



**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES
AUTÓNOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE
URACCAN**

MONOGRAFÍA

**DIAGNÓSTICO BIOFÍSICO Y SOCIOECONÓMICO DE LA
CUENCA BILWI TINGNI, PUERTO CABEZAS, RAAN**

**PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO
AGROFORESTAL**

AUTORES

BR. ULISES CORDÓN SUÁREZ

BR. WILFREDO JOHNSON ST.CLAIR

TUTOR

MA. ENRIQUE CORDÓN SUÁREZ

BILWI, RAAN, NOVIEMBRE DEL 2008

Con mucho cariño a mis padres, por ser ejemplos vivos a seguir, a mi esposa y hermanos/as por su apoyo incondicional.

En especial a mí querida hija Keysi Córdón Thomas, por ser el motivo de mi inspiración y perseverancia.

Ulises Córdón Suárez

A mi familia, especialmente a mis padres Facundo Johnson e Isabel St.clair que me dieron el regalo de la vida y a mi tía Carmen Johnson que me dio todo su apoyo en todo este proceso de mi preparación como profesional.

Wilfredo Johnson St.clair

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar al Dios todopoderoso, dador de la vida, la sabiduría e inteligencia por permitirnos la oportunidad de escalar un peldaño más en la vida.

A la universidad URACCAN, por abrirnos el espacio de formar parte de los recursos humanos profesionales que se preparan en este recinto.

Al proyecto PATHWAY II "Support to Graduation Research Projects of Indigenous and Afrodesendent Students in URACCAN" de la fundación FORD, por brindarnos su apoyo económico para poder elaborar nuestro trabajo monográfico.

A todos lo docentes de este recinto que compartieron con nosotros sus valiosos conocimientos científicos para nuestra formación académica, especialmente a nuestro tutor el MA. Enrique Cordon Suárez que sin su ayuda no hubiera sido posible este trabajo.

A todos nuestros compañeros de clases por compartir juntos experiencias inolvidables y solidarizarnos mutuamente en el desarrollo de este y otros trabajos.

Ulises Cordon Suárez
Wilfredo Johnson St.clair

ÍNDICE

	Portada	i
	Dedicatoria	
ii	Agradecimiento	
iii	Índice de contenidos	
iv	Resumen	
vi		
I.	INTRODUCCIÓN	
	1	
II.	OBJETIVOS	
	3	
III.	MARCO REFERENCIAL	
	4	
	3.1 Diagnostico de una cuenca	
4	3.2 Clasificación de una cuenca	
5	3.3 Componentes de una cuenca	
5	3.4 Diagnostico biofísico	
7	3.5 Configuración de una cuenca	
8	3.6 Zonas de aporte de agua	
9	3.7 Características morfométricas	
11	3.8 Vocación y aprovechamiento	
17	3.9 Diagnóstico socioeconómico	
18		
	3.10 Plan de Ordenamiento urbano	
19		
	3.11 Coliformes como indicadores de calidad del agua	
20		
IV.	METODOLOGÍA	
	21	
	4.1 Apertura de la investigación	
	21 4.2 Tipo y área de estudio	
21	4.3 Universo y muestra	
	21 4.4 Variables e indicadores	
	23 4.5 Métodos, técnicas e instrumentos	
	25 4.6 Mecanismos de procesamiento y análisis	
26		

V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
27		
	5.1 Aspectos Biofísicos	
27	5.1.1 Morfometría de la cuenca	
27	5.1.2 Geología y clasificación de suelos	
34	5.1.3 Zona de vida	
36	5.1.4 Uso de suelo	
37	5.1.5 Hidrología	
38	5.1.6 Vegetación y bosque	
41	5.1.7 Fauna	
44	5.1.8 Climatología	
45	5.2 Aspectos socioeconómicos	
47	5.2.1 Aspectos económicos	
47	5.2.2 Aspectos sociales	48
	5.2.3 Principales problemas que contribuye a la degradación ambiental de la cuenca	
	51	
VI.	CONCLUSIONES	
	54	
VII.	RECOMENDACIONES	
	56	
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	
	57	
IX.	ANEXOS	
	59	
X.	GLOSARIO	
	63	

RESUMEN

Este estudio monográfico presenta los resultados de un diagnóstico biofísico y socioeconómico de la cuenca Bilwitingni, identificando las principales potencialidades de sus recursos biofísicos, así también los factores socioeconómicos que contribuyen a su degradación.

El estudio es descriptivo y de corte transversal, tomando como referencia el periodo 2008. El universo del estudio lo comprende toda el área de la cuenca Bilwitingni que posee una extensión de 16.01 km². Para la descripción de los componentes biofísicos se definieron tres secciones de trabajo; **la zona alta, media y baja**, en donde se hizo un registro detallado de las variables biofísicas y ambientales; en cambio la información socioeconómica, se hizo a través de entrevistas abiertas a los pobladores de los barrios, las autoridades municipales y comunales.

Esta cuenca es de mucho valor social y ambiental para la ciudad de Bilwi, ya que cubre el 59 % de su territorio todo su red de drenaje atraviesan 23 de los 25 barrios que conforman la ciudad.

Los datos morfométricos de la cuenca Bilwitingni indican que es una cuenca pequeña de forma ovalada y de acuerdo a su ubicación geográfica una cuenca urbana. De igual manera es una cuenca exorreica ya que todo su sistema de drenaje se descarga directamente hacia el mar caribe, sector de la bocanita.

La cobertura vegetal es mínima cubriendo únicamente el 8% del área total de la cuenca, en la parte alta predominan bosques jóvenes de pinares que alcanza una cobertura de 0.175 Km², en la media predominan asociaciones de bosques latifoliados con pinares que llegan a alcanzar una extensión de 0.38 Km² y en la zona baja manglares con 0.66 Km². La fauna predominante se compone de aves y crustáceos, en menor cantidad reptiles, la mayoría ubicados en la zona baja de la cuenca.

El suelo de la cuenca es de origen aluvión compuesto de arena arcilla, gravas y rodados (AID/RIC 1996) citado por Miranda y Pereira 2002.

El orden al que pertenece el suelo es a Ultisoles según el mapa de suelos elaborado por el Proyecto (CRIES), “Sistema Comprensivo del Inventario y Evaluación de los Recursos”) en el año 1988. La textura predominante es franco arcillosa con poca presencia de materia orgánica a excepción de la zona baja donde se puede cosechar cultivos domésticos perennes y anuales.

El análisis bacteriológico del agua de la cuenca baja refleja un nivel de contaminación fecal significativo; se encontró mas de 5,000 colonias de Coliformes fecales, encima de los niveles permisibles establecido por la OMS, (0 colonias) para consumo humano, lo cual hace no apto para consumo humano ni otras actividades sin embargo, el análisis de las aguas de la zona alta reflejaron que el agua aunque no es potable es utilizado por los pobladores para otras actividades como el lavado de ropa y baño.

La zona media de la cuenca cubre 20 de los 25 barrios de la ciudad de Bilwi, es donde se concentra la mayor intervención antropogénica así también es en esta zona donde se haya mayor degradación ambiental. Los principales problemas de la cuenca son: la contaminación de sus aguas a través del manejo inadecuado de los desechos sólidos y líquidos, el desorden urbanístico que se traduce en la sobre población, así como la ubicación de las casas en áreas no debidas como las orillas de los tributarios del río de la cuenca.

Se debe elaborar un programa de ordenamiento de uso de la cuenca dirigido por la municipalidad involucrando a la población afectada de tal manera que permita rescatar y fortalecer las medidas de protección, ya que cualquier afectación a la cuenca repercute a la población asentada en ella.

I. INTRODUCCIÓN

El diagnóstico de la cuenca Bilwitingni es un requisito indispensable y necesario para planificar el manejo de sus recursos naturales, ya que aquí se identifican las potencialidades y limitaciones de sus recursos en beneficio de los pobladores que habitan el área.

La ciudad de Bilwi, cabecera del municipio de Puerto Cabezas, es atravesada por afluentes de dos pequeñas cuencas hidrográficas, siendo los ríos Bilwitingni y La Bocana; ambos desembocan en el mar caribe (*mapa No. 1- pp. 27*).

Conversaciones sostenidas con algunos habitantes de la cuenca, reflejan que *antes de los años 80, Bilwitingni se encontraban en un mejor estado biofísico, tenían más del 80% de sus áreas cubiertas de una vegetación muy diversa, sus afluentes eran muy vivos, el agua circulaba durante todo el año y algunos sitios (pozas) servían como espacios de pesca y caza (cusucos y garrobos) para muchos pobladores, a simple vista no se observaba afectación de sus recursos naturales flora y fauna (Sr. Rito flores, 75 años de edad)*.

Sin embargo, con la guerra civil de la década de los ochenta, gran parte de la población comunitaria y de otros municipios, emigraron hacia la ciudad de Bilwi, asentándose de manera desordenada en las periferias de la ciudad, así también dentro de la cuenca Bilwitingni y en las orillas de sus cauces, se delimitaron los terrenos, al mismo tiempo se inició la extracción de la vegetación, materiales de construcción (arena y grava) de manera intensiva, siendo las partes altas y medias de la cuenca las más afectadas.

La situación de deterioro del estado natural de Bilwitingni se aceleró con la extracción intensiva de materiales básicos como la leña y el establecimiento de pequeños huertos muy dispersos; como una forma de sobrevivencia. En la actualidad la cuenca presenta problemas profundos de deterioro que se visualizan a través de la pérdida del caudal de agua del río, un desorden urbanístico, cercas que bloquean el drenaje natural e inundaciones constantes y un significativo grado de contaminación provocada principalmente por

la acumulación de desechos sólidos urbanos como plásticos, materia orgánica en descomposición, heces fecales y aguas residuales.

