. Adaptado de OSIPTEL.

El departamento de Loreto cuenta con el 1.68% del total de las líneas activas en el Perú, esto representa a 452,229 líneas activas (Tabla 13), esto aún sigue siendo una cifra bastante baja en relación al número de habitantes con los que cuenta este departamento. Como se muestra en la

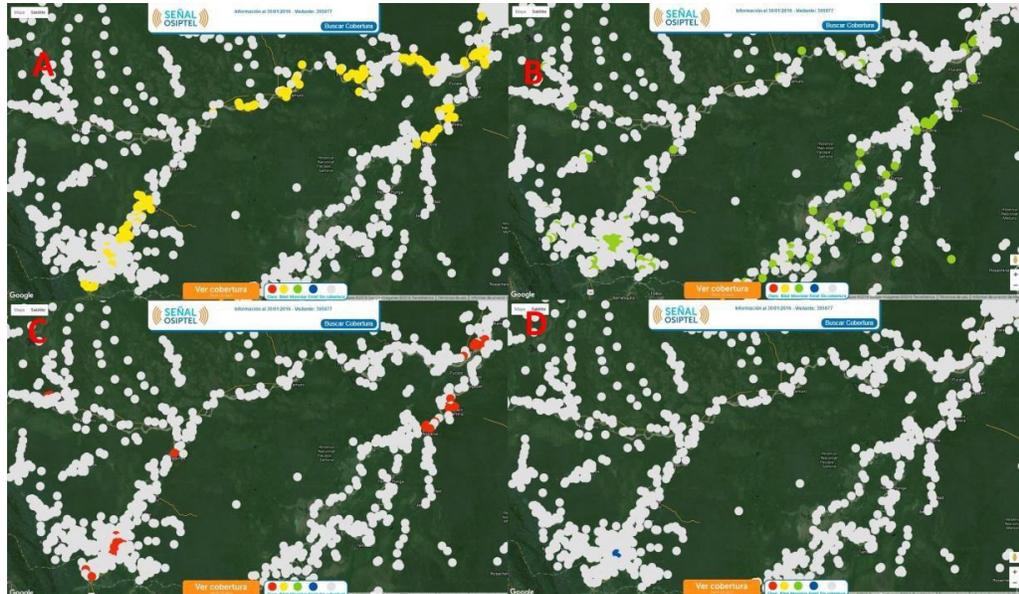
imagen (Tabla 13) más del 75% de las líneas en Loreto son del operador Telefónica del Perú con 346,921 líneas activas entre sus tres tipos de plan contractual. Asimismo, algo que cabe mencionar es la gran aceptación del operador Viettel Perú S.A.C. que a nivel nacional ha evaluado los lugares donde las operadoras ya existentes tenían una señal muy pobre y acogido la demanda de estos lugares, con la instalación de antenas con señal LTE mejorando la calidad en comparación a otras operadoras.

Estos datos nos dan una idea del operador que más personas solicitan en Loreto, y también poder analizar la cobertura de dichos operadores en lugares donde se hace turismo de aventura.

### **3.3.2. Cobertura de telefonía móvil para las personas que hacen turismo de aventura en el Pacaya Samiria**

Como se mostró en la Sección 3.1.3, el paquete turístico donde se practica con más frecuencia el turismo de aventura es en el de Pacaya Samiria (Figura 37), es por ello que nos enfocamos en la cobertura de los distintos operadores en la Reserva de Pacaya Samiria. La base de la cobertura en Loreto de los distintos operadores así como el tipo de estación base con la que operan se encuentra en el Anexo 2.





**Figura 38: mapa satelital de las antenas de telefonía móvil alrededor de la reserva Natural de Pacaya Samiria (OSIPTEL)**

Descripción: en la figura, se muestra 4 imágenes, todas de la reserva Nacional del Pacaya Samiria, donde se ve la ausencia de antenas dentro de la misma, asimismo a sus alrededores si podemos visualizar estaciones base de los operadores: A) estaciones base del operador Viettel Perú S.A.C.; B) estaciones base del operador Telefónica del Perú S.A.; C) estación base del operador América Móvil Perú S.A.; D) estaciones base del operador Entel Perú S.A. En las 4 imágenes los puntos blancos representan ubicaciones donde no hay presencia de dicho operador. Adaptado de OSIPTEL, 2016.

La reserva Natural de Pacaya Samiria, comprende parte cuatro provincias con los siguientes distritos:

- Loreto: Nauta, Parinari, Uraniras.
- Alto Amazonas: Lagunas, Santa Cruz, Yurimaguas, Teniente Cesar López Rojas.

- Ucayali: Saracuya.
- Requena: Maquia, Emilio San Martin, Piunahua, Requena, Jenaro Herrera, Saquena.

#### **A. Cobertura de telefonía móvil en la parte de Loreto que está dentro del Pacaya Samiria**

- Operador América Móvil Perú S.A.C.: alrededor del Pacaya Samiria cuenta con 12 estaciones base, de las cuales 11 están en el distrito de Yurimaguas, las cuales son de 2G y 2.5G, y solo 1 estación base 2G en el distrito de Lagunas.
- Operador Telefónica del Perú S.A.A.: alrededor del Pacaya Samiria cuenta con 26 estaciones base, de las cuales 16 están en el distrito de Yurimaguas, las cuales son de 2G y 2.5G, 3 estación base 2G en el distrito de Santa Cruz, 6 estaciones base en el distrito de Teniente Cesar López Rojas y 1 estación base 2.5G en Lagunas.
- Operador Viettel Perú S.A.C.: alrededor del Pacaya Samiria cuenta con 37 estaciones base, de las cuales 20 están en el distrito de Yurimaguas, y solo 17 estaciones base en el distrito de Santa Cruz. Asimismo cabe mencionar que todas las estaciones base de este operador son 3G y 3.5G.
- Operador Entel Perú S.A.: alrededor del Pacaya Samiria cuenta con 2 estaciones base las cuales se encuentran en el distrito de Yurimaguas y son de cobertura de 2G, 2.5G, 3G y 3.5G.

## **B. Cobertura de telefonía móvil en la parte de Ucayali que está dentro del Pacaya Samiria**

- Operador América Móvil Perú S.A.C.: alrededor del Pacaya Samiria en el distrito de Sarayacu, no se ha encontrado ninguna estación base de este operador.
- Operador Telefónica del Perú S.A.A.: alrededor del Pacaya Samiria en el distrito de Sarayacu cuentan con 14 estaciones base de las cuales; 8 son de señal 2.5G y 6 estaciones base sólo son 2G, todos ubicados en Sarayacu.
- Operador Viettel Perú S.A.C.: alrededor del Pacaya Samiria en el distrito de Sarayacu, no se ha encontrado ninguna estación base de este operador.
- Operador Entel Perú S.A.: alrededor del Pacaya Samiria en el distrito de Sarayacu, no se ha encontrado ninguna estación base de este operador.

## **C. Cobertura de telefonía móvil en la parte de Alto Amazonas que está dentro del Pacaya Samiria**

- Operador América Móvil Perú S.A.C.: alrededor del Pacaya Samiria cuenta con 12 estaciones base, de las cuales 11 están en el distrito de Yurimaguas, las cuales son de 2G y 2.5G, y solo 1 estación base 2G en el distrito de Lagunas.
- Operador Telefónica del Perú S.A.A.: alrededor del Pacaya Samiria cuenta con 26 estaciones base, de las cuales 16 están en el distrito de Yurimaguas, las cuales son de 2G y 2.5G, 3 estación base 2G en el distrito de Santa Cruz, 6 estaciones base en el distrito de Teniente Cesar López Rojas y 1 estación base 2.5G en Lagunas.

- Operador Viettel Perú S.A.C.: alrededor del Pacaya Samiria cuenta con 37 estaciones base, de las cuales 20 están en el distrito de Yurimaguas, y solo 17 estaciones base en el distrito de Santa Cruz. Asimismo cabe mencionar que todas las estaciones base de este operador son 3G y 3.5G.
- Operador Entel Perú S.A.: alrededor del Pacaya Samiria cuenta con 2 estaciones base las cuales se encuentran en el distrito de Yurimaguas y son de cobertura de 2G, 2.5G, 3G y 3.5G.

#### **D. Cobertura de telefonía móvil en la parte de Requena que está dentro del Pacaya Samiria**

- Operador América Móvil Perú S.A.C.: alrededor del Pacaya Samiria cuenta con 7 estaciones base, de las cuales 4 están en el distrito de Requena, y 3 en el distrito de Jenaro Herrera, cabe mencionar que todas son 2G.
- Operador Telefónica del Perú S.A.A.: alrededor del Pacaya Samiria cuenta con 23 estaciones base, de las cuales 8 están en el distrito de Requena, 3 en el distrito de Puinahua, 6 en el distrito de Maquia, 5 en el distrito de Emilio San Martín y 1 en el distrito de Jenaro Herrera, cabe mencionar que ninguna es superior a 2.5G.
- Operador Viettel Perú S.A.C.: alrededor del Pacaya Samiria cuenta con 18 estaciones base, de las cuales 8 están en el distrito de Requena, 7 en el distrito de Jenaro Herrera y 1 en el distrito de Saquena. Asimismo cabe mencionar que todas las estaciones base de este operador son 3G y 3.5G.

- Operador Entel Perú S.A.: alrededor del Pacaya Samiria en la provincia de Requena no se ha encontrado ninguna estación base de este operador.

### **3.3.3. Baterías eléctricas o acumuladores eléctricos**

Las baterías eléctricas no son más que unas celdas electroquímicas que convierten la energía química que almacenan el electricidad, cada celda está conformada por un ánodo (electrodo positivo) y un cátodo (electrodo negativo) y electrolitos, estos permiten que los iones se muevan entre los electrodos, generando que la corriente fluya por la batería, consiguiendo así que esta cumpla su función.

#### **A. Clasificación de las baterías**

- Baterías de celdas primarias: son aquellas que transforman la energía química en eléctrica de manera irreversible, cuando se agota su carga, está ya no puede volver a su estado inicial. Esto se ve en las pilas comunes que no son recargables.
- Baterías de celdas secundarias: son aquellas que transforman la energía química en eléctrica de manera reversible y pueden volver a su estado inicial después de un tiempo de suministrarle energía eléctrica. Esto se ve en las baterías de ácido-plomo que se usa en los vehículos, y las baterías de hidruro metálico o las de iones de litio (Li-ion), que se usan en dispositivos electrónicos.

#### **B. Tipos de baterías**

- Baterías de plomo-ácido: está constituido por dos electrodos de plomo, incrustado en una matriz de plomo metálico y cuenta con una disolución de ácido sulfúrico que actúa como electrolito. Entre sus ventajas está que son de fácil fabricación y de bajo costo, pero presenta varias desventajas son altamente contaminantes, no admiten sobrecargas y descarga bruscas y tiene un peso bastante excesivo en relación a su capacidad.
- Baterías de Níquel Hierro (Ni-Fe): es una batería recargable que está constituida por un cátodo de óxido de níquel- hidróxido y un ánodo de hierro, con un electrolito de óxido de potasio. Entre las ventajas que tiene es que son de bajo costo de fácil fabricación, no es contaminante y admite sobrecargas, la principal desventaja es que posee una eficiencia de solo el 65% de su capacidad.
- Batería de Níquel-Cadmio (Ni-Cd): son baterías recargables, por lo general de uso doméstico e industrial. Está conformado por un cátodo de hidróxido de níquel y un ánodo compuesto de cadmio, con un electrolito de óxido de potasio. Entre las ventajas está que soportan un gran rango de temperaturas, admite sobrecargas, se puede seguir cargando cuando ya no admite más carga, claro que esa no se almacena, la principal desventaja es que tienen una densidad muy baja de energía de tan solo 50 Wh/Kg, lo que hace que tenga poca capacidad asimismo su efecto memoria es elevado, esto hace que en cada recarga se limite el voltaje o la capacidad del acumulador.
- Baterías de Níquel-Hidruro Metálico (Ni-MH): estas baterías están conformadas por un ánodo de hidróxido de níquel y un cátodo de hidruro metálico que es una aleación. Estas baterías proporcionan unos 1.2V y un amperaje de que va desde 0.5A hasta 2.8A. Estas baterías tienen la ventaja de que se ven menos afectadas por el efecto memoria, pero en un clima de frío extremo reducen considerablemente su capacidad.

- Batería de iones de Litio (Li-ion): están conformadas por un ánodo de grafito y un cátodo que puede ser óxido de cobalto, trifilina u óxido de manganeso. Estas baterías tienen la ventaja de tener una alta densidad de capacidad, llevan por lo general acoplada una circuitería que la protegen en caso de descargas y permiten conocer el estado de la batería y cuanto de carga aún le queda, tienen un efecto de memoria casi nulo, pueden ser cargadas sin reducción de su vida útil, pero presentan la desventaja de no soportar cambio de temperatura muy bruscos y sufren mucho cuando hay una descarga total de la batería.
- Batería de polímeros de Litio (LiPo): toman como base las baterías de Li-ion, pero con algunas variaciones que permiten mayor densidad de energía, así como una tasa de descarga superior. Estas baterías presentan la ventaja de tener un tamaño más reducido, con respecto a las baterías antecesoras, y tiene un voltaje nominal de 3.7V, este voltaje que le aplica a la batería no debe ser menor de 3V, ya que de lo contrario dañaría a esta.