Este estudio se centra en presentar los resultados de un diagnóstico biofísico y socioeconómico de la cuenca Bilwitingni, identificando las principales potencialidades de sus recursos y factores socioeconómicos que contribuyen a su degradación que a la larga se convierten en problemas ambientales. Esta pequeña cuenca es de mucho valor social para la ciudad de Bilwi, ya que cubre el 59% del territorio de la ciudad de Bilwi (27.21 km²), y todo su sistema tributario y redes de drenaje atraviesan 23 de los 25 barrios que conforman toda la ciudad, sirviendo como caudal de drenaje de toda la ciudad facilitando el escurrimiento de las lluvias; de alguna manera esto evita la ocurrencia de inundaciones periódicas y la proliferación de enfermedades. Sin embargo la participación de la población local en el cuidado del recurso debe de ser activa y efectiva para lograr este objetivo.

Actualmente en épocas de verano la parte alta de la cuenca se seca totalmente reflejando la gran acumulación de desechos sólidos diversos en la zona media y baja; por otro lado, en época de invierno y con la subida del caudal de agua, toda esta basura acumulada bloquea el paso libre del agua provocando inundaciones en algunos sectores de su recorrido perjudicando a sus pobladores y favoreciendo la proliferación de enfermedades.

Con este diagnóstico pretendemos crear una herramienta básica para definir acciones de saneamiento y conservación. Otro interés en particular, es que somos egresados de la carrera de Ingeniería agroforestal, pertenecemos a la etnia Miskita, nacidos en el municipio de Puerto Cabezas, por lo que estamos comprometidos con la protección del medio ambiente, el uso y manejo responsable de los recursos naturales.

II. OBJETIVOS

General

Desarrollar un diagnóstico biofísico y socioeconómico de la cuenca Bilwitingni, identificando las principales potencialidades de sus recursos y factores que contribuyen a su degradación.

Específicos

1. Describir los principales componentes biofísicos de la cuenca Bilwitingni determinando el grado de deterioro.
2. Describir las principales actividades socioeconómicas desarrolladas por los pobladores dentro de la cuenca que contribuyen a su deterioro.
3. Identificar los principales problemas ambientales que inciden en el deterioro de la cuenca Bilwitingni.

III. MARCO REFERENCIAL

3.1 Diagnóstico de una cuenca

El diagnóstico de una cuenca constituye un requisito indispensable y necesario para planificar e implementar proyectos de desarrollo orientados con el fin de lograr el uso sostenible de los recursos naturales considerando las potencialidades y limitantes de estos recursos. Esto incluye conocer los elementos naturales y sociales que se interrelacionan entre si para dar vida a la misma.

Los propósitos básicos de un diagnostico son; conocer las potencialidades, los problemas del área, sus causas, y los efectos relacionados con las actividades que se desarrollan. Esto con miras a realizar una interpretación de las situaciones que se presentan con el fin de formular acciones viables para ofrecer buenos servicios.

Morales (1999:1), define una cuenca como, “un territorio que es delimitado por la propia naturaleza esencialmente por los limites de la zonas de escurrimiento de las aguas superficiales que convergen hacia un mismo cause... la cuenca sus recursos naturales y sus habitantes poseen condiciones físicas, biológicas económicas, sociales y culturales que les confieren características que son particulares de cada una”. Este concepto de Morales demuestra claramente que la cuenca es una unidad integral que no puede estar desligado de la naturaleza misma y la población que la habita, ya que el agua y el suelo es la fuente de vida para el hombre.

Morales sigue diciendo de que Fisiográficamente “es una superficie de terreno que drena las aguas pluviales hacia un cuerpo de agua superficial, delimitada por la divisoria topográfica que separa el drenaje que fluye en esa área del que drena en áreas vecinas, es decir que es el área que demarca la esorrentía superficial por efectos de la gravedad”.

3.2 Clasificación de cuencas

- **Subcuenca**

(Morales, 1999:5) es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca, es de un tamaño menor intermedio donde existe un solo ambiente ecológico y una cultura hídrica. Todo su drenaje se relaciona directamente con las diferencias de altura que existen en la cuenca.

- **Micro cuenca**

Es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de una subcuenca, es una unidad geográfica de desarrollo con características muy propias y en muchos casos únicas". En cambio la pagina Web (<http://www.csj.gob.sv/leyes>) refleja que "es un área de terreno delimitada naturalmente por las partes más altas y en donde todas las aguas superficiales y subterráneas van a un desaguadero común, llámese: río, riachuelo, quebrada, ojo de agua y arroyo".

Sin embargo tomando en consideración el tamaño de la cuenca y siguiendo el criterio de investigadores como "**V. T. Chow**", se pueden definir como Cuencas Pequeñas aquellas con áreas menores a 250 km², mientras que las que poseen áreas mayores a los 2,500 km² se clasifican dentro de las Cuencas Grandes.

3.3 Componentes de una cuenca hidrográfica

Morales (1999:3), menciona que los componentes que se encuentran interactuando o en combinación en una cuenca hidrográfica son:

Aspectos biofísicos	
Localización	Limites, comunidades, latitud y longitud
Fisiografía y relieve	Cordilleras, elevaciones y paisajes.
Morfometría	Superficies (ha), elevaciones (msnm), pendiente (%), longitud de los cursos de agua, perfiles de los causes principales, pendiente de los ríos principales y red de drenaje.
Geología	Origen, procesos, formación o cambios en el suelo.
Suelos	Clasificación de los Suelos de la Cuenca, Usos actuales, capacidad de uso, áreas críticas por medio del uso de la tierra.
Zonas de vida	Mapa ecológico, tipos y zonas.
Clima	Precipitación, temperatura, velocidad de viento y evapotranspiración.
Hidrológica	Potencial hídrico, potencialidades de crecientes, calidad de agua, determinación del caudal.
Vegetación (Bosques)	Especies predominantes, zonas de explotación, deterioro, tipo de recursos, zonas potenciales (Tipos de bosques, especies, altura, diámetro, volumen, Fauna silvestre).
Vida silvestre	Habitad de la cuenca, especies.
Parques	Describir si existen áreas protegidas.
Aspectos socioeconómicos	
Población	Densidad poblacional, distribución, tenencia de la tierra, presión sobre los recursos.
Situación de la población	Organizaciones, servicios públicos básicos, infraestructura y vivienda.
Economía	Actividades de trabajo, (madera, minas, pesca, turismo y como influye sobre los recursos de la cuenca), propiedad de la tierra.
Situación institucional y legal	Apoyo de las autoridades, ONGs presentes, plan de desarrollo (Plan de ordenamiento/reordenamiento urbano), programas y leyes de protección.

Todos estos componentes se hallan en una interacción dinámica y armónica: son interdependientes, por tanto serán motivo básico de nuestra investigación el conocerlos en la cuenca de Bilwitigni.

3.4 El diagnóstico biofísico

El diagnóstico biofísico permite conocer los elementos bióticos, abióticos y fisiográficos que se interrelacionan en un medio natural. El diagnóstico de una cuenca generalmente se orienta en conocer en detalle estos elementos, por tanto es necesario establecer un patrón de orden dentro de la cuenca a través de una definición de sus partes.

De acuerdo a Rodríguez (1996), citado en Morales 2000, las partes constitutivas de una cuenca hidrográfica son las siguientes.

- ***Cuenca de recepción***

Es la región alta de una cuenca donde se reúne la casi totalidad de las precipitaciones y de ella proviene el caudal líquido originado por las tormentas como también el caudal sólido; es en esta zona donde presentan los fenómenos erosivos.

- ***Garganta***

Es el canal por donde transita el caudal sólido y líquido del torrente. El total del material transportado (Caudal sólido) se origina tanto del material erosivo proveniente de la cuenca de recepción como la de la erosión de los diversos cauces de esta.

- ***Zona de depósito***

Es el lugar de depósito o sedimentación según sea si el régimen hidrológico es de carácter torrencial o fluvial; el material transportado por la garganta y las diversas formas que presenta obedece a la dinámica geomorfológico.

- ***Canal de desagüe***

Esta parte constitutiva de una Cuenca es inherente a los ríos torrenciales y constituye una zona en que las aguas han quedado libres de acarreo.

Consideramos que esta clasificación es un tanto general para poder desarrollar un diagnóstico, sin embargo nos permitirá organizar

nuestro trabajo de levantamiento de datos en el campo, a través de la definición de las zonas de mayor impacto natural.

3.5 Configuración de una cuenca

Por otro lado en la configuración de una cuenca hidrográfica existen cinco elementos principales que son:

- **Divisoria topográfica**

Es la línea que circunscribe la cuenca hidrográfica a partir de un punto determinado en el cauce representa la línea altimétrica de mayor elevación que delimita ortográficamente a dos cuencas vecinas

- **Red hidrográfica**

Se denomina red hidrográfica o de drenaje al conjunto de todos los cursos naturales de agua, permanentes o estacionales, por donde discurren las aguas de escorrentía.

$$D_d = \frac{\sum L_i}{S}$$

La densidad de drenaje, D_d , (km/km^2):

L_i : longitud curso de agua (km);

S : superficie de la cuenca (km^2)

$\sum L_i$: suma de la longitud, en km, de todos los cursos de agua de la cuenca, permanentes o no, cualquiera que sea su importancia.

Cuenca pobremente drenada: $D_d = \leq 0.6 \text{ km}/\text{km}^2$

Cuenca bien drenada: $D_d > 3 \text{ km}/\text{km}^2$

- **Las vertientes**

Constituye el área comprendida desde la divisoria hasta el cauce. Son las áreas de captación y constituye las zonas más estratégicas de la cuenca, dado que en ellas la susceptibilidad del fenómeno de

erosión es altamente significativo y el mantenimiento de una cubierta vegetal protectora de calidad es definitivamente indispensable para los equilibrios de los valles.