**Tabla 12: características de las baterías según tipo de composición**

Tipo	Energía/ peso	Tensión por elemento (v)	Duración (Número de recargas)	Tiempo de carga	Auto- descarga por mes (% del total)
Plomo	30-40 Wh/Kg	2V	1000	8-16h	5%
Ni-fe	30-55 wh/kg	1,2v	Más de 10000	4-8h	10%
Ni-cd	48-80 wh/kg	1,25v	500	10-14h	30%
Ni-mh	60-120 wh/kg	1,25v	1000	2-4h	20%
Li-ion	110-160 Wh/Kg	3,16V	4000	2-4h	25%

Li-po	100-130 wh/kg	3,7v	5000	1-1,5h	10%
-------	------------------	------	------	--------	-----

Se tiene en cuenta las características de cada tipo de batería para una mejor comprensión se agrupa ello en una tabla (Tabla 12).

Al tener presente que tipo y características de baterías existen en el mercado, se puede hacer un análisis a las baterías que actualmente se usan en los teléfonos celulares.

### **3.3.4. Análisis de las baterías de teléfonos celulares**

Actualmente, se cuenta con una variada gama de teléfonos celulares que presentan diferentes necesidades de energía, para la resolver este punto se realizó una investigación sobre las marcas más vendidas de teléfonos celulares, y partiendo de ello se realizó un análisis a las baterías de algunos modelos de celulares de estas marcas, las cuales serán: Huawei, Samsung y Sony, ello se puede apreciar en el anexo 3. Para realizar esta tabla se evalúa características como: Tipo de batería, voltaje continuo de batería, Voltaje de carga, amperaje de carga, amperaje de batería y en algunos casos el consumo durante las llamadas.

#### **A. Voltaje de carga de las baterías de teléfonos celulares**

Como se mencionó, solo se realizó el análisis a las baterías de teléfonos celulares de algunas marcas. Cabe mencionar que las características no cambian mucho entre otras marcas que no se analizaron.

- Samsung: el voltaje de carga varía entre 4.7V a 5V para cargar la batería de los teléfonos celulares de esta marca.
- Huawei: el voltaje de carga varía entre 5V a 6V para cargar las baterías de los teléfonos celulares de esta marca.
- Sony: el voltaje varía entre 4.9V a 5V para cargar las baterías de los teléfonos celulares de esta marca.

Con estos resultados se obtiene que para cargar realizar nuestro generador biomecánico que cargue celulares, este debe proporcionar un voltaje promedio de 5V para que sea compatible con las diferentes marcas y no dañe los equipos.

## **B. Amperaje de carga de las baterías de teléfonos celulares**

En el caso del amperaje si se le brinda uno muy alto a una batería este podría alterar su composición química interna, haciendo que ya no retenga carga o de plano ya no funcione. Caso contrario si se le brinda una amperaje menor, esto no lleva a tantas consecuencias como el caso anterior, pero si afecta en el tiempo de carga de la batería. Por ejemplo: si se le suministra un amperaje de 250 mA a una batería que requiere para su carga 500 mA y demora 3 horas en cargar, está ahora con el amperaje que se le está suministrando tendrá que demorar 6 horas en cargar, esto a la larga si se realiza repetida veces puede afectar el circuito Integrado de carga, ya que estará en funcionamiento más horas de lo normal, lo mismo ocurre cuando dejamos cargando nuestro teléfono celular mientras dormimos y este ya cargo por completo.

Para este análisis los rangos de amperaje se encontraron en la marca Huawei, la cual presento un mínimo de amperaje de 300mA para algunos modelos como son los siguientes: T158, T161, T201, T208, G1101 y G1157. Y presenta un máximo de amperaje de 1A para algunos modelos como son: G510, G526, U8860, U9200 y P6.

Siendo el caso que estemos haciendo turismo de aventura no es fácil encontrar una alternativa de cargar nuestro teléfono celular, y sabiendo que esto no se hará repetidas veces, podemos usar un amperaje menor al que necesita la batería de nuestro teléfono celular. Asimismo la sensibilidad de carga de las baterías es de un 10% del amperaje total de carga, es decir, para cargar una batería de 300 mA se podría conseguir ello suministrando un amperaje de 30 mA Así podemos concluir que para poder cargar un teléfono celular por lo menos necesitamos que nuestro generador biomecánico brinde un amperaje igual mayor a 30 mA.

### **3.4. DISEÑO DE LA PARTE MECÁNICA Y ELECTRÓNICA DEL GENERADOR BIOMECÁNICO**

#### **3.4.1. Pruebas y elección del generador**

El generador es la parte principal del dispositivo, es quien transformara la energía mecánica en energía eléctrica. La eficiencia de este hará que nuestro dispositivo tenga un desempeño más óptimo. Es por ello, que se probaron distintos tipos de generadores como: motores DC, servomotores y motores paso a paso, siendo este último el más apropiado debido a su peso, torque y eficiencia.

Modelo	Voltaje máximo de prueba	Corriente máxima de prueba
55SPM25D5	27,6V	300mA
23KM-K249B	33V	60mA
STP-57D100	40V	400mA
23LM-C361	45V	220mA

El motor paso a paso, cuando se le aplica un voltaje y corriente específico tiene

la función de girar ángulos exactos que van de los 1.8° a los 90°, es decir de 200 o 4 pasos respectivamente, esto depende del tipo y modelo del motor paso a paso. Pero también se puede usar como generador eléctrico si se logra dar un giro constante al piñón del motor paso a paso, este nos dará un voltaje y amperaje.

**Tabla 13: Características de los motores paso a paso de prueba**

Para elegir un motor paso a paso adecuado se realizaron pruebas a diferentes modelos con las características diferentes (tabla 13), enfocándonos en un comienzo en el peso y el tamaño que es importante para que el dispositivo no sea incomodo al caminar.

**Tabla 14: resultados de las pruebas a los motores paso a paso a 2600RPM**

Modelo	Número de hilos	Corriente de fase	Resistencia de fase	Ángulo de paso	Peso	Longitud
55spm25d5	4	1 <sup>a</sup>	6,5 ohmios	7,5°	240g	26,1mm
23km-k249b	6	1,4 <sup>a</sup>	2,4 ohmios	1,8°	470g	42mm
Stp-57d100	6	1,3 <sup>a</sup>	3 ohmios	1,8°	420g	38,5mm
23lm-c361	8	1 <sup>a</sup>	5 ohmios	1,8°	540g	49,5mm

Descripción: para las pruebas se usó un taladro graduado a unos 2600RPM (Figura 39), el cual se ajustó en el piñón del motor paso a paso, este nos dará el máximo voltaje que entrega cada motor paso a paso.



**Figura 39: prueba con taladro graduado a unos 26000RPM para hacer pruebas con el motor paso a paso. (Elaboración propia)**

Para recolectar los datos se usó un multímetro y una pinza amperimétrica digital que midan en la escala de mA ya que en esta escala están los valores que nos arroja el motor paso a paso.

Para los fines que buscamos medimos el voltaje y amperaje de salida en una bobina (tabla 14), se escogió solo usar una bobina ya que la diferencia de salida no varía en usar dos o más, según la tabla mostrada se eligió trabajar con el motor paso a paso modelo 23LM-C361 puesto que nos brinda un mayor voltaje a su salida.

Al obtener los resultados se obtuvo un problema en la medición de la corriente, los valores distaban mucho de una medición a otra, y el error está en que pinza amperimétrica mide corrientes en AC pero a 60Hz, y lo que se obtiene al rotar el piñón del motor paso a paso a 2600RPM es 43.3Hz, como se muestra en la fórmula de la frecuencia.

$$f = \frac{n}{T} \dots (I)$$

Dónde:

- n: número de eventos o sucesos (adimensional) T= tiempo (segundos)
- f: frecuencia (Hertz)

Reemplazando en (I):

$$f = \frac{2600rev}{60s} = 43.3Hz$$

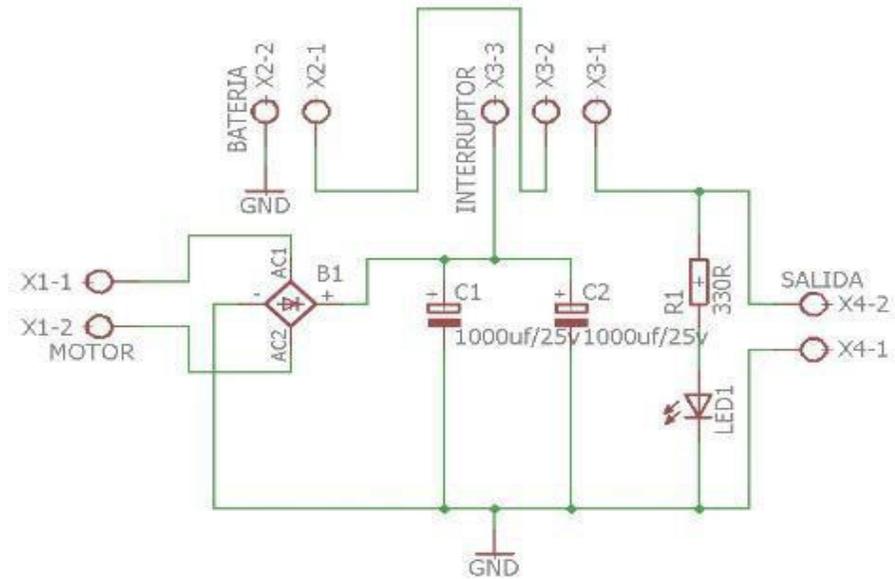
Para tener un resultado más exacto sería conveniente medir los motores paso a paso a 3600RPM lo que nos daría una frecuencia de 60Hz, frecuencia idónea para medirla con una pinza amperimétrica o en todo caso medir nuestra corriente a 43.3Hz en un osciloscopio, pero esto solo sería para fines prácticos ya que el ángulo de giro brindado por el juego de engranajes cuando una persona camine será mucho menor a 3600RPM, asimismo al exceder las 2000RPM el voltaje variaba muy poco su valor en

todos los modelos de motores paso a paso, por lo que llevarlo a 3600RPM no cambiaría en mucho los resultados obtenidos en el voltaje, solo cambiaría el amperaje, pero como mencionamos este sería solo un valor referencial, ya que el valor que realmente es importante es el que se brindará al celular, por lo que se necesitará analizar el amperaje que está a la salida del circuito.

### **3.4.2. Diseño de la parte electrónica del generador biomecánico**

La parte electrónica estará compuesta por diferentes etapas: rectificación, filtración, regulación, almacenamiento y puerto USB. En cada etapa se busca la menor cantidad de componentes, para no generar muchas pérdidas y hacer más económica la implementación.

Para entender mejor estas etapas se realizó una simulación del diagrama del circuito (figura 40), así definir los componentes que se usará en la parte electrónica del dispositivo.



**Figura 40: diseño electrónico del generador biométrico (Elaboración propia)**

Descripción: en el diagrama se muestra el diseño del circuito para la implementación del generador biométrico.

### A. Rectificación

Esta etapa está compuesta por un “puente de diodos” que consta de 4 diodos 1N4007 para pruebas en protoboard o también puede ser reemplazado por un puente de diodos integrado que trabaje a 2 A, con ello obtendremos voltajes solo positivos, ya que al flexionar el motor paso a paso en ambos sentidos generamos una onda sinusoidal de voltaje.

### B. Filtración

Esta etapa está compuesta por 2 capacitores de 2200uF a 25V, estos permiten almacenar carga cuando se les aplica una corriente en sus terminales, asimismo esta carga se puede usar cuando se deja de aplicar una corriente, lo que hace que el rizo de voltaje sea casi cero, es decir, un voltaje casi continuo.

### **C. Regulación**

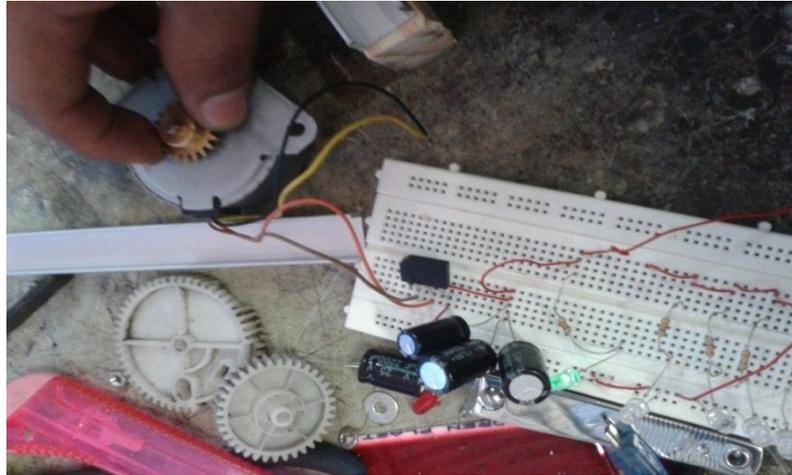
Debido a que cuando caminamos no lo hacemos siempre al mismo ritmo, más allá de la rectificación y el filtrado no se va tener siempre el mismo voltaje que deseamos. Asimismo nuestros teléfonos celulares funcionan con un voltaje determinado, el cual si se excede podría dañar algunos componentes internos, es por ello que en esta etapa se usa un diodo Zener de 5V, un componente barato y muy exacto que nos ayudará para que el voltaje de salida no exceda los 5V.