- ***El valle o cuenca baja***

Representa el área más o menos plana que existe entre la finalización de la vertiente empinada y el cauce. Es la zona de menor altitud y donde generalmente se encuentran los cultivos agrícolas y asentamientos humanos, aquí la conjunción de las corrientes tributarias ha formado un río o arroyo de regular caudal que divaga en las planicies de leve pendiente.

- ***Los interfluvios***

Son sectores del terreno generalmente de forma triangular que se encuentran entre dos cuencas vecinas y drenan directamente al río receptor. Estas áreas tienen en el manejo de cuencas una importancia significativa ya que su comportamiento se refleja rápida y directamente en la cantidad y calidad y régimen hidrológico del río receptor

3.6 Zonas de aporte de agua

- ***Zona de aporte o zona alta***

Esta zona corresponde a las áreas que originan nacimiento de los ríos y esta destinada a zonas de protección y sistemas agrosilvopastoril; generalmente en ella se encuentran las pendientes más fuertes.

- ***Zona de concentración o zona media***

Esta zona corresponde a las áreas de mayor intensidad productiva (Agropecuaria, Forestal, etc.) presentan mayor degradación y las pendientes en la mayoría de los casos son moderadas con relación a la zona de aporte.

- **Zona de depósito o zona baja**

Esta zona corresponde a las áreas más planas y valles, en ellas predominan la explotación intensiva agropecuaria por lo que los efectos de inundación y sedimentación son mas evidentes.

Para efectos prácticos de este estudio la cuenca Bilwitigni también será dividida en tres secciones, siendo la cuenca alta, la cuenca media y la cuenca baja.

Clasificación de acuerdo al destino final del escurrimiento

Por otro lado existen criterios utilizados para la clasificación de cuencas de acuerdo al destino final del escurrimiento y pueden ser:

- **Arreica**

Son aquellas que no vierten sus aguas ni en un embalse interior ni al mar sino que los escurrimientos se pierden en los cauces por evaporación o infiltración sin que en éste último caso se conviertan en corrientes subterráneos.

- **Criptorreica**

Son aquellas cuyo escurrimiento no corresponden a un drenaje superficial aparente si no que carecen de una red fluvial permanente y organizada y corren como ríos subterráneos.

- **Endorreica**

Son aquellas cuyas áreas de captación, conjunta su sistema de corriente a un embalse o lago interior sin llegar al mar. Se les denomina también cuenca lacustre.

- **Exorreica**

Son aquellas cuencas en las que la humedad drenada por el sistema de corriente llega al mar ya sea por vía superficial o subterránea.

3.7 Características morfométricas

- **Tamaño**

El tamaño de una cuenca indica la superficie del área drenada, es decir cubre el perímetro total de la cuenca. Generalmente se indica en Km² aunque también se puede expresar en Hectáreas, sobre todo tratándose de cuencas pequeñas.

Por lo general los caudales de escurrimiento crecen a medida que aumenta la superficie de la cuenca, por lo tanto el crecimiento del área actúa como un factor de compensación de modo que es más común detectar crecientes instantáneas en cuencas pequeñas más que en las grandes cuencas.

En cuencas pequeñas la tasa de escurrimiento esta influenciado en gran parte por la precipitación.

- **Forma**

Esta característica tiene fundamental importancia en la cantidad de esorrentía para una misma área y una misma intensidad de lluvia. La forma de la cuenca controla la velocidad con que el agua llega al cauce Principal cuando sigue su curso desde el origen hasta la desembocadura.

Para obtener los parámetros que caracterizan la forma de la cuenca se utiliza el Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius.

Este está definido como la relación entre el perímetro P y el perímetro de un círculo que contenga la misma área A de la cuenca hidrográfica:

$$A = \pi \cdot r^2 \quad r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$K = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{A}{\pi}}}$$

$$K = \frac{\sqrt{\pi}}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

$$K = 0.282 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Siendo:

A área de un círculo, igual al área de la cuenca

r radio de un círculo de igual área que la cuenca

P perímetro de la cuenca

K índice o coeficiente de compacidad de Gravelius

Por la forma como fue definido: $K \geq 1$. Obviamente para el caso $K = 1$, obtenemos una cuenca circular.

si $K =$

Cg	Forma
1,00 - 1,25	Redonda
1,25 - 1,50	Ovalada
1,50 - 1,75	Oblonga
>1,75	Rectangular

El índice será mayor o igual a la unidad, de modo que cuanto más cercano a ella se encuentre, más se aproximará su forma a la del círculo, en cuyo caso la cuenca tendrá mayores posibilidades de producir crecientes con mayores picos (caudales). Por otra parte "K" es un número adimensional independiente de la extensión de las cuencas. Por contrapartida, cuando "K" se aleja más del valor unidad significa un mayor alargamiento en la forma de la cuenca.

Cuencas con formas circulares presentan mayores posibilidades de generar avenidas torrenciales que cuencas alargadas. La causa es que las líneas de flujo de escorrentía, siguen una trayectoria corta y son más sincrónicas en cuencas con forma circular. La relación de circularidad es un indicador morfométrico de cuencas con perímetros aproximadamente circulares.

- **Perímetro**

El perímetro (P) es la longitud del límite exterior de la cuenca y depende de la superficie y la forma de la cuenca.

Los Parámetros asociados a la Longitud

- *Longitud de la cuenca*

Es la longitud de una línea recta con dirección “paralela” al cauce principal

- *Longitud del cauce principal*

La longitud de un río es la distancia entre la desembocadura y el nacimiento.

- *Longitud del cauce principal según el factor de forma de Horton*

$$L = 1.41 A^{0.568}$$

Las observaciones de un buen número de cuencas reales en todo el mundo permiten establecer la siguiente relación entre el área de la cuenca A y el área de un cuadrado de longitud L, siendo L la longitud del cauce principal.

- *Longitud máxima (Lm) o recorrido principal de la cuenca.*

La longitud máxima o recorrido principal de la cuenca (Lm), es la distancia entre el punto de desagüe y el punto más alejado de la

cuenca siguiendo la dirección de drenaje. El recorrido principal, es la máxima distancia recorrida por el flujo de agua dentro de la cuenca.

- ***Elevación media***

La elevación media de una cuenca es un factor que se relaciona a la temperatura y a la precipitación. A su vez la variación de la temperatura influye en la variación de las pérdidas de agua por evaporación.

- ***Pendiente***

La pendiente de la cuenca de drenaje, tiene gran importancia, pues guarda su relación compleja, con el grado de infiltración, la escorrentía, la humedad del suelo y con la contribución del agua subterránea a la corriente del cauce. Por lo tanto esta es una característica importante de la cuenca, ya que condiciona la velocidad del escurrimiento superficial y subterráneo y en un momento dado predice la erosión que este produce en función del uso y manejo que se puede dar al suelo en sus vertientes.

- ***Red de drenaje***

Una característica de cualquier cuenca y que interviene enormemente en la magnitud de escurrimiento es la red de drenaje.

Las características de una red de drenaje son las siguientes:

- a. Clases de corrientes
- b. Orden de corrientes
- c. Longitud de los tributarios
- d. Densidad de corriente
- e. Densidad de drenaje

- a. ***Clases de corrientes:***

Comúnmente se clasifica en tres los tipos de corrientes: perennes, intermitentes y efímeras, dependiendo del tipo de escurrimiento el cual involucra las características físicas y condiciones climáticas de la cuenca.

- Efímeras: son corrientes que conducen agua cuando llueve e inmediatamente después, es decir solo captan escurrimientos superficiales.
- Intermitentes: son aquellas corrientes que conducen por su causa agua la mayor parte del tiempo, principalmente en la época de lluvia.
- Perennes: son corrientes que contienen agua todo el tiempo, ya que en la época de estiaje son abastecidas por las aguas freáticas debido a que el nivel de estas permanecen por encima del fondo del cauce.

Por otro lado la topografía de una cuenca define en si la longitud de los tributarios, ya que estos son indicadores de la pendiente. Generalmente, las áreas escarpadas y con buen drenaje, tienen numerosas corrientes pequeñas y efímeras, en cambio las áreas planas con suelos profundos y permeables tienen corrientes largas y generalmente perennes. Este es el caso de la cuenca de Bilwitigni.

b. Orden de corrientes:

La red de drenaje se compone de una corriente o cauce principal y de una serie de afluentes. Uno de los criterios para determinar el orden de las corrientes o canales en una hoya es el definido por el modelo de Strahler. Según este modelo se toma como:

Corriente de primer orden: aquellos que no tengan afluentes.

Corriente de segundo orden: son aquellas corrientes que tienen dos afluentes de primer orden.

Corriente de tercer orden: Aquellas corriente que tienen dos o mas tributarios de segundo orden.

La forma en que estén conectados los canales en una cuenca determinada, influye en la respuesta de ésta a un evento de precipitación. Se han desarrollado una serie de parámetros que tratan de cuantificar la influencia de la forma del drenaje en la

escorrentía superficial directa. El orden de los canales es uno de ellos.

c. Longitud de tributarios:

La topografía de una cuenca define en si la longitud de los tributarios ya que estos son indicadores de la pendiente. Generalmente, las áreas escarpadas y con buen drenaje, tienen numerosas corrientes pequeñas y efímeras, en cambio las áreas planas con suelos profundos y permeables tienen corrientes largas y generalmente perennes.