### **D. Almacenamiento**

La etapa de almacenamiento está regida por un switch el cual si lo activamos cargara una batería de Li-ion de 3.7V a 2.6 A, esta será accionada cuando estemos caminando y no tengamos que cargar directamente nuestro celular.

### **E. Puerto USB**

Esta etapa es la última de nuestro dispositivo aquí estará un puerto USB 2.0 tipo hembra, el cual solo tendrá conectado los 2 pines de carga, dejando sin uno los pines de datos los cuales no son necesarios, este recibirá carga de la batería o directamente de la etapa de regulación del circuito.



**Figura 41: pruebas en protoboard para la elección de componentes (Elaboración propia)**

Descripción: en teoría el circuito debe resistir el voltaje y amperaje que va generar nuestro motor paso a paso, pero para estar seguros se realizará pruebas en un protoboard con los componentes mencionados en cada etapa (Figura 41).

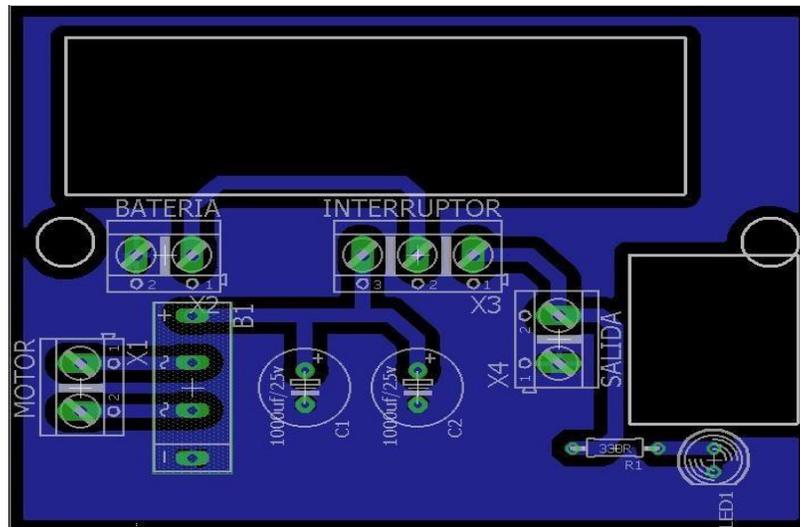
Para las pruebas del circuito se volvió al mismo método de prueba que al motor paso a paso, es decir, se usó un taladro el cual graduamos a 2600RPM, pero esta vez la medición se enfocó a la salida del circuito, el cual nos brindó un voltaje y amperaje en DC (tabla 15), y como bien se sabe la corriente en DC no varía en el tiempo, es decir no tiene

frecuencia, es por ello que no hubo problemas al medirla con la pinza amperimétrica.

**Tabla 15: resultados de las pruebas a los motores paso a paso a la salida del circuito a 2600RPM.**

Modelo	Voltaje máximo de prueba	Corriente máxima de prueba
55SPM25D5	4,6V	350mA
23KM-K249B	4,8V	700mA
STP-57D100	4,6V	700mA
23LM-C361	4,6V	800mA

Como se muestra en la tabla se reafirma la elección del motor paso a paso 23LM-C361 debido a su eficiencia.



**Figura 42: simulación del PCB en EAGLE para la parte electrónica del generador biomecánico. (Elaboración propia)**

Descripción: luego que se eligen los componentes, se procede a simular el circuito en el software EAGLE, para editar el diagrama electrónico (Figura 42), y posteriormente editar el PCB (*Printed Circuit Board*) en el cual colocaremos nuestros componentes.

Una vez impresa la placa, se construye el circuito, del diagrama simulado, en este caso particular la batería no está soldada a la placa, por lo que ira sujeta por dos cintillas plásticas, que previa perforación a la placa, la mantendrá estable (Figura 43).



**Figura 43: implementación de la parte electrónica del generador biomecánico.  
(Elaboración propia)**

Descripción: la figura muestra la implementación del circuito del generador biomecánico.

### 3.4.3. Diseño de la parte mecánica del generador biomecánico

La parte mecánica está compuesta por un juego de engranajes estará accionado por una varilla de aluminio de unos 20cm el cual recogerá la fuerza de la flexión que una persona genera al caminar, esta tendrá un ángulo de giro de unos 60 ° por cada flexión.

Para entender mejor el juego de engranajes se realizó simulaciones en el software ALGODOO versión 5.28, en el cual se desarrolló pruebas con ruedas de diferentes tamaños y número de dientes.



**Figura 44: simulación de la parte mecánica en el software ALGODOO versión 5.28  
(Elaboración propia)**

Descripción: la figura muestra la simulación mecánica de los engranajes.

Con la simulación se calculó la cantidad de 4 ruedas, 2 Con ello, el juego de engranajes funciona eficientemente y al mismo tiempo no sea incómodo para quien lo use, ya que hay que tener en cuenta que la rueda 4 donde se hará la palanca debe tener un ángulo de libertad mayor a 70°, como se menciona en la sección 2.2.5, 70° es el ángulo máximo de flexión cuando una persona camina a paso medio. Teniendo en cuenta un paso en el cual se da un ángulo total de movimiento de 152° a la rueda 4 se obtuvo 4.88 revoluciones por paso en la rueda 2 que es la del motor paso a paso.

Para mayo comprensión del sistema de juego de engranajes, se usa algunas fórmulas con los valores obtenidos, y así corroborar los datos obtenidos en la simulación.

#### **A. Relación diámetro y número de dientes**

No todas las ruedas dentadas pueden engranar entre sí, ya que los dientes no siempre son del mismo tamaño. Para ello debemos hallar la relación entre el diámetro de la rueda y el número de dientes que esta tiene, y compararlo con otro de diferente diámetro o número de dientes para saber si son compatibles, es decir si ambos engranan. Entonces usaremos la siguiente formula:

$$\frac{d1}{Z1} = \frac{d2}{Z2} \dots (1)$$

Dónde:

- d1: diámetro de rueda 1 (mm)
- d2: diámetro de rueda 2 (mm)

- Z1: número de dientes de rueda 1 (adimensional)
- Z2: número de dientes de rueda 2 (adimensional)

Para el juego de engranajes se usa dos tipos de ruedas plásticas (figura 45), de las cuales se tiene el diámetro y número de dientes, pero para fines de demostración se usa la fórmula para hallar el diámetro de la rueda mayor.

Para la rueda 2:

- d2: diámetro de la rueda 2 = 15mm
- z2: número de dientes de la rueda 2 = 20 dientes (adimensional)
- Para la rueda 1:
- d1: diámetro de la rueda 1 = x
- z1: número de dientes de la rueda 1 = 68 dientes (adimensional)

Usando la formula (I), tenemos:

$$\frac{d1}{68} = \frac{15mm}{20} \Rightarrow d1 = \frac{(15mm)(68)}{20} = 51mm$$

Por lo tanto nuestra rueda 1, tendrá que tener un diámetro de 51mm para que engrane con los dientes de la rueda 2, valor que se verifica en la simulación.



**Figura 45:** engranajes usados en la parte mecánica del generador biomecánico  
(Elaboración propia)

Descripción: muestra los tamaños de los engranajes.

## **B. Relación número de dientes y número de revoluciones**

Cuando las ruedas son de diferente número de dientes, estas giran a distintas revoluciones. Para saber ello debemos hallar la relación entre el número de dientes y el número de revoluciones y compararlo con otra rueda que engranen pero que sea de diferente número de dientes, así saber si las revoluciones que obtenemos nos conviene para los fines que buscamos. Entonces para ello usaremos la siguiente fórmula:

$$Z_4 n_4 = Z_3 n_3 \dots (II)$$

Dónde:

- $Z_4$ : número de dientes de la rueda 4 (adimensional)

- Z3: número de dientes de la rueda 3 (adimensional)
- n4: número de revoluciones de la rueda 4 (adimensional)
- n3: número de revoluciones de la rueda 3 (adimensional)

Para el juego de engranajes, se usa el dato de la sección 3.2.3 que indica la articulación de la rodilla que tiene un ángulo total de movimiento de 152° el cual se aplicará a la rueda 4. Entonces para hallar las revoluciones por paso en la rueda 4, haremos una regla de tres simple:

$$\frac{1}{360^\circ} = \frac{n4}{152^\circ} \Rightarrow n4 = 0.42 \dots (III)$$

Entonces durante el tiempo que demora un paso los 152° de ángulo de movimiento generan en la rueda 4 unas 0.42 revoluciones por paso. Ahora hallaremos las revoluciones de la rueda 3, para ello usaremos la formula (II)

$$Z4n4 = Z3n3 \dots (II)$$

Para la rueda 4:

- Z4: número de dientes de la rueda 4 = 68 dientes (adimensional)
- n4: número de revoluciones por paso de la rueda 4 = 0.42 (adimensional)

Para la rueda 3:

- Z3: número de dientes de la rueda 3 = 20 dientes (adimensional)
- n3: número de revoluciones por paso de la rueda 3 = x (adimensional)

$$Z4n4 = Z3n3$$

$$n_3 = \frac{(68 \text{ dientes})(0.42)}{20 \text{ dientes}} = 1.43$$

Por tanto dar un paso con un ángulo de movimiento de  $152^\circ$  en la rueda 4 de 68 dientes, se genera 1.43 revoluciones por paso en la rueda 3 de 20 dientes.



**Figura 46: superposición de las ruedas del juego de engranajes (Elaboración propia)**

Descripción: la figura muestra el armado de los engranajes.

Dado que la rueda 3 y la rueda 1 están superpuestas (figura 46) ambas tendrán las mismas revoluciones por efecto de la rueda 4, así entonces:

$$n_1 = 1.43$$

Por lo tanto, habría que hallar el efecto de la rueda 1 sobre la rueda 2, teniendo en cuenta que la rueda 1 gira a 1.43 revoluciones por paso. Para ello usaremos la formula (II):

$$Z_1 n_1 = Z_2 n_2$$

Para la rueda 1:

- Z1: número de dientes de la rueda 1 = 68 dientes
- n1: número de revoluciones de la rueda 1 = 1.43 (adimensional)

Para la rueda 2:

- Z2: número de dientes de la rueda 2 = 20 dientes
- n2: número de revoluciones de la rueda 2 = x (adimensional)

$$Z1n1 = Z2n2$$

$$n2 = \frac{(68 \text{ dientes})(1.43)}{20 \text{ dientes}}$$

$$n2 = 4.86 \dots(\text{IV})$$

Se concluye que por cada 152° de ángulo (0.42 revoluciones) de un paso que se genere en la rueda 4, la rueda 2 del motor paso a paso va girar 4.86 revoluciones por paso, valor teórico que se comprueba en la simulación con el software ALGODOO que nos brindó 4.88 revoluciones.

Ahora para hallar las revoluciones por minuto (rpm) en la rueda 2 del motor paso a paso, empezaremos con la siguiente relación:

$$\frac{n4}{n2} = \frac{w4}{w2} \dots (\text{V})$$

Dónde:

- w4: velocidad de rotación de rueda 4 (rpm)
- n4: número de revoluciones de la rueda 4 (adimensional)
- w2: velocidad de rotación de rueda 2 (rpm)
- n2: número de revoluciones de la rueda 2 (adimensional)

Entonces reemplazamos (III) y (IV) en (V)

$$\frac{0.42}{4.86} = \frac{w_4}{w_2} \Rightarrow w_2 = 11.57w_4 \dots (VI)$$

Para saber cuáles son las revoluciones por minuto que va girar nuestro motor paso a paso, usaremos el dato de la sección 3.2.1, que nos menciona que una persona en un minuto da de 100 a 115 pasos entre las dos piernas, es decir una pierna da entre 50 a 57.5 pasos por minuto, asimismo como se menciona en la sección 3.2.3 cada paso de una pierna genera flexiones y dorsiflexiones que sumando sus ángulos nos da  $152^\circ$  (0.42 revoluciones). Entonces usando la fórmula (III), vamos a hallar revoluciones por minuto en la rueda 2 del motor paso a paso.