La longitud de las corrientes se mide a lo largo del eje de la cuenca, sin considerar los meandros, además, la longitud se compone de una serie de segmentos lineales, trazado lo que mas próximo posible a la trayectoria del cauce de la corriente. Esta puede ser medida con curvímetros o con un hilo colocándolo sobre las líneas de acuerdo a una escala conocida.

d. Frecuencia de corrientes (Fc):

Definición conceptual: Horton (1,945) definió la frecuencia de corrientes o cauces como la relación entre el número de cauces y su área correspondiente, de acuerdo con la siguiente formula:

$$F_c = \frac{\sum Nu}{A_k}$$

Donde:

Nu = Número de corrientes de orden u

A_k = Área de la cuenca en km^2

Definición operativa: el número total de las corrientes de una cuenca dividida dentro del área total drenada, define la frecuencia de canales por unidad de área, tal como se explica en la ecuación. La frecuencia de drenaje indica la eficiencia hidrológica de una cuenca, a mayor número de corrientes, mayor frecuencia y mayor eficiencia de drenaje.

e. *Densidad de drenaje:*

La densidad de drenaje es la manifestación dinámica de los diversos factores que intervienen en la formación de la cuenca. A la vez la densidad de drenaje influye en la producción de agua y sedimentos de la cuenca. *Gregory and Walling* [1968, p. 67].

Esta característica es más confiable que la densidad de corriente, ya que expresa la longitud de la corriente por unidad de área, se puede determinar utilizando la siguiente relación: $Dd = Lc/A$ donde Dd es la densidad de drenaje y Lc longitud total de Corriente en Km^2 y A es área de la cuenca en Km^2 .

Valores bajos de Dd generalmente están asociados con regiones de alta resistencia a la erosión, muy permeables y de bajo relieve. Valores altos fundamentalmente son encontrados en regiones de suelos impermeables, con poca vegetación y de relieve montañoso.

Densidad y frecuencia de drenaje altos indican una cuenca bien drenada, con una rápida respuesta al influjo de la precipitación.

3.8 Vocación y aprovechamiento

La cuenca está integrada por sus recursos y los usuarios de ellos, la valoración de los recursos expresa la potencialidad de los recursos. La oferta de recursos, su calidad y distribución determinan posibilidades para el hombre y sus actividades, de ella dependen para qué sirve la cuenca, o cual es el uso predominante.

En este sentido es necesario valorar la vocación de la cuenca y tener una idea más clara de los niveles y procesos de degradación que se están dando en ella, y así determinar las acciones a tomar. Es importante determinar la vocación de la cuenca para poder realizar los planes de manejo, conservación y aprovechamiento de los recursos que posee.

Morales hace una clasificación de los diferentes tipos de vocación y que nos será de mucha utilidad para poder determinar la vocación de la cuenca Bilwitigni.

- **Vocación hídrica**
La capacidad para producir puede conducir a usos diferentes y múltiples, así se pueden distinguir cuencas con vocación hídricas para producción hidroeléctrica abastecimiento de agua, riego o navegación.
- **Vocación forestal**
La predominancia de especie puede dar lugar a zonas especiales de la cuenca (Parte alta y media) con importante cobertura arbórea de producción y protección. Para producción de leñas, maderas y otros.
- **Vocación agrícola**
La condiciones agro ecológicas, potencial del suelo, precipitación o disponibilidad del agua para riego. En este caso es muy importante la calidad del suelo (función de características y cualidades). Por ejemplo cuencas hortícolas, cafetaleras y cañeras.
- **Vocación recreativa**
Por las condiciones naturales de valores escénicos, sitios históricos, accesibilidad y ambiente seguro.
- **Vocación ecológica**
Por las condiciones naturales de valor biológico (Biodiversidad y control ambiental).

3.9 El diagnóstico socioeconómico

Antes de comenzar a hacer un estudio detallado de una cuenca hidrográfica o su derivación, debemos de recolectar y analizar la información socioeconómica de la zona, ya que estos informes proporcionan a los gestores y planificadores mucha información básica que puede ser valiosa para la preparación de propuestas de estudios y/o de trabajo.

Según Morales (2000), “el contenido de un estudio socioeconómico abarca un vasto conjunto de condiciones sociales y actividades económicas en una cuenca hidrográfica... nos permite conocer la realidad de la cuenca y proponer alternativas de solución, debido a que el factor social hombre-comunidad son la clave para movilizar las acciones de manejo de cuencas, por ello es necesario realizar la interpretación cuidadosa de sus respectivas características socioeconómicas”.

Mediante este diagnóstico se conoce la demanda de la población con respecto a los servicios públicos que garanticen bienestar, sus problemas, sus necesidades, sus tendencias, y conflictos con la capacidad de carga de la cuenca. Aquí se incluyen los elementos sociales, culturales, legales, administrativos e institucionales.

Morales, nuevamente nos dice de que “es importante entender porque el hombre hace lo que hace, como valorar sus conocimientos tradicionales y entender sus actitudes”.

La Demografía que se refleja a través de las tendencias migratorias y la propiedad de la tierra, con asentamientos y desarrollo comunitario; son actividades de gran impacto en el ordenamiento de una cuenca y que tienden a definir la vida y duración de una cuenca hídrica. Conociendo estos elementos de una cuenca, nos permitirá también conocer el porque la población que habita la misma hace lo que hace, y de esta manera entender con claridad la manera de cómo solventar el problema de la cuenca.

3.10 Plan de Ordenamiento urbano

No es más ni menos que la “descripción de un modelo de ciudad deseable”, en el que se establecen los lineamientos, los mecanismos normativos tanto como de gestión para lograr de un modo integral, equilibrado y sustentable, en lo social y ambiental, los objetivos y metas propuestos.

3.11 Los coliformes como indicadores de calidad del agua

Se les considera como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura. Asimismo, su número en el agua es proporcional al grado de contaminación fecal; mientras más coliformes se aíslan del agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Apertura de la Investigación

La idea inicial de esta investigación surgió del desarrollo de una práctica de campo en la asignatura de Manejo de Cuencas Hidrográficas que realizamos cuando éramos estudiantes de la carrera de Ingeniería agroforestal (2002-2006). Posteriormente con la signatura de Metodología de la investigación desarrollamos un trabajo de curso referente a la contaminación de la cuenca Bilwitigni. Esto motivó aun más nuestro interés por continuar el estudio de la cuenca, con un enfoque en los daños ambientales.

Transmitimos la idea del estudio a nuestros docentes y posteriormente se lo comunicamos a la municipalidad de la ciudad, haciendo énfasis en la necesidad e importancia del estudio. Esto nos permitió lograr la aprobación para la realización de la investigación, no sin antes comprometernos a hacer la devolución de los resultados con las recomendaciones del estudio a la municipalidad.

Bajo estos acuerdos iniciamos la investigación, considerando mantener los principios éticos y de valores interculturales, a como lo establece el marco filosófico de la URACCAN.

4.2 Tipo y área de estudio

El estudio es descriptivo y de corte transversal, tomando como referencia el periodo 2008.

El área de estudio comprende la ciudad de Bilwi con sus 23 barrios afectados. Inicia en la parte norte de la ciudad N14° 04´ 31.9´´ W83° 23´ 07.8´´ y finaliza en el sur sector de la bocanita N 14° 01´ 02.4´´ W 83° 23´ 54.4´´ (*Mapa de ubicación y zona ubicado en resultados y discusión pp.27, 29*).

4.3 Universo y muestra

El universo del estudio comprende toda el área de la cuenca Bilwitingni que cuenta con una extensión de 16.0125 km²,

cubriendo el 59% del territorio de la ciudad de Bilwi que corresponde a (27.21Km²).

Datos biofísicos

- Para la descripción de los componentes biofísicos se definieron tres secciones de trabajo; **la zona alta, media y baja** de la cuenca, según metodología descrita por Morales (2000). Se realizó una estratificación y un registro detallado de las variables biofísicas y ambientales.
- **El componente suelo:** Para el levantamiento de los datos de suelo se realizaron tres calicatas una en cada sección de trabajo (zona alta Coordenadas: N 14° 03' 38.1'' W 83° 23' 56.3, media: N14° 02' 34.6'' W83° 23' 39.7'' y baja: N14° 01' 50.7 W83° 23' 53.1'') con profundidad de un metro cada una. Aquí se evaluaron las variables edafológicas, tales como: caracterización física de horizontes; profundidad de los horizontes, color y textura (*ver mapa: Ubicación de muestreos, ubicado en los anexos*). Para determinar la textura del suelo se utilizó la herramienta (*Soil texture triangle = grafico para la denominación de los suelos según su textura*).
- **El componente bosque:** Se establecieron dos parcelas de muestreo para cada sección de trabajo, seis en total. Cada parcela con un área de 20 m de diámetro para pinares y 10x10m en manglares y latifoliadas. Se les tomaron datos de; especies, densidad, altura, DAP, y vida silvestre (fauna).

Para el bosque latifoliado únicamente se mencionan las especies de la zona y la fauna silvestre, debido a que existe muy poca área.

- **El componente Agua:** se realizaron dos análisis físico y bacteriológico del agua, evaluando cantidad de colonias de coliformes fecales.
- **Los datos climáticos:** se obtuvieron de la estación meteorológica ubicada en el "Aeropuerto de Bilwi". Se tomó

como referencia los datos climáticos de los últimos 8 años (precipitación, velocidad del viento y humedad relativa).

- **El mapeo del área total de la cuenca:** el mapeo de la cuenca se establecieron en formato digital utilizando la herramienta Arcview 3.3, como el mapa base de INETER y Google eart a escala 1:50000 siendo los siguientes:
 1. Mapas de ubicación y zona.
 2. Mapa de límites de la cuenca y comunidades.

La recopilación de la información socioeconómica, se hizo a través de entrevistas abiertas a los pobladores de los siguientes barrios de la ciudad de Bilwi: Los Ángeles, Alemán, Nueva Jerusalén, Spanish town y El muelle (Veinte personas en total).

También los resultados se obtuvieron de la observación directa del estado actual de la cuenca en todo su recorrido.

4.4 Variables e indicadores

Para la recolección de la información sobre los componentes biofísicos de la cuenca Bilwitingni se consideran las siguientes variables:

Indicadores		Variables	Método
Biofísicos	Morfometría	Superficies (ha), elevaciones (msnm), pendiente (%), longitud de los cursos de agua, perfil del río y red de drenaje.	A través del mapa base de INETER a escala 1:50000 y fotografías satelitales de fuente Google Eart.
	Suelo	Profundidad de los horizontes, profundidad de la capa fértil, color y textura.	Calicatas de un metro de profundidad.
	Localización	Limites, comunidades vecinas, Latitud y longitud.	Levantamiento de coordenadas haciendo uso de la herramienta GPS marca Garmin y

			Software digital Google Eart.
	Uso de suelo	Usos actuales, capacidad de uso.	Observación directa.
	Zonas de vida	Vegetación, Clima y Geología.	Bibliografía y observación directa.
	Geología	Origen y procesos formación o cambios en el suelo.	Revisión Bibliográfica.
	Agua	Aspecto, turbiedad, PH, temperatura y Coliformes fecales.	Análisis físico y bacteriológico (Coliformes fecales) a través de laboratorio de ENACAL.
	Vegetación (Bosques)	Especies predominantes, Tipos de bosques, altura, diámetro y edad.	A través de establecimientos de parcelas de muestreo (Inventario Forestal).
	Clima	Precipitación, velocidad de viento y Humedad relativa.	A través de la estación meteorológica del Aeropuerto de Bilwí, Puerto Cabezas.

En cuanto a la recolección de información relacionada a las actividades socioeconómicas desarrollada por los pobladores dentro de la cuenca se consideraron las siguientes variables:

Indicadores		Variables	Método
Socioeconómicos	Actividades económicas	Restaurantes, Mercados, áreas agrícolas, pesca, centros industriales, (insumos que utilizan cada uno).	Observación Directa.
	Actividades sociales	Infraestructura (camino y carreteras, vivienda, servicios públicos, abastecimiento de agua, Escuelas Hospitales, clínicas, comunicación, iglesias).	Observación Directa y encuesta.
		Demografía (tendencia de la migración).	Encuesta.
		Prácticas culturales (creencias religiosas).	Observación Directa y encuesta

		Propiedad de la tierra y asentamientos	Observación Directa y encuesta.
--	--	--	---------------------------------

En cuanto a los principales problemas ambientales que inciden en el deterioro de la cuenca Bilwitingni se consideraron las siguientes variables:

Indicadores		Variables	Método
Ambientales	Suelo	Erosión (tipos de erosión)	Observación directa (medición del área afectada por la erosión)
		Agentes contaminantes no biodegradables encima y/o enterrados.	Observación directa.
	Agua	Desechos sólidos y líquidos.	Observación directa.
		Aspecto, turbiedad, PH, temperatura y Coliformes fecales.	Análisis Bacteriológico y Observación directa.
	Bosque	Deforestación e incendios.	Observación directa.

4.5 Métodos, técnicas e instrumentos

Para la estructuración de los componentes biofísicos y socioeconómicos, se recopiló los datos del registro del Policlínico Ernesto Hoocker, la Defensa Civil del Municipio de Puerto Cabezas y la estación meteorológica de Bilwi que presentan información referente a los barrios de interés, situación ambiental de la ciudad de Bilwi y otros puntos de interés, se construyeron tablas de doble entrada para ordenar y resumir la información, con el fin de profundizar.

Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos
Información socioeconómica	Muestreo selectivo de informantes	Entrevista estructurada	Guía de entrevista, captar la información con grabadora.
Información biofísica	Síntesis de observación	Observación ordinaria	Guía de observación, utilizando un diario campo y cámara fotográfica.

Fuentes y formas de obtención de la información

- *Fuentes primarias*

Los datos primarios de la investigación se obtuvieron directamente de la realidad, recopilados en el campo a través de mediciones y de las entrevistas a veinte personas. De igual manera fuentes bibliográficas como monografías y libros de primer orden.

- *Fuentes secundarias*

También se utilizaron datos de segundo orden como: resúmenes de algunas monografías y artículos de Internet, que permitieron fundamentar mejor esta investigación.

4.6 Mecanismos de procesamiento y análisis

Para el procesamiento y análisis de la información se utilizarán los Softwares: Microsoft Word y Excel, Google-Earth-4.2.0180-Beta, Arcview Gis 3.3 y Photoshop CS.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ASPECTOS BIOFÍSICOS

5.1.1 Morfometría de la cuenca

5.1.1.1 Ubicación y zona

La cuenca Bilwitingni se encuentra ubicada en la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua (RAAN), cubre parte de los territorios de las comunidades de Tuapi, Kamla y la Ciudad de Bilwi. Se extiende de Norte a Sur con un área total de 16.0125 km², desemboca sus aguas directamente en el mar Caribe, en el sector de la bocanita del barrio El muelle de la ciudad de Bilwi. Sus coordenadas geográficas son: longitud Norte 14° 02' 32.2'' y 83° 23' 39.1'' latitud Oeste (ver mapa 1.)

Mapa 1. Ubicación de la cuenca Bilwitingni



▪ **5.1.1.2 División de la cuenca en zonas de aporte de agua**

✓ La zona alta se ubica en el empalme, sector del Suroeste de la comunidad de Tuapi, aquí se origina la naciente del río Bilwitigni y que parte del sector donde se ubica la empresa de mariscos CARODI, cubre totalmente el barrio “*El Galileo*” en la salida de Bilwi o el reten. Esta zona se caracteriza por muy poca cobertura vegetal, abundantes cráteres en el suelo por la extracción de materiales de construcción, sus elevaciones no sobrepasan los 40 msnm. Actualmente es el sitio donde se esta orientando el crecimiento de la ciudad de Bilwi, por tanto es de gran utilidad desarrollar un programa de ordenamiento.

✓ La zona media cubre entre los barrios “*El Galileo*” y “*Los Ángeles*”, es un área muy poblada, con abundantes construcciones de madera y concreto, sin embargo muy desordenada. El río NIPCO afluente de la cuenca Bilwitigni atraviesa totalmente el barrio Los Ángeles, pasando por mercados, hospital y escuelas. Es una de las zonas más desordenada y afectada por las inundaciones durante los inviernos copiosos y generalmente se requiere de evacuaciones constantes.

✓ La zona baja, abarca desde el barrio Los Ángeles hasta su desembocadura en el mar Caribe, sector de la bocanita en el barrio el muelle (*Mapa no. 1 Mapa de ubicación y zona pp. 27*). Es una zona con una leve productividad, se siembra un poco musáceas, yuca, caña, cítricos y cocos. Es la zona más plana pero con la mayor degradación ambiental ya que es el sitio de mayor acumulación de los desechos, el cual se refleja en la calidad del agua (*Ver mapa: limites de la cuenca*).

Mapa No. 2 Límites de la cuenca Bilwitingni



5.1.1.3 *Fisiografía y Relieve*

Fisiográficamente la cuenca de Bilwitingni se ubica en la planicie del Caribe de 35,000 km², esta desciende de forma paulatina en dirección al litoral caribe a partir de las estribaciones de la meseta central y tiene una declinación de 200 msnm hasta 0 msnm, se caracteriza por grandes extensiones rasas, algunas elevaciones como la de Maniwatla (200 msnm) y otras de menor tamaño (Incer, 1995) citado por Miranda y Pereira (2002).

De manera general, la zona alta alcanza una pendiente promedio de 1.06% mientras que la zona media se mantiene con pendientes suaves no mayores de 0.54% sin variar casi nada en la zona baja que esta ocupada por áreas inundadas y pantanos hasta llegar al mar caribe.

5.1.1.4 *Área de la cuenca*

El área de drenaje de la cuenca es de 16.012 km² abarca desde su nacimiento en el empalme de Tuapi hasta su desembocadura en el mar Caribe, clasificándose así como una cuenca ***exorreica***.

La zona alta se caracteriza por tener las mayores pendientes (**1.06%**) cubre una extensión de **4.46 km²**. En cambio la zona media tiene una extensión de **8.28 km²** con pendientes moderadas, cuenta con dos tributarios y es la zona más poblada por cubrir la mayor parte de la ciudad de Bilwi.

Así también la zona baja de la cuenca posee una extensión de **3.37 km²**, es el área donde se encuentra la mayor densidad del bosque, siendo éste principalmente del tipo manglar y la mayor diversidad de fauna. Es el sector que desemboca hacia el mar Caribe.

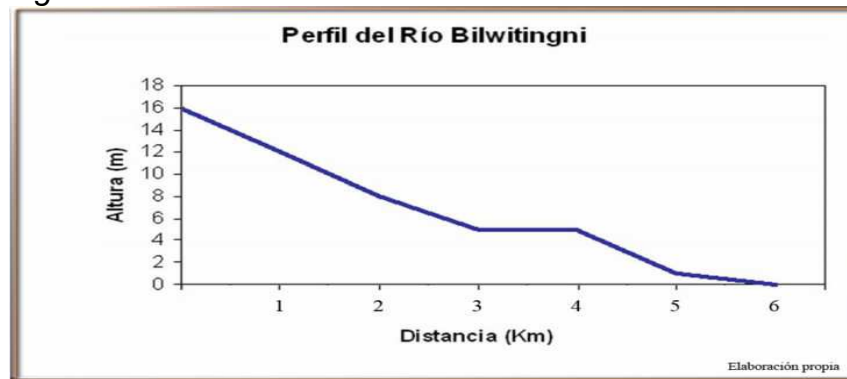
5.1.1.5 *Altitud*

Las elevaciones dentro de la cuenca caen suavemente con una altitud máxima en el nacimiento de **40 msnm** y una altitud hasta de **1 a 0 msnm** en el desagüe hacia el mar Caribe.