Tenemos que en cada minuto una pierna genera 57 pasos aproximadamente (valor aleatorio dentro del rango de 50 a 57.5 pasos por minuto):

$$w_4 = (ppm)(rpp)$$

Dónde:

- $w_4$ : velocidad de rotación de la rueda 4
- ppm: pasos por minuto = 57 (adimensional)
- rpp: revoluciones por paso =  $n_4 = 0.42$  (adimensional)

Entonces, tenemos que:

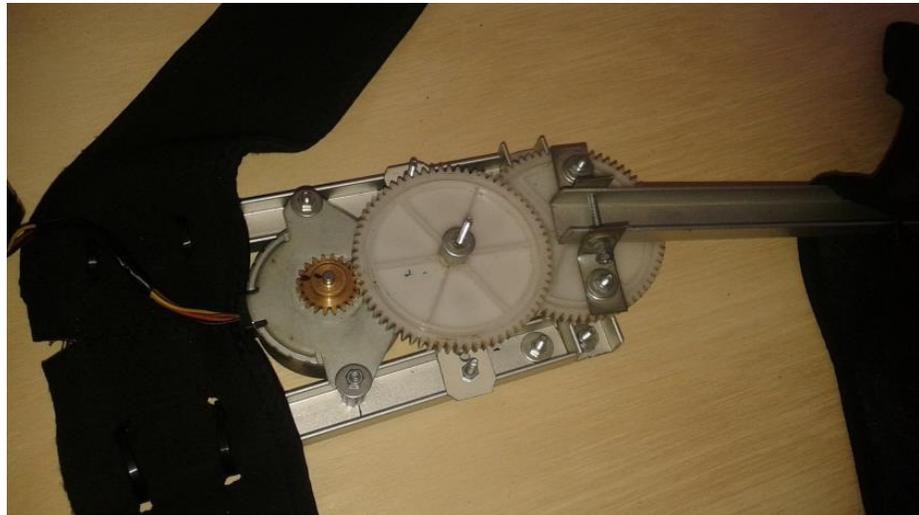
$$w_4 = (57)(0.42) = 23.94rpm \dots (VII)$$

Por lo tanto, la rueda 4 gira a una velocidad de 23.94 rpm. Reemplazando (VII) en (VI), hallaremos las rpm de la rueda 2:

$$w_2 = (w_4)(11.57) \Rightarrow w_2 = (23.94 \text{ rpm})(11.57) = 276.98 \text{ rpm}$$

Por lo tanto, tenemos al caminar una velocidad de rotación en el motor paso a paso de 276.98 rpm.

Con estos datos obtenidos se empieza la implementación de la parte mecánica (figura 47) que ira en un armazón de dos varillas de aluminio, y estará accionada por una varilla de 20cm, el cual dará la palanca de movimiento no menor de 70° que hará girar la rueda 4, y posteriormente a todo el juego de engranajes.



**Figura 47: implementación de la parte mecánica (Elaboración propia)**

Descripción: la figura muestra la parte mecánica implementada

### 3.5. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL GENERADOR BIOMECÁNICO PARA TELÉFONOS CELULARES

Como se mencionó en la sección 3.2.1 una persona en un minuto da de 100 a 115 pasos esto, como se menciona en la sección 3.4.3, nos brinda 251.9rpm en el motor paso a paso. Para realizar las pruebas de uso el generador biomecánico ajustado a la pierna de una persona, la cual se sometió marchas a distintas velocidades en una trotadora, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 16: resultados de las pruebas de eficiencia realizados al generador biomecánico en una trotadora**

Pasos por Minuto	Voltaje	Amperaje	Tiempo de carga (aprox.)
50-80	4,6V	400mA	10 Horas
100-120	4,6V	800mA	5 Horas
150-180	4,6V	1000mA	3 Horas

La tabla muestra la eficiencia del generador biomecánico teniendo en cuenta los pasos por minuto, voltaje amperaje y tiempo de carga.

Los datos obtenidos se probaron en un celular HUAWEI G620S, y nos muestra que a una caminata moderada de 100 a 120 pasos por minuto el generador biomecánico nos brinda un voltaje de 4.6V y un amperaje de 800mA, lo suficiente para cargar un teléfono celular en un tiempo aproximado de 5 horas, siendo este un tiempo razonable de caminata para una persona que hace turismo de aventura.

# **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIO**

## 4.1. ANÁLISIS DE COSTOS

### 4.1.1. Inversión

#### A. Gasto de capacitación

El diseño e implementación del generador biomecánico requiere de una persona capacitada en el aspecto mecánico y electrónico, es por ello que se contrató los servicios de un Ingeniero Mecatrónico, para supervisar y guiar los avances desarrollados en el diseño e implementación, asimismo se contrató un asesor de ventas para capacitación en marketing.

**Tabla 17: gasto de capacitación**

Nombre	Costo/hora	Horas totales	Costo
Asesor de ventas	50	10	500
Ingeniero mecatrónico	100	10	1000
Total			1500

La tabla muestra los gastos de capacitación en asesor de ventas e ingeniero mecatrónico.

## B. Gasto de Recursos Materiales

*Tabla 18: gasto de recursos materiales*

Componente	Descripción	Cantidad	Costo(soles)	Total
Motor paso a paso	Varios modelos para pruebas	4	10	40
Discos dentados	Discos y acoples de plástico para pruebas en la parte mecánica	20	0.50	10
Triplay madera	de 1m x 1m	3	6	6
Canaleta aluminio	de 10mm x 10mm	2 m	10	10
Abrazaderas	Abrazadera en ángulo de metal	10	0.20	2
Pernos	Autorroscante en estrella 20mm	50	0.05	2.5
Tuercas	Hexagonal	50	0.05	2.5
Huachas	Redondas	50	0.05	2.5
Hoja de sierra	De 24 dientes para aluminio	2	10	10
Faja adhesiva	Faja de tela con adhesivo (pega pega)	2	10	10
Tarugos	De plástico de 2cm	10	0.10	1

Tarjeta perforada	5cm x 5cm	1	5	5
Condensador	2200uf a 25v	2	1.5	3
Batería	Li-ion 3.7v a 2.6 a	1	10	10
Bornera	2 pines	1	0.50	0.50
Diodo	1N4007	4	0.50	2
Interruptor	Switch simple on/off	1	1	1
Resistencia	560 ohmios	2	0.05	0.10
Led	Diodo led color verde	2	0.05	0.10
Conector USB	Hembra	1	1	1
<b>Total</b>				<b>119.20</b>

---

La tabla muestra el costo de los materiales que se usó para las pruebas.

### **C. Gasto de equipamiento**

Es el gasto de las herramientas y equipos que se necesitan para realizar las pruebas e implementación.

**Tabla 19: gasto de equipamiento**

Componente	Descripción	Cantidad	Costo(soles)	Total
Taladro de columna	CENTRAL MACHINERY 3.4HP con 16 velocidades de 220rpm a 3600rpm	1	5000	5000
Osciloscopio	HANTEK DSO5202P	1	2500	2500
Mini taladro para circuito impreso	DREMEL	1	100	100
Cautín	TAKEMA	1	20	20
Arco de sierra	BAHCO	1	50	50
Juego de desarmadores	STANLEY	1	20	20
Alicate	STANLEY	1	5	5
laptop	Toshiba	1	1500	1500
Teléfono fijo	Zte	1	50	50
Escritorio y silla	Juego de mueble de melanina	1	450	450
Total				10,695

La tabla muestra los gastos de equipamiento, refiriéndose a componentes, cantidad y costo.

## D. Gastos operativos

**Tabla 20: gastos operativos**

Componente	Descripción	Cantidad	Costo(soles)	Total
Transporte	Vuelo Lima – Iquitos - Lima	1	500	500
Bolsa de viaje	Transporte urbano, hospedaje, alimentación, paquete turístico (4 días)	1	1000	1000
Total				1500

La tabla, muestra los gastos operativos según el componente, cantidad y costo.

## E. Costo total de la inversión

**Tabla 21: costo total de la inversión**

	Descripción	Costo
	Gasto de capacitación	1500
	Gasto de recursos materiales	119.20
E	Gasto de equipamiento	10,695
n	Gasto operativos	1500
	Total	12,814.20

La tabla, se muestra el costo total de inversión para la implementación del generador biomecánico.

#### 4.1.2. Ganancia anual

Para ello se analizó un estimado de las ventas diarias del dispositivo para el mes de enero de 2016.

**Tabla 22: tasa de crecimiento diario**

Día	Ventas	%Crecimiento respecto al día anterior	%Tasa de crecimiento diaria
01/01/2016	0	0%	0%
02/01/2016	0	0%	0%
03/01/2016	1	100%	1,52%
04/01/2016	1	0%	1,52%
05/01/2016	1	0%	1,52%
06/01/2016	2	50%	3,03%
07/01/2016	3	33,33%	4,55%
08/01/2016	1	-200%	1,52%
09/01/2016	1	0%	1,52%
10/01/2016	1	0%	1,52%
11/01/2016	1	0%	1,52%
12/01/2016	2	50%	3,03%
13/01/2016	3	33,33%	4,55%
14/01/2016	3	0%	4,55%

15/01/2016	1	-200%	1,52%
16/01/2016	1	0%	1,52%
17/01/2016	2	50%	3,03%
18/01/2016	1	-100%	1,52%
19/01/2016	2	50%	3,03%
20/01/2016	3	33,33%	4,55%
21/01/2016	2	-50%	3,03%
22/01/2016	2	0%	3,03%
23/01/2016	2	0%	3,03%
24/01/2016	2	0%	3,03%
25/01/2016	3	33,33%	4,55%
26/01/2016	2	-50%	3,03%
27/01/2016	4	50%	7,58%
28/01/2016	5	20%	6,06%
29/01/2016	4	25%	7,00%
30/01/2016	5	20%	7,58%
31/01/2016	5	0%	7,58%
	66		100%

---

Para este caso se halló un tasa de crecimiento de 3.23%. Sabiendo este dato el dispositivo se venderá a s/.85.00, se realizó un estimado de las ventas anuales con un crecimiento del 3.23% mensual.

**Tabla 23: tasa de crecimiento al 2016**

	Mes	Demanda mensual (Unidades)	Costo de Unidad (S/.)	Ingreso mensual por venta (S/.)
L	Enero	66	85	5610
a	Febrero	68	85	5780
	Marzo	70	85	5950
	Abril	73	85	6205
t	Mayo	75	85	6375
a	Junio	77	85	6545
b	Julio	80	85	6800
	Agosto	82	85	6970
l	Septiembre	85	85	7225
a	Octubre	88	85	7480
	Noviembre	91	85	7735
m	Diciembre	94	85	7990
	Total	949		80666

muestra la tasa de crecimiento al 2016.

#### 4.1.3. Gasto anual

##### A. Gasto de recursos humanos

**Tabla 24: gastos de recursos humanos**

Nombre	Personas	Pago mensual	Costo Anual
Vendedor (Part time)	1	425	5,95
Operario ensamblador (Part time)	1	425	5,95
Total			11,9

La tabla muestra los gastos de recursos humanos.

## B. Gastos operativos y logística

*Tabla 25: gastos operativos y logísticos*

Motivo	Pago mensual	Costo Anual
Envío del producto	100	1,2
Alquiler de espacio para módulo de venta	200	2,4
Total		3,6

La tabla muestra los gastos operativos y logísticos.

## C. Gastos de recursos materiales

En el siguiente, cuadro se muestra los materiales necesarios para la producción de un generador biomecánico para teléfonos celulares.

**Tabla 26: gastos de recursos materiales**

Componente	Descripción	Cantidad	Costo(soles)	Total
Motor paso a paso	MITSUMI modelo M42SP-5	1	10	10
Discos dentados	Discos y acoples de plástico	4	0.50	2
Triplay de madera	50cm x 50cm	1	2	2
Canaleta de aluminio	10mm x 10mm	1 m	5	5
Abrazaderas	Abrazadera en ángulo de metal	10	0.20	2
Pernos	Autorroscante en estrella 20mm	50	0.05	2.5
Tuercas	Hexagonal	50	0.05	2.5
Huachas	Redondas	50	0.05	2.5
Hoja de sierra	De 24 dientes para aluminio	1	5	5
Faja adhesiva	Faja de tela con adhesivo (pega pega)	1	5	5
Tarugos	plástico de 2cm	10	0.10	1
Tarjeta perforada	5cm x 5cm	1	5	5
Condensador	2200uF a 25V	2	1.5	3
Batería	Li-ion 3.7V a 2.6 A	1	10	10
Bornera	2 pines	1	0.50	0.50
Diodo	1N4007	4	0.50	2
Interruptor	Switch simple on/off	1	1	1
Resistencia	560 ohmios	2	0.05	0.10
LED	Diodo led color verde	2	0.05	0.10
Conector USB	Hembra	1	1	1
<b>Total</b>				<b>62.20</b>

La tabla muestra los gastos en recursos materiales, es decir, los componentes, con sus respectivas cantidades y costos.

Como se aprecia en la sección 4.1.2, teniendo una venta inicial de 66 unidades y con un crecimiento mensual de 3.23%, se estima vender al

año la suma de 949 unidades, y sabiendo que para cada unidad se gasta en materiales s/62.20, se tendría un gasto anual total de:

**Tabla 27: gastos de recursos materiales al año**

Descripción	Cantidad	Costo(soles)	Total
Generador biomecánico	949	62.20	59,027.8

tabla muestra el gasto total de recursos materiales en un año.

#### D. Gastos total anual

**Tabla 28: gastos totales al año 2016**

Descripción	Costo
Gasto de recursos humanos	11,9
Gasto operativo y logística	3.600
Gasto de recursos materiales	59,027.8
<b>Total</b>	<b>74,527.80</b>

tabla muestra el gasto totales del año 2016.

## 4.2. ANÁLISIS DE BENEFICIOS

Como se muestra en la sección 3.1.4, donde se generó una encuesta en la cual se obtuvo que un cliente promedio en Iquitos está dispuesto a pagar por el generador biomecánico la suma de s/.85.00 (ochenta y cinco soles), asimismo como se

observa en la sección 4.1.3, el gasto de producción unitario es de s/.62.20 (sesenta y dos y 20/100 soles).

Por lo tanto se obtiene un beneficio tangible (económico) de s/22.80 (veintidós y 80/100 soles), siendo esta mi ganancia neta al vender una unidad, como se muestra en la siguiente formula:

**Precio sugerido al publico – Gasto de produccion unitaria = Ganancia**

$$85 - 62.20 = \text{Ganancia} = 22.80$$

#### **4.3. CONSOLIDADO DE COSTO-BENEFICIO**

Es necesario realizar este consolidado costo-beneficio para determinar la rentabilidad y la factibilidad de nuestro dispositivo, como un producto para la venta, y verificar en cuanto tiempo se obtendrá las ganancias netas.

En la sección 3.1.2, se plantea un estimado de las ventas anuales de 949 unidades a s/.85 cada unidad, obteniendo una ganancia anual de s/. 80,666, a este monto se le resta la inversión inicial que es de s/.12,814.20 y se le resta también el gasto anual fijo que es de s/. 74,527.80, como se puede apreciar en el primer año habrán pérdidas, pero evaluado en una tasa de crecimiento del 3.23% a partir del segundo año se evidencian ganancias, así como la recuperación de la inversión inicial, con lo que se prueba la viabilidad económica.

**Tabla 29: consolidado de costo en 5 años**

Año	2016	2017	2018	2019	2020
Inversión (S/.)	12814,2	0	0	0	0
Gasto anual (S/.)	74524	76552	78647	80812	83053
Ganancia anual (S/.)	80666	83272	85961	88738	9164
Saldo	-6142	43,06	7357,69	15282,94	23834,19

La tabla muestra el consolidado de costo en 5 años.

#### **4.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

##### **4.4.1. Análisis del VAN (Valor Actual Neto)**

La viabilidad se realizará como todos los proyectos en la actualidad realizando un análisis de sensibilidad que consta en aplicar la fórmula de Valor Neto Actual.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

- $Vt$ : representa los flujos de caja en un periodo  $t$ .
- $I_0$ : 12,814.20, es la inversión inicial.
- $n$ : 4, número de años o periodos considerados.
- $k$ : 10%, TIR el tipo de interés.

**Tabla 30: flujo efectivo neto (VAN)**

Flujo efectivo neto (VAN)	
Año	Valor
0	-12814
1	-6676
2	43
3	7358
4	15283
Total	16008

La tabla muestra el flujo efectivo neto en 4 años.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^n} - I_o = \sum_{t=1}^4 \frac{Vt}{(1+0.1)^n} - 12,814 = S/.22,747.08$$

#### 4.4.2. Análisis del TIR (Tasa Interna de Retorno)

La viabilidad se realizará como todos los proyectos en la actualidad realizando un el análisis de sensibilidad que consta en aplicar la fórmula de tasa interna de retorno donde fuerza al VAN a que sea 0.

$$TIR = k \Leftrightarrow VAN = 0$$

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^n} - I_o$$

Dónde:

- $V_t$ : representa los flujos de caja en un periodo  $t$ .  $I_0$ : 12,814.20, es la inversión inicial.
- $n$ : 4, número de años o periodos considerados.
- $k$ : variable que fuerza al VAN a ser 0,  $d$  o TIR es el tipo de interés.

$$TIR = 52\% \text{ o } 0.52 \Leftrightarrow VAN = 0$$

## CONCLUSIONES

Después de evaluar diferentes alternativas de generación energéticas se pudo modelar y proponer un generador portátil de 5V, capaz de proporcionar energía eléctrica utilizando de manera cinética que producen nuestras extremidades cuando caminamos siendo nuestras rodillas las que proporcionan la mayor cantidad de energía cinética debido al ángulo momentos de  $60^\circ$  a  $110^\circ$ , por lo tanto, el generador de rodilla fue enfocado y adaptado, de la misma manera, esta sección de cuerpo es la zona menos cómoda para portar un equipo como tal.

En el momento era posible diseñar un sistema mecatrónico de 200mA a usar motores steppr y un sistema de 3 engranajes que proporcionan una mayor eficiencia y ganancia de la energía cinética producida durante el movimiento angular de nuestras rodillas, además, un circuito rectificador fue realizado con un banco de baterías adicional, que se utilizaría cuando no se aplican cargas directas al dispositivo utilizado, con el diseño propuesto, además de proporcionar una solución a la demanda de energía eléctrica de baja potencia en áreas donde no hay suministro de electricidad, Se ha logrado Contribuir con las energías removibles y la conservación del medio ambiente, ya que no hay residuos de contaminantes durante ni después de la generación de energía eléctrica.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar un diseño en la parte mecánica que permita incorporar un motor paso a paso más, así al tener 2 motores paso a paso generando energía al caminar, se puede reducir el tiempo de carga de un teléfono celular.

Las encuestas en diferentes épocas del año, para corroborar si hay alguna variación en los resultados obtenidos en la encuesta servirán para mejorar el sistema.

Las mediciones con un osciloscopio a una mayor variedad de motores paso a paso deben continuar para seguir monitoreando e implementar a futuro mejora.

Un análisis de las características de las baterías internas y la constante de estas influirá en el compararla con el análisis de la calidad y rendimiento de las baterías externas.

## REFERENCIAS

Aponte, M. A., & Moreno, O. A. (2015). Diseño e implementación de un dispositivo generador de energía eléctrica a partir de energía cinética en el Gimnasio San Luis Fitness Center.

ATLAS REGIONAL DEL PERÚ/ Tomo 18: LORETO [Editorial PEISA] (2004), Diario El Popular.

Blickhan, R., Seyfarth, A., Wagner, H., Friedrichs, A., Günther, M., & Maier, K. D. (2006). Robust behaviour of the human leg. In *Adaptive Motion of Animals and Machines* (pp. 5-16). Springer Tokyo.

Castilla, Q., & José, E. (2015). Elaboración de un sistema de cosecha de energía utilizando un transductor electromagnético.

Ibrahim, A. F. (2005). The human body. An introduction to structure and function. Saudi Medical Journal, 26(7), 1163.

INEI. Población estimada de Loreto 2014-2015. Recuperado de:  
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>

IPN crea dispositivo para recargar celular con el movimiento corporal. (2016, 02 de febrero) Obtenido de:  
<http://www.excelsior.com.mx/nacional/2016/02/22/1076663>

Luna, D. V. (1999). PEDRO: Biomecánica de la marcha humana normal y patológica. *Valencia, editoriaiiBV.*

Oliveros, A. (2014). Mejora en la gestión de las energías renovables en la micro y pequeña empresa en el Perú (MYPE).

ONIX, el cargador de celular que funciona con el movimiento de rodillas. (2015, Agosto 07) Obtenido de: <http://www.animalpolitico.com/2015/08/onix-el-cargador-de-celular-que-funciona-con-el-movimiento-de-rodillas/>

Priale Ugas M. (2009) Estudio sobre la rentabilidad social de las inversiones en el sector turismo en el Perú.

Ramírez, H. T., Chavelas, A. C., Servín, H. O., Becerril, J. A., & López, L. M. *Medicina.*

Sepúlveda Orozco, E. Diseño de un Colector de Energía Piezoeléctrico (Energy Harvesting) Mediante Optimización Topológica que Maximice la Transformación de Energía Mecánica en Eléctrica Generada por un Ser Humano al Caminar (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín).

Tlatoa Ramirez H. (2015). Torque máximo absoluto e índice convencional isocinético de rodilla en futbolistas profesionales del 2007 al 2012.

## ANEXOS

**ANEXO 1.** “modelo de encuesta para análisis de la situación actual del turismo en Iquitos y viabilidad del proyecto”

NOMBRE Y APELLIDOS.....

(No es obligatorio)

EDAD..... NACIONALIDAD..... GRADO DE ESTUDIO.....

SEXO.....

MARQUE CON UNA “X” Y/O ESCRIBA SU RESPUESTA SEGÚN CORRESPONDA

**1.-** ¿De qué manera piensa hacer su visita a Iquitos?

A) Por medio de una Agencia B) Por mi cuenta C) Otros:.....

**2.-** ¿Cuántos días planea permanecer en Iquitos?

Días: .....

**3.-** ¿Qué paquete turístico escogió Ud. para hacer turismo en Iquitos?

A) Circuito Iquitos-Rio Amazonas-Rio Napo (Lodges)

B) Circuito Iquitos-Pacaya Samiria

C) Circuito Iquitos y atractivos aledaños



**8.-** ¿Se interesa Ud. en adquirir un dispositivo que carga su teléfono celular mientras camina y hace turismo por la selva?

A) Si

B) No

**9.-** ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un dispositivo que permite cargar su teléfono celular mientras camina?

Cantidad en (s/.) nuevos soles:.....

**ANEXO 2. BASE RECOPIADA DE OSIPTEL “Líneas activas según departamento,  
operador y plan contractual”**

DEPARTAMENTO	POSTPAGO	CONTROL	PREPAGO	TOTAL
Amazonas	16,584	54,63	177,567	248,781
América Móvil Perú S.A.C.	9,127	1	47,511	56,639
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	2	252	420	674
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.		1,821	15,128	16,949
Ancash	84,032	195,345	618,552	897,929
América Móvil Perú S.A.C.	55,143	36	155,502	210,681
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	298	37,294	41,799	79,391
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.	2	5,467	47,631	53,1
Apurímac	40,342	33,37	242,786	316,498
América Móvil Perú S.A.C.	33,934	2	130,287	164,223
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	7	598	663	1,268
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.		1,026	12,573	13,599
Arequipa	353,558	237,913	881,558	1,473,029
América Móvil Perú S.A.C.	291,266	267	385,087	676,62
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	691	41,765	38,992	81,448
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.	4	8,556	50,713	59,273
Ayacucho	39,921	107,911	383,438	531,27
América Móvil Perú S.A.C.	23,19	3	112,657	135,85
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	12	1,902	2,834	4,748
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.	1	4,017	26,13	30,148
Cajamarca	93,95	190,168	727,927	1,012,045
América Móvil Perú S.A.C.	65,175	15	205,511	270,701
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	48	6,133	11,674	17,855
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.		5,605	40,852	46,457
Callao	184,212	184,407	497,187	865,806
América Móvil Perú S.A.C.	132,661	105	228,03	360,796

Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	1,448	55,464	44,386	101,298
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.)	1	5,307	32,743	38,051
Cusco	208,49	88,797	786,23	1,083,517
América Móvil Perú S.A.C.	181,471	114	478,962	660,547
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	326	13,979	13,332	27,637
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.)		6,178	49,748	55,926
Huancavelica	16,791	26,961	204,374	248,126
América Móvil Perú S.A.C.	12,882	0	109,349	122,231
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	10	992	1,235	2,237
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.)		1,151	12,127	13,278
Huánuco	57,929	87,857	424,382	570,168
América Móvil Perú S.A.C.	42,552	5	204,843	247,4
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	20	3,059	5,491	8,57
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.)	1	3,125	34,689	37,815
Ica	113,366	175,793	500,277	789,436
América Móvil Perú S.A.C.	82,797	37	127,963	210,797
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	899	45,599	41,68	88,178
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.)	2	3,336	28,563	31,901
Junín	117,294	217,091	727,576	1,061,961
América Móvil Perú S.A.C.	81,226	22	239,641	320,889
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	167	22,282	23,441	45,89
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.)	2	5,545	45,756	51,303
La Libertad	261,898	328,195	970,243	1,560,336
América Móvil Perú S.A.C.	197,336	167	357,861	555,364
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	566	37,261	27,879	65,706
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.)	1	4,924	55,976	60,901
Lambayeque	118,164	273,851	615,437	1,007,452

América Móvil Perú S.A.C.	69,042	53	114,992	184,087
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	248	19,84	26,048	46,136
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.	1	3,259	39,383	42,643
Lima	2,461,697	1,913,740	5,968,276	10,343,713
América Móvil Perú S.A.C.	1,920,188	1,823	3,023,250	4,945,261
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	17,87	787,838	463,609	1,269,317
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.	32	51,942	345,056	397,03
Loreto	36,58	107,519	308,13	452,229
América Móvil Perú S.A.C.	15,708	14	49,651	65,373
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	60	4,119	4,94	9,119
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.		2,407	28,409	30,816
Madre de Dios	29,991	7,482	122,816	160,289
América Móvil Perú S.A.C.	28,09	10	98,915	127,015
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	10	1,236	938	2,184
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.		1,47	10,577	12,047
Moquegua	35,915	49,385	105,348	190,648
América Móvil Perú S.A.C.	25,486	19	28,88	54,385
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	129	4,584	2,717	7,43
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.	2	2,977	10,6	13,579
Pasco	18,834	42,119	149,039	209,992
América Móvil Perú S.A.C.	13,293	4	43,557	56,854
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	35	2,444	1,636	4,115
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.		1,929	10,786	12,715
Piura	131,407	338,136	870,258	1,339,801
América Móvil Perú S.A.C.	73,511	45	174,322	247,878
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	1,218	54,059	44,915	100,192
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.		2,983	50,446	53,429