5.1.1.6 *Pendiente y perfil del Cauce Principal*

La cuenca se encuentra en el rango promedio del 0.7% de pendiente, la mayor parte de su área es plana y se encuentra en un tipo de terreno entre suave y llano del litoral de la Costa Caribe (*ver figura no 1*).

Figura no. 1 Perfil de pendiente del cauce principal del Río Bilwitingni



Usando la fórmula del factor de forma de Horton para medir la longitud del cauce principal determinamos que ésta alcanza una longitud de **6.813 Km** lo que comprobamos midiéndolo sobre el mapa base a escala 1:50000, comenzando desde el empalme de Tuapi hasta la desembocadura del río en el mar Caribe, sector “**La bocanita**”.

$$L = 1.41 A^{0.568}$$

$$L = 1.41 (16.0125 \text{ km}^2)^{0.568}$$

$$L = 6.8132 \text{ Km}$$

5.1.1.7 La forma de la cuenca

La forma de la cuenca se determinó con la metodología de Gravelius. Los resultados del caculo determinaron un índice de **1.26** que la define como una cuenca de forma **ovalada** con dimensiones de 7.15 Km. de largo y 3.65 Km de ancho. Este dato esta relacionado a la velocidad con que el agua escurre y llega al cauce principal cuando sigue su curso desde el origen hasta la desembocadura.

$$K = 0.282 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

$$K = (0.282) \cdot \frac{18 \text{ Km}}{\sqrt{16.0125 \text{ km}^2}} = (0.282) (4.5) = 1.26$$

	Cg	Forma
si K =	1,00 - 1,25	Redonda
	1,25 - 1,50	Ovalada
	1,50 - 1,75	Oblonga
	>1,75	Rectangular

De acuerdo a la escala arriba mencionada los resultados del cálculo de la forma de la cuenca se aproxima más a la categoría redonda lo que significa que posee características similares a una cuenca con forma circular, las Cuencas con formas circulares presentan mayores posibilidades de generar avenidas torrenciales que cuencas alargadas. Es una de las razones por la que la cuenca Bilwitingni se inunde tan seguido con apenas unas horas de lluvias. Esto amerita planificar y desarrollar actividades de protección y conservación de la cuenca.

5.1.1.8 Red de drenaje

El área de la cuenca cuenta con un cauce principal y dos afluentes que reciben el agua proveniente de las precipitaciones y alimenta la corriente principal. La red de drenaje cuenta con dos clases de corrientes.

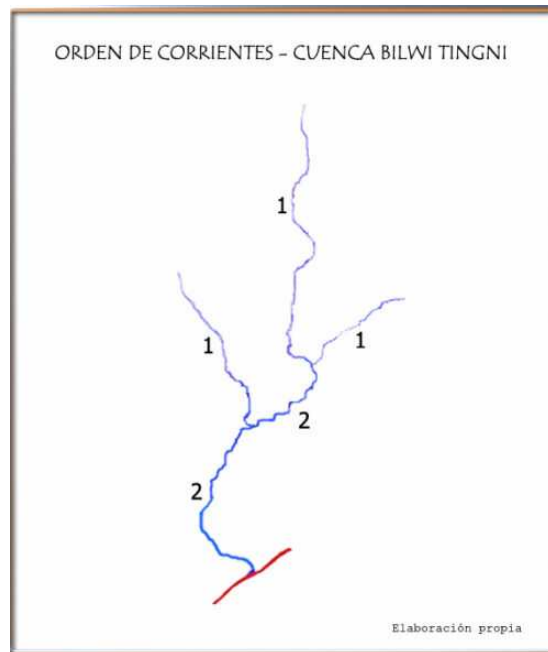
- ✓ **Las Efímeras:** Poseen dos corrientes de primer orden que se ubican en la parte media de la cuenca y tiene un total de **3.5 Km** de longitud, conduce agua únicamente en los tiempos lluviosos.

- ✓ **Las Perennes:** La conforma el cauce principal, mantiene agua durante todo el tiempo y comprende **6.9Km** de longitud.

5.1.1.9 Orden de corrientes

La cuenca Bilwitingni se caracteriza por tener dos corrientes de primera y una de segunda orden que constituye el cauce principal.

Figura No. 2 Orden de corrientes del río Bilwitingni



- *La densidad de drenaje o longitud de canales por unidad de área*

De acuerdo a la teoría de Horton la cuenca Bilwitingni se categoriza como una cuenca pobremente drenada por lo tanto es de lenta respuesta hidrológica ante las precipitaciones, significa que las aguas de la lluvia caída en el área de drenaje de la cuenca escurren muy lentamente hacia los cauces lo que se traduce en inundaciones

rápidas, los cálculos sobre la base de la fórmula descrita resultaron en **0.6494 Km/Km²**.

$$D_d = \frac{\sum L_i}{S} \quad D_d = \frac{10.4 \text{ Km}}{16.0125 \text{ km}^2} = 0.6494 \text{ Km / km}^2$$

- *Frecuencia de corrientes (Fc)*

Horton (1,945) definió la frecuencia de corrientes o cauces como la relación entre el número de cauces y su área correspondiente, de acuerdo con la siguiente formula:

$$F_c = \frac{\sum Nu}{Ak} \quad F_c = \frac{3 \text{ corrientes}}{16.0125 \text{ km}^2} = 0.1873 \text{ Corrientes / km}^2$$

Sobre la base del calculo la cuenca Bilwittingni posee un deficiente sistema de drenaje debido a que posee una frecuencia de corrientes baja, este es un indicador de deficiencia hidrológica, ya que a mayor número de corrientes, mayor frecuencia y mayor eficiencia de drenaje. Al tener *Fc*. baja la cuenca se vuelve incapaz de escurrir cantidad de agua necesaria de las lluvias a tiempo lo que conlleva a inundaciones instantáneas.

5.1.2 Geología y clasificación de suelos

5.1.2.1 Geología

La cuenca Bilwittingni se encuentra dentro de las llanuras costeras del Caribe, es de origen aluvión, compuesto de materiales recientes no consolidados tales como la arena, arcilla, cantos, rodados y gravas que provienen de la descomposición y de la erosión de las

sierras septentrionales y de las serranías volcánicas antiguas (AID/RIC 1996:14) citado por Miranda y Pereira (2002)

El suelo de la cuenca Bilwitingni pertenece al orden Ultisoles según el mapa de suelos elaborado por el Proyecto CRIES (The Comprehensive Resources Inventory and Evaluation System “Sistema Comprensivo del Inventario y Evaluación de los Recursos”) en el año 1988. Los suelos de esta orden van profundos a muy profundos, en relieve de plano a muy escarpado, la fertilidad natural tiene valores de baja a media, se han desarrollado de rocas básicas, intermedias y ácidas, de sedimentos aluviales, coluviales y fluviales.

Los suelos Ultisoles presentan las siguientes Características morfológicas: texturas superficiales franco arcilloso y arcilloso, textura del subsuelo de arcilloso a muy arcilloso; colores pálidos en el suelo superficial, pardo grisáceo oscuro a pardo amarillento claro, en el subsuelo los colores varían de pardo oscuro a pardo rojizo oscuro, en algunos casos los colores en el subsuelo varían producto del hidromorfismo de gris pardusco claro a gris claro.

Son suelos con características químicas muy fuertemente ácido a medianamente ácidos estos suelos.

5.1.2.2 Suelos de la zona alta

Los suelos de la zona alta tienen una textura predominantemente franco arcilloso en el horizonte A, con una profundidad de 7cm, con un color que va de negro en la parte más superficial (humus) hasta café gris en el resto de la capa. En el horizonte B se halla una mezcla de arcilla de color pardo rojizo y abundantes rocas (*ver la siguiente foto*).

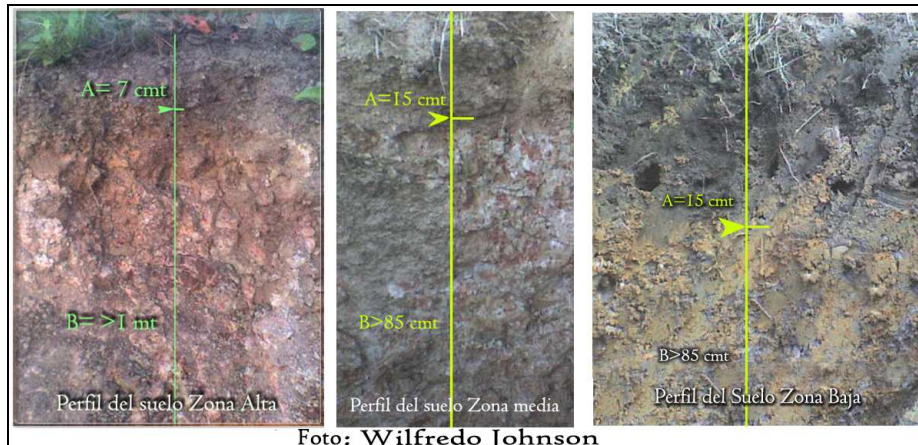
5.1.2.3 Suelos de la zona media

Los suelos de la zona media tienen una textura predominantemente arcillosa en su horizonte A, posee una profundidad de 15 cm, y su color va de café oscuro en la parte más superficial (humus) hasta gris en el resto de la capa. En el horizonte B tiene una profundidad

de más de 85 cm, y es de color rojizo, causado probablemente por una acumulación de hierro (*ver siguiente foto*).

5.1.2.4 Suelos de la zona baja

Los suelos de la zona baja tienen una textura predominantemente franco arcilloso en el horizonte A (15 cm), con un color que va de gris a oscuro en parte más superficial (humus) hasta café gris en el resto de la capa. En el horizonte B se observa una coloración rojiza y rosada, con una mezcla de Arcillas y piedras (*ver siguiente foto*).