Puno	90,669	120,162	891,138	1,101,969
América Móvil Perú S.A.C.	74,989	13	357,375	432,377
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	244	14,777	25,116	40,137
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.	8	9,492	65,174	74,674
San Martín	46,638	147,55	384,386	578,574
América Móvil Perú S.A.C.	19,862	3	66,701	86,566
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	24	1,155	853	2,032
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.		2,834	31,592	34,426
Tacna	49,26	90,193	212,696	352,149
América Móvil Perú S.A.C.	33,417	62	36,262	69,741
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	254	12,44	10,309	23,003
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.		4,618	21,233	25,851
Tumbes	23,632	59,805	104,562	187,999
América Móvil Perú S.A.C.	12,516	2	16,995	29,513
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	161	4,765	5,398	10,324
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.	1	810	8,122	8,933
Ucayali	29,277	93,05	225,994	348,321
América Móvil Perú S.A.C.	14,088	4	37,416	51,508
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	25	4,166	5,606	9,797
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.		1,221	15,016	16,237
Sin LAC	668,227	423,792	6,211,753	7,303,772
América Móvil Perú S.A.C.	505,176	828	1,234,705	1,740,709
Nextel del Perú S.A. (ahora, Entel Perú S.A.)	16,905	166,159	847,113	1,030,177
Telefónica Móviles S.A. (ahora, Telefónica del Viettel Perú S.A.C.		0		0
Total general	5,328,658	5,595,222	23,311,930	34,235,810

**ANEXO 3. BASE RECOPIADA DE OSIPTEL “Cobertura en Loreto según operador y tipo de estación base”**

Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	CLARO	MOVISTAR	ENTEL	BITEL
LORETO	UCAYALI	CONTAMANA	BELLAVISTA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	CONTAMANA	CHARASMANA	No	2G y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	CONTAMANA	CONTAMANA	2G	2G y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	CONTAMANA	HOLANDA	No	2G y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	CONTAMANA	NUEVO EDEN	No	2G y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	INAHUAYA	INAHUAYA	No	2G	No	No
LORETO	UCAYALI	INAHUAYA	JOSE OLAYA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	PADRE					
LORETO	UCAYALI	MARQUEZ	ALFONSO UGARTE	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	PADRE					
LORETO	UCAYALI	MARQUEZ	MARISCAL CASTILLA	No	2G	No	No
LORETO	UCAYALI	PADRE					
LORETO	UCAYALI	MARQUEZ	PAOYHAN	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	PADRE					
LORETO	UCAYALI	MARQUEZ	ROABOYA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	PADRE					
LORETO	UCAYALI	MARQUEZ	TIRUNTAN	No	2G	No	No
LORETO	UCAYALI	PAMPA					
LORETO	UCAYALI	HERMOSA	ALTO PERILLO	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	PAMPA					
LORETO	UCAYALI	HERMOSA	CANELOS	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	PAMPA					
LORETO	UCAYALI	HERMOSA	NUEVO LORETO	No	2G	No	No
LORETO	UCAYALI	PAMPA					
LORETO	UCAYALI	HERMOSA	PAMPA HERMOSA	No	2G	No	No
LORETO	UCAYALI	PAMPA					
LORETO	UCAYALI	HERMOSA	SETURIA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	BOLIVAR	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	DOS DE MAYO	No	2G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	HUAÑUNA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	JUANCITO	No	2G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	LA PEDRERA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	MAHUIZO	No	2G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	MONTE BELLO	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	NUEVO DOS DE				
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	MAYO	No	2G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	PUCA PANGA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	PUERTO ENRIQUE	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	SAMAN	No	2G Y 2.5G	No	No

LORETO	UCAYALI	SARAYACU	SAN CRISTOBAL	No	2G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	TIERRA BLANCA	No	2G	No	No
LORETO	UCAYALI	SARAYACU	TRES UNIDOS	No	2G Y 2.5G	No	No
		VARGAS					
LORETO	UCAYALI	GUERRA	ORELLANA	2G	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	REQUENA	ALTO TAPICHE	SANTA ELENA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	REQUENA	CAPELO	FLOR DE PUNGA	No	2G	No	No
LORETO	REQUENA	CAPELO	PINTULLACTA	No	2G	No	No
		EMILIO SAN					
LORETO	REQUENA	MARTÍN	DOCE DE OCTUBRE	No	2G	No	No
		EMILIO SAN					
LORETO	REQUENA	MARTÍN	NUEVO ACURACAY	No	2G	No	No
		EMILIO SAN					
LORETO	REQUENA	MARTÍN	SANTA FE	No	2G Y 2.5G	No	No
		EMILIO SAN					
LORETO	REQUENA	MARTÍN	SARGENTO LORES	No	2G	No	No
		EMILIO SAN					
LORETO	REQUENA	MARTÍN	TAMANCO	No	2G	No	No
		JENARO					3G Y
LORETO	REQUENA	HERRERA	CEDRO ISLA	No	No	No	3.5G
		JENARO					3G Y
LORETO	REQUENA	HERRERA	JENARO HERRERA	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G
		JENARO					3G Y
LORETO	REQUENA	HERRERA	NUEVA FLORIDA	No	No	No	3.5G
		JENARO					3G Y
LORETO	REQUENA	HERRERA	NUEVO PROGRESO	No	No	No	3.5G
		JENARO	NUEVO				3G Y
LORETO	REQUENA	HERRERA	PUMACAHUA	2G	No	No	3.5G
		JENARO					3G Y
LORETO	REQUENA	HERRERA	NUEVO SAN JUAN	No	No	No	3.5G
			PADRE GINER				
			(NUEVO PADRE				
		JENARO	NICOLAS GINER				3G Y
LORETO	REQUENA	HERRERA	GOMEZ)	2G	No	No	3.5G
LORETO	REQUENA	MAQUIA	CARACHAMA	No	2G	No	No
LORETO	REQUENA	MAQUIA	OBRERO I ZONA	No	2G	No	No
			SAN MARTIN DE				
LORETO	REQUENA	MAQUIA	PIURI ISLA	No	2G	No	No
LORETO	REQUENA	MAQUIA	SAN ROQUE	No	2G	No	No
LORETO	REQUENA	MAQUIA	SANTA ISABEL	No	2G	No	No
LORETO	REQUENA	MAQUIA	VICTORIA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	REQUENA	PUINAHUA	BRETAÑA	No	2G	No	No
LORETO	REQUENA	PUINAHUA	HUACRACHIRO	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	REQUENA	PUINAHUA	SAN CARLOS	No	2G	No	No

LORETO	REQUENA	REQUENA	CONTAMANILLO	2G	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G 3G Y
LORETO	REQUENA	REQUENA	LA ODISEA	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	REQUENA	REQUENA	LUCIANA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	REQUENA	REQUENA	MAGDALENA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	REQUENA	REQUENA	NUEVO PARAISO	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	REQUENA	REQUENA	NUEVO SAN ANTONIO	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	REQUENA	REQUENA	REQUENA	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	REQUENA	REQUENA	SANTA ROSA	No	No	No	3.5G
LORETO	REQUENA	SAQUENA	BAGAZAN	No	2G Y 2.5G	No	No 3G Y
LORETO	REQUENA	SAQUENA	LIBERTAD	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	REQUENA	SAQUENA	MARISCAL CASTILLA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	REQUENA	SAQUENA	SAN JOSE DE PARANAPURA	No	No	No	3.5G
LORETO	REQUENA	SOPLIN	(CURINGA)	No	2G	No	No
LORETO	REQUENA	TAPICHE	IBERIA	No	2G	No	No
LORETO	REQUENA	YAQUERANA	ANGAMOS	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	PUTUMAYO	PUTUMAYO	SAN ANTONIO DEL ESTRECHO	2G	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	PUTUMAYO	TENIENTE MANUEL CLAVERO	SOPLIN VARGAS	No	2G	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	PEBAS	BETANIA	2G	No	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	PEBAS	COCHIQUEINAS	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	PEBAS	HUANTA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	CASTILLA	PEBAS	NUEVA PRIMAVERA	2G	No	No	No

LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	PEBAS	NUEVO PEBAS	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	PEBAS	NUEVO PROGRESO	2G	No	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	PEBAS	PEBAS	2G	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	PEBAS	PIJUAYAL	2G	No	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	PEBAS	SANTA JULIA	2G	No	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	PEBAS	SANTA LUCIA DE PRO	2G	No	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	PEBAS	SANTA TERESA DE CUICA	2G	No	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RAMON CASTILLA	CABALLOCOCHA	2G	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RAMON CASTILLA	CHIMBOTE	No	2G	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RAMON CASTILLA	CUSHILLO COCHA	No	2G	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RAMON CASTILLA	PUERTO INCA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RAMON CASTILLA	SAN PEDRO DE PALO SECO	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RAMON CASTILLA	SANTA ROSA DE CAÑO	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MARISCAL RAMON CASTILLA	RAMON CASTILLA	VILLA NUEVA ALIANZA	No	2G Y 2.5G	No	No

LORETO	CASTILLA MARISCAL RAMON	SAN PABLO	COLONIA SAN PABLO	2G	No	No	No
LORETO	CASTILLA MARISCAL RAMON	SAN PABLO	EMILIA BARCIA BONIFATTI	2G	No	No	No
LORETO	CASTILLA MARISCAL RAMON	SAN PABLO	HORACIO ZEVALLOS	2G	No	No	No
LORETO	CASTILLA MARISCAL RAMON	SAN PABLO	SAN ANTONIO	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	CASTILLA MARISCAL RAMON	SAN PABLO	SAN PABLO DE LORETO	2G	2G	No	No
LORETO	CASTILLA MARISCAL RAMON	YAVARI	ISLA SANTA ROSA AMAZONAS	No	2G	No	No
LORETO	CASTILLA	YAVARI	ISLANDIA	No	2G	No	No 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	23 DE JUNIO	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	CASUAL	2G	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	GRAN PUNTA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	GRAU	2G	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	MIRAFLORES	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	MONTE ALEGRE	No	No	No	3.5G
LORETO	LORETO	NAUTA	NAUTA	No 2G ; 2.5G ; 3G Y 3.5G	2G ; 2.5G ; 3G Y 3.5G	No	3G Y 3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	NUEVO MIRAFLORES	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	PAHUACHIRO	2G	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	PALIZADA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	PAMPA CAÑO	No	No	No	3.5G 3G Y

LORETO	LORETO	NAUTA	PAYOROTE	2G	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	PUERTO PERU	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	SAN ANTONIO	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	SAN IGNACIO	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	SAN JACINTO	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	SAN JOSE DE SARAPANGA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	SAN PEDRO (1 ZONA)	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	SAN PEDRO (2 ZONA)	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	SAN REGIS	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	SOLTERITOS	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	NAUTA	TUPAC AMARU II	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	6 DE SETIEMBRE	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	ATENAS	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	MUNDIAL	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	NUEVA ARICA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	NUEVA SANTA ROSA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	NUEVA UNION	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	PARINARI	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	PUERTO AMERICA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	PUERTO AUXILIO	No	No	No	3.5G
LORETO	LORETO	PARINARI	SAN JOSE DE PARINARI	No	2G	No	No 3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	SANTA CLARA SANTA ISABEL DE	No	No	No	3.5G 3G Y

LORETO	LORETO	PARINARI	YUMBATURO	No	No	No	3.5G
			SANTA RITA DE				3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	CASTILLA	No	2G	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	PARINARI	TANGARANA	No	No	No	3.5G
LORETO	LORETO	TIGRE	INTUTO	No	2G	No	No
			SAN JUAN DE				
			TROMPETEROS				
LORETO	LORETO	TROMPETEROS	CAMPESINO	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	LORETO	TROMPETEROS	SANTA ELENA	No	2G Y 2.5G	No	No
			VILLA				
LORETO	LORETO	TROMPETEROS	TROMPETEROS	No	2G Y 2.5G	No	No
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	ALFONSO UGARTE	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	BERLIN	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	CHANCHAMAYO	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	CONCORDIA	No	2G	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	CUNINICO	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	HUALLPA ISLA	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	MAYPUCO	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	NUEVA CALIFORNIA	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	NUEVA ELMIRA	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	SAN ANTONIO	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	SAN FRANCISCO	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	SAN GABRIEL	No	No	No	3.5G
			SAN JOSE DE				
LORETO	LORETO	URARINAS	SARAMURO	No	2G	No	No
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	SARAMURILLO	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	URARINAS	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	LORETO	URARINAS	VICTORIA	No	No	No	3.5G

LORETO	DATEM DEL MARAÑON	ANDOAS	ALIANZA CRISTIANA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	ANDOAS	CHURUS	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	ANDOAS	LOS JARDINES	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	ANDOAS	NUEVO ANDOAS	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	ANDOAS	NUEVO PORVENIR	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	ANDOAS	TITIYACU	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	BARRANCA	SAN LORENZO SANTA MARIA DE	2G	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	CAHUAPANAS	CAHUAPANAS	No	2G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	MANSERICHE	ATAHUALPA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	MANSERICHE	SACHAPAPA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	MANSERICHE	SARAMIRIZA	2G	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	MORONA	PUERTO ALEGRIA	No	2G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	MORONA	PUERTO AMERICA INDUSTRIAL	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	PASTAZA	(PUERTO INDUSTRIAL)	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	DATEM DEL MARAÑON	PASTAZA	ULLPAYACU	No	2G	No	No
LORETO	ALTO AMAZONAS	BALSAPUERTO	BALSAPUERTO CANOA PUERTO	No	2G	No	No
LORETO	ALTO AMAZONAS	BALSAPUERTO	(CACHIPUERTO)	No	2G	No	No
LORETO	ALTO AMAZONAS	BALSAPUERTO	NUEVA ESPERANZA	No	2G	No	No
LORETO	ALTO AMAZONAS	BALSAPUERTO	NUEVA VIDA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	ALTO AMAZONAS	BALSAPUERTO	NUEVO SAN LORENZO	No	2G	No	No
LORETO	ALTO AMAZONAS	BALSAPUERTO	SAN GABRIEL DE VARADERO	No	2G Y 2.5G	No	No

LORETO	AMAZONAS ALTO	BALSAPUERTO	SOLEDAD	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	AMAZONAS ALTO	BARRANCA	CARABANCHEL	2G	No	No	No
LORETO	AMAZONAS ALTO	BARRANCA	HUACACHINA	2G	No	No	No
LORETO	AMAZONAS ALTO	BARRANCA	SAN LORENZO	2G	No	No	No
LORETO	AMAZONAS ALTO	JEBEROS	BETHEL	No	2G	No	No
LORETO	AMAZONAS ALTO	JEBEROS	JEBEROS	No	2G	No	No
LORETO	AMAZONAS ALTO	LAGUNAS	LAGUNAS	2G	2G Y 2.5G	No	No 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	ATAHUALPA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	BELLO HORIZONTE	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	LIBERTAD	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	NARANJAL	No	2G	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	NUEVO PORTAL	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	NUEVO TRIUNFO	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	PAMPAS DE JUNIN	No	No	No	3.5G
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	POLLERA POZA	No	2G	No	No 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	PORTAL	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	RAYAYACU	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	SAN MIGUEL DE PUCATE	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	SANTA ANITA DE SAYARACU	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	SANTA CRUZ	No	2G	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	SEIS DE ENERO	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	SELVA ALEGRE	No	No	No	3.5G 3G Y

LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	UNION CHALLUANA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ	UNION ULLPACAÑO	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	SANTA CRUZ TENIENTE CESAR LOPEZ	YAHUAR HUACA	No	No	No	3.5G
LORETO	AMAZONAS ALTO	ROJAS TENIENTE CESAR LOPEZ	EL TIGRE	No	2G	No	No
LORETO	AMAZONAS ALTO	ROJAS TENIENTE CESAR LOPEZ	LAGO CUIPARI	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	AMAZONAS ALTO	ROJAS TENIENTE CESAR LOPEZ	NUEVO CANAAN	No	2G	No	No
LORETO	AMAZONAS ALTO	ROJAS TENIENTE CESAR LOPEZ	PARINARI	No	2G	No	No
LORETO	AMAZONAS ALTO	ROJAS TENIENTE CESAR LOPEZ	SHUCUSHUYACU	No	2G	No	No
LORETO	AMAZONAS ALTO	ROJAS	SONAPI	No	2G	No	No 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	YURIMAGUAS	ALTO CURIYACU	No	No	No	3.5G
LORETO	AMAZONAS ALTO	YURIMAGUAS	ALTO MONDONGO	2G	No	No	No 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	YURIMAGUAS	APANGURAYACU	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	YURIMAGUAS	CALLAO	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	YURIMAGUAS	CHARAPILLO	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	YURIMAGUAS	DOS OLIVOS	No	No	No	3.5G
LORETO	AMAZONAS ALTO	YURIMAGUAS	GRAU	No	2G Y 2.5G	No	No 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	YURIMAGUAS	ISLA DEL GALLO	No	No	No	3.5G
LORETO	AMAZONAS ALTO	YURIMAGUAS	LA FLORIDA	2G Y 2.5G	2G Y 2.5G	3.5G	No 3G Y
LORETO	AMAZONAS ALTO	YURIMAGUAS	LAS MALVINAS	No	No	No	3.5G

	ALTO						3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	LEONCIO PRADO	No	No	No	3.5G
	ALTO			2G Y			
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	MONDONGO	2.5G	2G Y 2.5G	No	No
	ALTO						
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	MUNICHIS	No	2G Y 2.5G	No	No
	ALTO		MUSHMUQUI				3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	(NUEVO PROGRESO)	No	No	No	3.5G
	ALTO			2G Y			
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	NUEVA ALIANZA	2.5G	No	No	No
	ALTO						3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	NUEVA ITALIA	No	No	No	3.5G
	ALTO						3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	NUEVA METROPOLI	No	No	No	3.5G
	ALTO						3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	NUEVA UNION	No	No	No	3.5G
	ALTO		NUEVO SAN MARTIN				3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	II	No	No	No	3.5G
	ALTO						3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	PACHACUTEC	No	No	No	3.5G
	ALTO			2G Y			3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	PAMPA HERMOSA	2.5G	No	No	3.5G
	ALTO						3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	PORVENIR	No	No	No	3.5G
	ALTO						3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	PROVIDENCIA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
	ALTO			2G Y			
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	PUERTO ARTURO	2.5G	2G Y 2.5G	No	No
	ALTO						
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	SAN FERNANDO	No	2G Y 2.5G	No	No
	ALTO		SAN JUAN DE				
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	PAMPLONA	No	2G Y 2.5G	No	No
	ALTO		SAN MIGUEL DE				
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	SHITARI	2G	No	No	No
	ALTO		SAN PEDRO DE				3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	CHINGANA	No	No	No	3.5G
	ALTO						3G Y
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	SAN RAMON	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G
	ALTO						
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	SANTO TOMAS	No	2G Y 2.5G	No	No
	ALTO			2G Y			
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	SORRAPA	2.5G	2G Y 2.5G	No	No
	ALTO						
LORETO	AMAZONAS	YURIMAGUAS	YAHUAR	No	2G Y 2.5G	No	No

						2G ; 2.5G ; 3G Y	3G Y
LORETO	ALTO AMAZONAS	YURIMAGUAS	YURIMAGUAS	2G	2G Y 2.5G	3.5G	3.5G
LORETO	ALTO AMAZONAS	YURIMAGUAS	ZAPOTE	2G Y	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MAYNAS	ALTO NANAY	SANTA MARIA DE NANAY	No	2G	No	No
LORETO	MAYNAS	BELEN	11 DE NOVIEMBRE	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MAYNAS	BELEN	28 DE JULIO	No	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	8 DE DICIEMBRE	No	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	BELEN	2G Y 4G	2G ; 2.5G ; 3G Y 3.5G	2G ; 2.5G ; 3G ; 3.5G Y	3G Y 3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	BELEN	BUENOS AIRES	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	CABO LOPEZ	2G	2G ; 2.5G ; 3G Y 3.5G	2G ; 2.5G ; 3G Y	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	CAÑAVERAL	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MAYNAS	BELEN	CENTRO MAZANA I ZONA	No	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	CENTRO MAZANA II ZONA	No	No	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	GABRIELA NUÑEZ	2G	2G Y 2.5G	2G ; 2.5G ; 3G Y 3.5G	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	HIPOLITO UNANUE	No	No	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	LIMON	No	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	LUPUNA I ZONA	No	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	MOHENA CAÑO	No	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	NUEVO CAMPEON	2G	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G
						2G ; 2.5G ; 3G Y	3G Y

LORETO	MAYNAS	BELEN	NUEVO LIBERAL	2G	No	3.5G 2G ; 2.5G ; 3G Y	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	BELEN	NUEVO SAN JOSE	2G	2G Y 2.5G	3.5G	3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	PROGRESO	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MAYNAS	BELEN	PUERTO ALEGRIA I	No	2G Y 2.5G	No	3G Y
LORETO	MAYNAS	BELEN	ZONA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	PUERTO ALEGRIA II	No	2G Y 2.5G	No	3G Y
LORETO	MAYNAS	BELEN	ZONA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	RAFAEL BELAUNDE	No	2G Y 2.5G	No	3G Y
LORETO	MAYNAS	BELEN	SAN ANDRES	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	SAN FRANCISCO	2G	2G Y 2.5G	2G ; 2.5G ; 3G Y	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	SAN JOSE	2G	2G Y 2.5G	3.5G	3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	SAN JUAN DE	2G	2G Y 2.5G	4G	3G Y
LORETO	MAYNAS	BELEN	MUNICH	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	SAN PABLO DE	No	No	No	3G Y
LORETO	MAYNAS	BELEN	LUPUNILLO	No	No	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	SAN PEDRO DE	No	No	No	3G Y
LORETO	MAYNAS	BELEN	HUASHALADO	No	No	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	SANTA ROSA	2G	No	No	3G Y
LORETO	MAYNAS	BELEN	SANTA ZULEMA	No	No	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	SEÑOR DE LOS	No	2G Y 2.5G	No	3G Y
LORETO	MAYNAS	BELEN	MILAGROS	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	BELEN	USHPA CAÑO	No	2G Y 2.5G	No	3G Y
LORETO	MAYNAS	FERNANDO	18 DE FEBRERO	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	LORES	FERNANDO	2G	2G Y 2.5G	No	3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	9 DE DICIEMBRE	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	FERNANDO	COLLPA	2G	2G Y 2.5G	No	3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	FERNANDO	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	LORES	INDEPENDIENTE	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MAYNAS	LORES	NUEVA PALESTINA	No	No	No	3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES		No	No	No	3.5G

		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	NUEVO AMAZONAS	2G	No	No	3.5G
		FERNANDO		2G Y			3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	NUEVO PROGRESO	2.5G	2G Y 2.5G	No	3.5G
		FERNANDO	NUEVO SAN JUAN				
LORETO	MAYNAS	LORES	DE MUYUY	2G	No	No	No
		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	NUEVO TRIUNFO	No	No	No	3.5G
		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	PANGUANA I ZONA	No	No	No	3.5G
		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	PIHUICHO ISLA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	PUEBLO LIBRE	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G
		FERNANDO		2G Y			3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	SAN FELIPE	2.5G	2G Y 2.5G	No	3.5G
		FERNANDO	SAN FRANCISCO DE				3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	ANGAMOS	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	SAN MARCOS	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G
		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	SAN RAFAEL	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	SANTA ANA I ZONA	No	No	No	3.5G
		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	TAMSHIYACU	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G
		FERNANDO	TAPIRA NUEVO II				3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	ZONA	No	No	No	3.5G
		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	TARAPOTO ISLA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	TIMAREO III ZONA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
		FERNANDO					3G Y
LORETO	MAYNAS	LORES	YARINACOCHA	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	INDIANA	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G
							3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	IQUIQUE	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	JORGE CHAVEZ	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	JOSE SICHAR VALDEZ	No	No	No	3.5G

							3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	MANCO CAPAC NUEVO SAN JUAN	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	DEL AMAZO	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	NUEVO TRIUNFO	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	NUEVO UCHIZA	No	No	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	INDIANA	PUERTO RICO	No	2G Y 2.5G	No	No 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	SAN LUIS	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	SAN RAFAEL	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	SANTA TERESA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	SANTA VICTORIA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	SUNI CAÑO	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	TIMICURILLO I ZONA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	TIMICURILLO II ZONA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	TIMICURILLO III ZONA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	INDIANA	TIMICURO II ZONA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	8 DE OCTUBRE	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	FRAY MARTIN	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	HUATURI	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 2G ; 2.5G ; 3G ;
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	IQUITOS	No	2G Y 4G	2G ; 2.5G ; 3G Y 3.5G	3.5G Y 4G 3G Y
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	LOBOYACU	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	MANACAMIRI SAN JOSE DE	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	LUPUNA SAN PABLO DE	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y

LORETO	MAYNAS	IQUITOS	CUYANA	No	No	No	3.5G
						2G ; 2.5G	
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	SAN PEDRO	No	2G Y 2.5G	3.5G	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	SANTA RITA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	TARAPOTO	No	2G Y 2.5G	No	No 3G Y
LORETO	MAYNAS	IQUITOS	TRES UNIDOS	No	No	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	AMAZONAS LAS	AGUAS NEGRAS	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MAYNAS	AMAZONAS LAS	CANAL PINTO	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MAYNAS	AMAZONAS LAS	CENTRO POBLADO MENOR DE YANASHI	No	2G	No	No
LORETO	MAYNAS	AMAZONAS LAS	FRANCIA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MAYNAS	AMAZONAS LAS	FRANCISCO DE ORELLANA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MAYNAS	AMAZONAS LAS	SANTA ELENA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MAYNAS	AMAZONAS LAS	SANTA MARTHA	No	2G Y 2.5G	No	No
LORETO	MAYNAS	AMAZONAS	SAPO PLAYA	No	2G Y 2.5G	No	No 3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	14 DE JULIO	No	No	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	MAZAN	200 MILLAS	2G Y 2.5G	No	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	MAZAN	BAGAZAN	No	No	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	MAZAN	CENTRO UNION	2G Y			3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	PARAISO	2.5G	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	CHISPA DE ORO	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	EL SALVADOR	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	ISRAEL	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	MAZAN	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G