5.1.3 Zona de vida

Las zonas de vida de la cuenca se caracterizan por tres formaciones vegetales azonales con un conjunto de ámbitos específicos, producto de los factores climáticos imperantes en la zona, estos son:

- Bosque perennifolio de zona moderadamente cálida, esto corresponde a los bosque de pinares, que se encuentran principalmente en la zona alta y media de la cuenca.
- Bosque perennifolio de zonas modernamente cálidas y húmedas, corresponde a bosques de pinares y latifoliada que se encuentra a orilla de los ríos y caños.

- Bosque de zona muy húmeda y fresca en su desembocadura, corresponde a los manglares de la zona baja de la cuenca.

Las características climáticas son de 3,242mm de precipitación media anual y elevaciones que va de 0 a 40 msnm. El régimen lluvioso predomina de Mayo a Diciembre, siendo Julio el mes más lluvioso alcanzando un promedio de 500mm.

5.1.4 Uso del suelo

5.1.4.1 Uso actual

La zona alta esta conformada por una vegetación escasa de *Pinus caribaea* de edad joven y vegetación característica de bosques de galería, dentro de esta zona se hayan dos aserillos privados de madera y una planta procesadora de mariscos (CARODI), así también dos bloqueras.

La zona media conforma la mayor parte de la cuenca y cubre casi toda la ciudad, los tipos de bosques encontrados en esta parte son bosques de galería en su mayoría y pinares, en esta zona se encuentra el aeropuerto internacional, la empresa procesadora de madera (MADENSA), la empresa procesadora de mariscos Mar azul y un aserillo de madera. Algunas familias poseen huertos en sus predios con cultivos de frutales, musáceas y tubérculos. De las tres zonas ésta es la más poblada por lo tanto es donde se da el mayor impacto de deterioro y la mayor acumulación de desechos sólidos de la cuenca.

La zona baja esta conformada por bosque de manglares, un poco de galería y huertos familiares, en comparación a las dos primeras zonas de la cuenca en esta se encontraron más cantidad de huertos familiares. Aquí se encuentra la estación de fibra óptica (ARCO 1).

5.1.4.2 Uso potencial

En la zona baja predomina el bosque de manglar, zona que por su naturaleza es inundada con características no idóneas para la

agricultura aunque en algunos de los barrios como Alemán, Spanishtown y Nueva Jerusalén se practican huertos familiares en los predios de sus casas, con cultivos domésticos como Coco, Musáceas, Cítricos, Tubérculos, Caña de azúcar y Mango (ver la siguiente foto).



5.1.4.3 *Áreas críticas por medio del uso de la tierra*

Las áreas más afectadas por intervención humana son a través de la extracción de madera, materiales de construcción y establecimiento desordenado de casas a las orillas del río y el bosque siendo los puntos con mayores indicadores de degradación la zona media (puente NIPCO) y baja (Barrio Alemán, antiguo puente) que están siendo utilizados como vertedero de basuras domesticas.

5.1.5 **Hidrología**

5.1.5.1 *Potencial hídrico de la cuenca*

Posee dos afluentes con corrientes efímeras que abastecen el cauce principal únicamente en época de invierno. No obstante el cause principal en su parte alta contiene agua durante todo el año con características más limpias y permisibles por lo tanto es

utilizado por los habitantes del barrio San Judas para el lavado de ropa y el baño.



Foto : Wilfredo Johnson

5.1.5.2 *Calidad del agua*

Según análisis de agua realizada por el laboratorio de ENACAL - Bilwi, el agua del río Bilwitigni (cuenca baja) es de mala calidad ya que presenta un alto grado de contaminación con Coliformes fecales, por lo tanto no es apta para consumo humano; sin embargo a partir de la parte media de la cuenca (desde el límite entre la zona media y alta) hacia arriba, el análisis demuestra una disminución considerable de los niveles de contaminación, los resultados del análisis de la zona baja resulta con más de 5000 colonias mientras que la zona media refleja solamente 42 colonias de Coliformes fecales). Los siguientes cuadros reflejan los resultados del análisis de las muestras del agua.

Los equipos utilizados para el análisis del agua es de Oxfam del agua. Los Medios de Cultivos utilizados: Lauryl Tryptose Broth (dehidrated) for detecting Coliform organisms in wather and wastewather con incubación de 14 – 18 horas.

**Muestra No.1 Análisis físico y Bacteriológico de Agua
Cuenca media, río Bilwitingni Octubre del 2008
N14° 02' 32.8''- W83° 23' 39.4''**

Muestra	Parámetros	Resultados analíticos Octubre 2008	Valores Máximos permisible por OMS
No. 1	Aspecto	Claro	No se menciona
	Turbiedad	2,42	5 UNT
	PH	7,20	5,0 - 8,5
	Temperatura	28 °C	18 - 32 °C
	Vol. Filtrada	100ml	100ml
	Coliforme fecal	42 colonias =(rango C)	0 colonias (Agua potable) < 5000 colonias (Para el resto de las actividades)

Este análisis de la muestra No. 1, tomada de las aguas de la zona media (barrio San Judas/puente de hierro), refleja que el agua posee condiciones fisicobiológica que le permiten hacer usos diversos tales como: lavado de ropa, baño, y riego; sin embargo no es apropiado para consumo humano debido a al alto índice de Coliformes fecales. Actualmente el uso que se le esta dando es correspondiente con su calidad, ya que la población local la utiliza para lavado de ropa y baño.

**Muestra No. 2 Análisis físico y Bacteriológico de Agua
Cuenca baja, río Bilwitingni Octubre del 2008
N14° 01' 50.6''- W83° 23' 52.2''**

Muestra	Parámetros	Resultados analíticos Octubre 2008	Valores Máximos permisible por OMS
No. 2	Aspecto	Semi oscuro	No se menciona
	Turbiedad	2,40	5 UNT
	PH	8,21	5,0 - 8,5

	Temperatura	29 °C	18 - 32 °C
	Vol. Filtrada	100ml	100ml
			0 colonias (Agua potable)
	Coliforme fecal	DPC (Difícil Para Contar - rango D) > de 5000 colonias	< 5000 colonias (colonias Para el resto de las actividades)

5.1.6 Vegetación y bosque

La vegetación tiene una fuerte influencia en el régimen hidrológico de la cuenca de Bilwitingni, pues este recurso está relacionado con la erosión, temperatura y evaporación de la zona. La degradación de este valioso recurso incide fuertemente en el desequilibrio del resto de los componentes tanto bióticos como abióticos, dando lugar a fenómenos como emigración de la fauna silvestre, inundaciones y por ende surgimiento de epidemias entre otras. Una de las razones de que la presencia de la fauna predomine en la zona baja se debe a la presencia y la extensión del bosque.

El porcentaje de la superficie de la cuenca ocupada por bosques es poca aunque es reemplazado en un buen porcentaje por cultivos domésticos o por otro tipo de vegetación. Bilwitingni por ser una cuenca urbana la mayor parte de su área esta ocupada por cultivos domésticos y gramíneos.

La zona alta posee una vegetación bastante escasa que cubre cerca del 4% de esta zona (**0.175 Km²**). Predomina un vegetación joven de *Pinus caribea* que posee un diámetro promedio de 15.6 cm (DAP) y una altura promedio de 6.8m y su densidad no sobrepasa los 70 árboles por hectárea. Esta vegetación se encuentran distribuidos de manera agrupada y asociada a lo largo de la zona, con otras especies latifolios como: *Cecropia obtusifolia* (Guarumo), *Byrsonima crasifolia* (Nancite), *Cuaratella americana* (Chaparro), *Acoelorrhapha wrightii* (papta), *Chrysobalanus icaco* (icacos) y una

gran variedad de especies de la familia de las Melastomastacias y gramíneas.

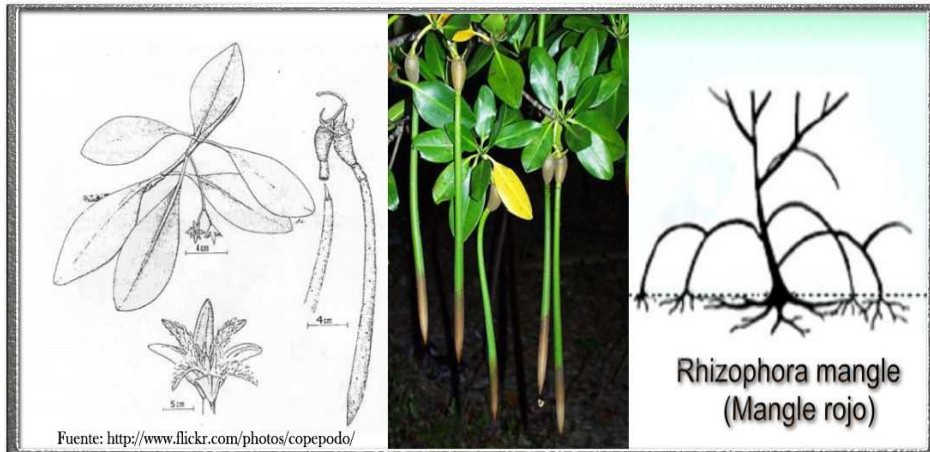
El cuadro siguiente refleja los resultados de un muestreo de la vegetación de pinares realizado en la parte alta de la cuenca.

Inventario de pinares - Zona Alta							
Muestreo Numero 1				Muestreo Numero 2			
N 14° 03' 52.3'' W 83° 23' 32.8''				N 14° 03' 11.5'' W 83° 23' 24.6''			
No.	DAP	Altura mts.	Edad/años	No.	DAP	Altura mts.	Edad/años
1	13	6,5	20	1	16,5	6	15
2	11,7	6	20	2	13,7	6	15
3	5,5	3	10	3	14,8	4	12
4	11,5	5	15	4	17,2	6	15
5	21	12	40	5	11,5	4	10
6	21	12	40	6	13,8	5,5	10
7	30	12,5	45	7	11,2	4	10
8	30,5	11	45	8	14,8	5	10
9	21,4	10	30	9	10	5	10
				10	10,4	5,5	10

La zona media esta conformada en su mayoría por bosque de galería con especies latifolios. Su extensión es de **0.38 Km²**, cubriendo únicamente el 5% del esta zona de la cuenca. Las especies características son similares a los de la parte alta (Nancite, Chaparro, icacos, gramíneas y poca presencia de pinos).