LORETO	MAYNAS	MAZAN	NUEVO VARADERILLO	No	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	PETRONA ISLA	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	PINTU LLACTA	No	No	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	MAZAN	PUERTO ALEGRE	No	No	No	3G Y 3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	PUNTA ARENA SAN ANTONIO DE MIRAÑO	No	No	No	3.5G 3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	MAZAN	SAN ANTONIO DE ZAMBRANO	No	No	No	3G Y 3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	SAN JOSE SEÑOR DE LOS	No	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	MILAGROS TRIUNFO CENTRO	2.5G	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	MAZAN	VARADERILLO SAN LUIS TACSHA	No	No	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	NAPO	CURARAY	No	2G	No	No
LORETO	MAYNAS	NAPO	SANTA CLOTILDE	No	2G	No	No
LORETO	MAYNAS	PUNCHANA	LUPUNILLO	2G	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	PUNCHANA	MOMONCILLO	No	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	PUNCHANA	NUEVA UNION	2G	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	PUNCHANA	PADRECOCHA	2G	No	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	PUNCHANA	PORVENIR	No	No	No	3.5G
LORETO	MAYNAS	PUNCHANA	PUNCHANA	2G Y 4G	2G ; 2.5G ; 3G Y 3.5G	2G ; 2.5G ; 3G ; 3.5 Y 4G	3G Y 3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	PUNCHANA	SAN ANDRES	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	PUNCHANA	SAN FERNANDO	2G	2G Y 2.5G	No	3.5G 2G ; 2.5G

LORETO	MAYNAS	PUNCHANA	SANTA MARIA DE FATIMA	2G	No	; 3G Y 3.5G 2G ; 2.5G	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	PUNCHANA	SANTA ROSA DEL AMAZONAS	2G	No	; 3G ; 3.5 Y 4G 2G ; 2.5G ; 3G Y	3G Y 3.5G 3G Y
LORETO	MAYNAS	PUNCHANA	SANTO TOMAS	2G	2G Y 2.5G	3.5G	3.5G
LORETO	MAYNAS	BAUTISTA	13 DE FEBRERO	No	2G Y 2.5G	No	No
						2G ; 2.5G ; 3G Y	3G Y
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	25 DE ENERO	2G	2G Y 2.5G	3.5G	3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	3 DE OCTUBRE	No	No	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	AGUA BLANCA	No	No	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	BUENA ESPERANZA	No	2G Y 2.5G	No	3.5G
						2G ; 2.5G ; 3G Y	3G Y
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	CABO LOPEZ	2G Y 2.5G	No	3.5G	3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	CAHUIDE	No	2G Y 2.5G	No	No
						2G ; 2.5G ; 3G Y	3G Y
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	CRUZ DEL SUR	2G	2G Y 2.5G	3.5G	3.5G
						2G ; 2.5G ; 3G Y	3G Y
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	LOS DELFINES	2G Y 2.5G	2G Y 2.5G	3.5G	3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	MORALILLO	No	No	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	NINA RUMI	No	Si	No	No
							3G Y
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	NUEVA ESPERANZA	No	No	No	3.5G
							3G Y
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	NUEVO MILAGRO	No	No	No	3.5G
						2G ; 2.5G ; 3G Y	3G Y
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	PEÑA NEGRA	2G	2G Y 2.5G	3.5G	3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	PUERTO ALMENDRAS	No	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G
						2G ; 2.5G	

LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	QUISTOCOCHA	2G	2G Y 2.5G	; 3G ; 3.5G Y 4G 2G ; 2.5G	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	RUMOCOCHA	No	2G Y 2.5G	; 3G Y 3.5G	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	SAN CARLOS	No	No	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	SAN JOSE	No	No	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	SAN JUAN	2G Y 4G	2G ; 2.5G ; 3G Y 3.5G	; 3G Y 3.5G	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	SAN LUCAS	No	2G Y 2.5G	No 2G ; 2.5G	No
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	SANTA CLARA	2G	2G ; 2.5G ; 3G Y 3.5G	; 3G Y 3.5G 2G ; 2.5G	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	SANTO TOMAS	No	2G Y 2.5G	; 3G ; 3.5G Y 2G ; 2.5G	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	UNION PROGRESO	2G	2G Y 2.5G	; 3G Y 3.5G	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	VARILLAL	No	2G Y 2.5G	No	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	VILLA EL BUEN PASTOR	No	No	No 2G ; 2.5G	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	SAN JUAN BAUTISTA	ZUNGARO COCHA	No	2G Y 2.5G	; 3G Y 3.5G	3G Y 3.5G
LORETO	MAYNAS	TORRES CAUSANA	ANGOTEROS MONTERRICO	No	2G	No	No
LORETO	MAYNAS	TORRES CAUSANA	PANTOJA	No	2G	No	No

**ANEXO 4. BASE RECOPIADA DE INVESTIGACION PROPIA “Características de amperaje y voltaje las baterías en las marcas más comerciales”**

Volt. Cont.		Voltaje	Corriente	Corriente	Tipo de
MARCA	MODELO	bat	carg.	carga	bateria
SAMSUNG	A736	4.1v	4.75v	550mA	
SAMSUNG					
SAMSUNG	B110L C166-		4.75v	400mA	
SAMSUNG	C266				
SAMSUNG	C275	4.1v	4.75v	400mA	
SAMSUNG	C276	4.1v	4.75v	550mA	
SAMSUNG	C406				
	C426-				
SAMSUNG	C506				
SAMSUNG	C516	4.17v	5v	700mA	
SAMSUNG	D836				
SAMSUNG	D900		5v	700mA	
SAMSUNG	E215	4.17v	4.75v	400mA	
SAMSUNG	E236		5v	700mA	
SAMSUNG	E256		5v	700mA	
SAMSUNG	E356				
SAMSUNG	E376				
SAMSUNG	E576		5v	700mA	
SAMSUNG	E630				
SAMSUNG	E715				
SAMSUNG	E746		4.75v	400mA	
SAMSUNG	E786				
SAMSUNG	E1075	3,5v	4.75v	550mA	
SAMSUNG	E1085L	3,5v	4.75v	400mA	
SAMSUNG	E1117	3.48v			

SAMSUNG	E2120	3.50v	4.75v	550mA
SAMSUNG	E2210	3.50v	4.75v	550mA
SAMSUNG	F250		4.75v	400mA
SAMSUNG	F275	4.0v	4.75v	400mA
SAMSUNG	F300		5v	700mA

SAMSUNG	F480L	4.0v	5v	700mA		
SAMSUNG	i455	1v	5v	700mA		
SAMSUNG	i637					
SAMSUNG	i8510	2.8v	5v	700mA		
SAMSUNG	i900L	2.94	5v	700mA		
SAMSUNG	J700i	4.0v	4.75v	400mA		
SAMSUNG	J700L		4.75v	400mA		
SAMSUNG	M130L	2,2v	4.75v	400mA		
SAMSUNG	M140L	2v	4.75v	400mA		
SAMSUNG	M310L		4.75v	400mA		
SAMSUNG	M320L	4.1v	4.75v	400mA		
SAMSUNG	M2310	4.0v	4.75v	550mA		
SAMSUNG	M2510	4,2v	4.75v	550mA		
SAMSUNG	M7600L	4,2v	5v	700mA		
SAMSUNG	S3650	4,2v	4.75v	550mA		
SAMSUNG	S5230	4.7v				
SAMSUNG	S8000L	4,2v	5v	700mA		
SAMSUNG	T459					
SAMSUNG	T519		5v	700mA		
SAMSUNG	U106		5v	700mA		
SAMSUNG	U600		5v	700mA		
SAMSUNG	U900		4.75v	400mA		
SAMSUNG	X156					
SAMSUNG	X480					
SAMSUNG	X526					
SAMSUNG	X566					
SAMSUNG	X636					
SAMSUNG	X656					
SAMSUNG	X836	4.1v	5v	700mA		
HUAWEI	3125i	4,3V	5v	650mA	600mA	
HUAWEI	3223	4,3V	5v	650mA		
HUAWEI	3228	3v	5v	500mA		
HUAWEI	F316		5,0v	500mA	600mA	
HUAWEI	G510	0.87v	5,0v	1.0A	1700mA	Li-Ion Battery
HUAWEI	G526	1.03v	5,0v	1.0A	2020mA	Li-Ion Battery
HUAWEI	G1101		5v	300mA		
HUAWEI	G1157	2.5v	5v	300mA	550mA	
HUAWEI	G2100	vaja 0,6v			700mA	
HUAWEI	G2800	3,81v	5v	500mA	600mA	

HUAWEI	G3511			650mA	650mA	
HUAWEI	G3512	3.7V	5,0v	500mA	650mA	
HUAWEI	G5010	2.9v	5v	400mA	650mA	
HUAWEI	G5500				800mA	
HUAWEI	G5730	3,1v				
HUAWEI	G6003				600mA	
HUAWEI	G6005	2,91v	5,0v	400mA	600mA	
HUAWEI	G6007	4.2v	5,0v	400mA	600mA	Li-Ion Battery
HUAWEI	G6151		5,0v	400mA	1000mA	
HUAWEI	G6600	0.70v –				
HUAWEI	U2900			400mA		
HUAWEI	U3220	0.11v – 0.70v			1150mA	
HUAWEI	U5200					
HUAWEI	U5300					Li-ion Battery
HUAWEI	U6020					
HUAWEI	U6150		5,0v	400mA	1100mA	li-ion Battery
HUAWEI	U8150b		5,0v	1.0A	1200mA	
HUAWEI	U8350	0.40v	5,0v	1.0A	1200mA	li-ion Battery
HUAWEI	U8655				1250mA	
HUAWEI	U8667	1,25v			1700mA	
HUAWEI	U8820				1400mA	
HUAWEI	U8860		5,0v	1.0A	1880mA	
HUAWEI	U9200		5,0v	1.0A	1670mA	
HUAWEI	Y210	0.7 v	5,0v	400mA	1700mA	Li-ion Battery
HUAWEI	Y220	4.2v	5,0v	550mA	1350mA	Li-ion Battery
HUAWEI	Y300	1,25v	5,0v	400mA	1730mA	li-ion Battery
HUAWEI	Y320	4.5v	5,0v	550mA	1350mA	li-ion Battery
HUAWEI	Y321		5,0v	550mA		

HUAWEI	Y330		5,0v	550mA		
HUAWEI	Y550		5,0v	1.0A	2000mA	li-ion Battery
AIRIS	TM420M	4.4V			1500mA	li-ion Battery
AIRIS	TM520M	4,2v				
AIRIS	TM485M	4,2v			1400mA	li-ion Battery
UTStarcom	128	2.99v	5v	650mA		
UTStarcom	1218	2.99v	5v	650mA		
UTStarcom	1238	2.92v	5,0v	650mA	550mA	
UTStarcom	1328	2.92v	5v	500mA		
UTStarcom	748		5v	600mA		
UTStarcom	779	3.82V				
UTStarcom	708					
UTStarcom	GPFE128	2,9v	5,0v	650mA		
UTStarcom	GTX212		5,0v	650mA	720mA	
SONY	C510	0,200 v				
SONY	C702					
SONY	C902					
SONY	C905					
SONY	E10a	2,8 V				
SONY	E15				1200mA	
SONY	F305					
SONY	J100					
SONY	J105a				950mA	
SONY	K200					
SONY	K310					
SONY	K330					
SONY	K550n					
SONY	K700i					
SONY	K790					
SONY	K810					
SONY	K850					
SONY	M1a	4,0V	5,0v	850mA	1500mA	
SONY	P1					
SONY	P800					
SONY	P900n					
SONY	P910					
SONY	P990					
SONY	R300					
SONY	R306	3,81v	4,9v	450mA	930mA	
SONY	T250a					

SONY	T303				
SONY	U1				
SONY	U5a				
SONY	U20a	2,8 V	5,0v	850mA	970mA
SONY	W100a	4,0V	5,0v	550mA	1000mA
SONY	W150a	4,0V	5,0v	850mA	970mA
SONY	W200n				
SONY	W205	3,85v	5.0v	350mA	
SONY	W300				
SONY	W302	3,85v	4,9v	450mA	950mA
SONY	W350				
SONY	W380	3,99v	4,9v	450mA	
SONY	W395		4,9v	700mA	
SONY	W508				920/900mA
SONY	W580	3,89v	4,9v	450mA	
SONY	W595				
SONY	W600				
SONY	W610n				
SONY	W705				
SONY	W760	3.81	4,9v	700mA	930mA
SONY	W800				
SONY	W810				
SONY	W880				
SONY	W890	voltaje	4,9v	450mA	950mA
SONY	W910				
SONY	W950				
SONY	W980				
SONY	X1				
SONY	X10	4,0V	5,0v	700mA	1500mA
SONY	X10mini				
SONY	Z300				
SONY	Z310		4,9v	450mA	750mA
SONY	Z520				
SONY	Z550				
SONY	Z750				

---