La zona baja se caracteriza por la presencia dominante de bosque de manglares con una extensión de **0.66 km²** cubriendo el 20% del esta zona. Esta vegetación se ubica en su mayoría en la desembocadura del río, predominando las especies *Rhizophora mangle* (Mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Avicennia germinans* (mangle negro).

Estas son tres de las cuatro especies de mangle de toda la región, siendo un indicador de gran importancia biológica, considerando los usos que le dan y el valor biológico de esta especie (*ver siguientes fotos*).





5.1.7 Fauna

La fauna característica de toda la cuenca Bilwitigni se concentra principalmente en la zona baja. Las principales especies de aves son: garza blanca (*Ardea alba*), pato salvaje (*Anas platyrhynchos*), zanate (*Quiscalus mexicanus*), martín pescador (*Corythornis lecontei*) también crustáceos como el cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) y algunos reptiles como la iguana verde (*Iguana iguana*).

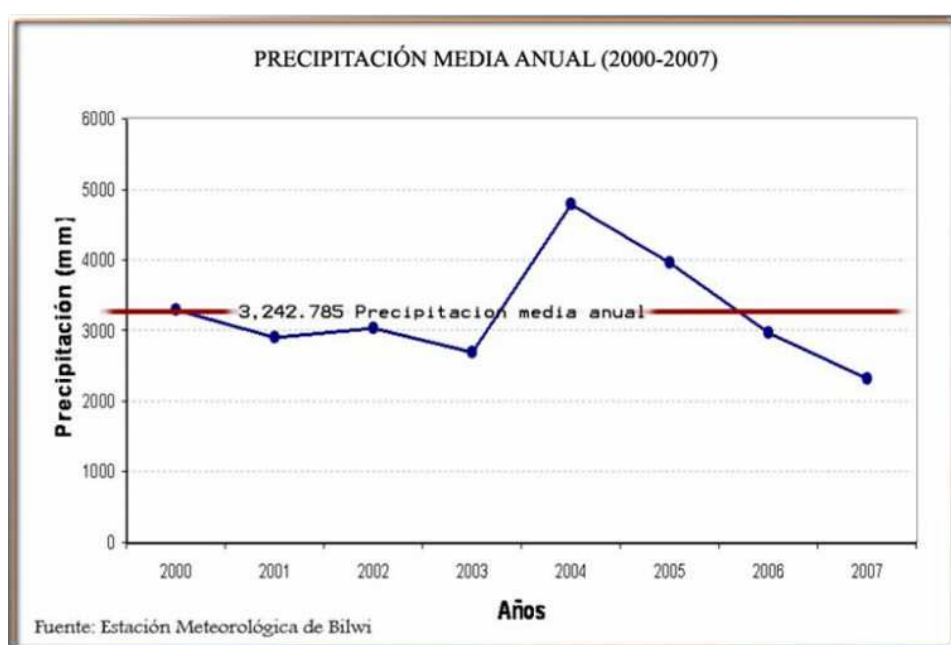


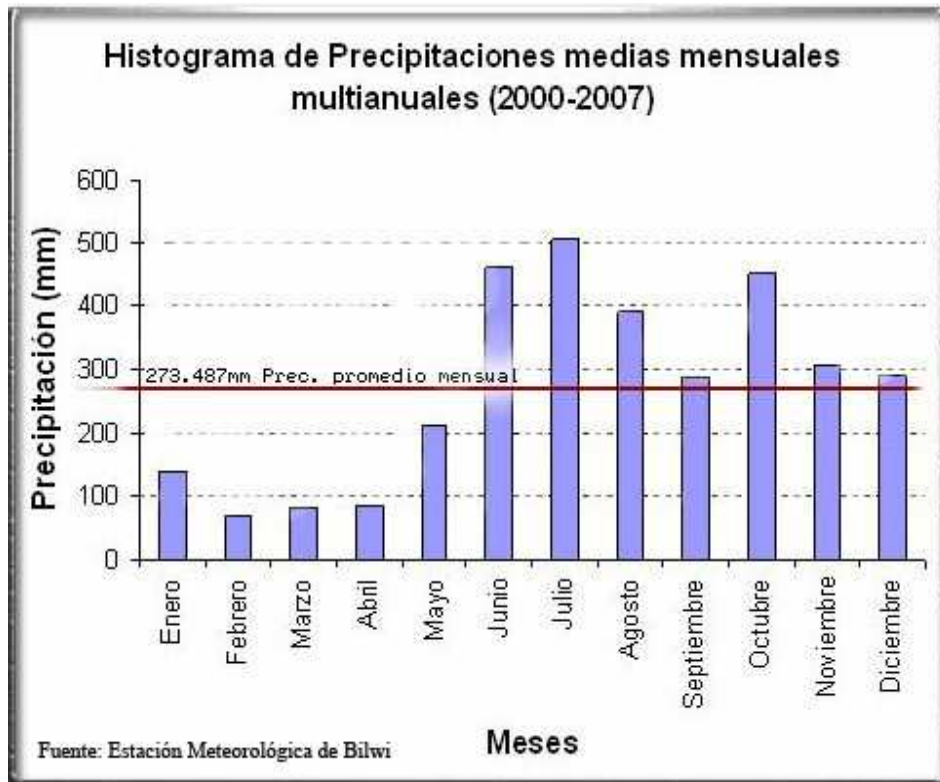
5.1.8 Climatología

Los datos reflejados del clima de la cuenca Bilwitigni, se obtuvieron de los registros de ocho años de la estación meteorológica de Bilwi Ubicada en la zona media del área de estudio EAAI con coordenadas: 14° 02' LN y 83° 23' LO.

5.1.8.1 Precipitación

Los registros de precipitación de ocho años reflejan una media anual de **3,242.785 mm**. Siendo los meses más lluviosos Junio y Julio que alcanzan un promedio máximo mensual de **483.57 mm** y los meses mas secos febrero, marzo y abril con promedio mínimo mensual de **80.16 mm** (ver cuadro de Precipitación ubicado en los anexos). Según estos datos de registro de precipitaciones y la observación directa consideramos que cada año hay al menos tres inundaciones del río.





5.1.8.2 *Velocidad del viento*

La velocidad del viento en el área de estudio es de una media anual de **4.4m/s** logrando alcanzar su promedio máximo **5 m/s** durante los meses de Julio, Noviembre, Diciembre y Enero.

5.1.8.3 *Humedad relativa*

La humedad relativa en el área de estudio es muy constante, alcanzando un porcentaje medio anual de 85%. Según los registros de ocho años su comportamiento ha variado únicamente 1 a 3% por año.

5.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

5.2.1 Aspectos Económicos

La economía de Bilwí se caracteriza en su mayoría por actividades de pesca artesanal, empresas privadas y estatales, empleos en las instituciones y el comercio.

La pesca artesanal es realizada en el mar caribe principalmente en los cayos Miskitu mayormente por pescadores originarios de los litorales Norte y Sur que tienen sus domicilios en la ciudad de Bilwi y algunos en las comunidades del litoral.

En las costas de Bilwí se capturan, almejas (*vivaldos*), peces y camarones con redes o chinchorros que son destinados para el mercado local mientras que las especies capturadas en los cayos son la langosta del caribe o la langosta espinosa (*Panulirus argus*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*) a pesar de que esta última está en peligro de extinción.

Los recursos pesqueros con mayor interés económico e institucional son la tortuga verde y la langosta. La institución reguladora del aprovechamiento de estos recursos (INPESCA¹), trabaja coordinado con otras instituciones con competencia como MARENA², SERENA³ Capitanía y la Alcaldía Municipal de Puerto Cabezas a través de inspecciones y comunicados con el fin de impedir la captura de estos recursos fuera de talla, el traslado de tortugas enteras hacia otros municipios y controlar cuota de capturas por tiempo de veda.

Otra de las actividades con ingreso significativo es el comercio de la madera procesada dentro de la ciudad y fuera del municipio aunque pocas personas practican este negocio.

¹ Instituto Nicaragüense de Pesca y Acuicultura

² Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales

³ Secretaría de Recursos Naturales

En el caso de la cuenca de Bilwitigni, no se registra gran cantidad de actividades económicas de impacto ambiental, solamente actividades de comercio tales como: bares, restaurantes y mercados.

De las pocas actividades que hay dentro de la cuenca las que provocan problemas ambientales son las de las empresas procesadoras de mariscos como Mar azul, CARODI, ATLANOR-INVERNIC a través de la descarga de sus aguas residuales hacia el río sin haberlo tratado adecuadamente, los negocios como los bares, mercados y restaurantes también inciden a través del disposición de los desechos sólidos y líquidos hacia los cauces.

5.2.2 Aspectos Sociales

5.2.2.1 La Población

La ciudad de Bilwi tiene una extensión de **27.21Km²** y la cuenca se encuentra ubicada dentro de esta zona abarcando el **59%** del área total de la ciudad. Esto hace que la presión ejercida sobre ella, principalmente en el área de la construcción sea bastante significativa y degradante.

La población mayoritaria es de etnia miskitu, la ciudad cuenta con **26 barrios**, según el registro del Policlínico Ernesto Hoocker con una población de **48,981 habitantes**, la mayoría son inmigradas desde las comunidades cercanas y de otros municipios principalmente Waspam y Prinzapolka. Inmigrados comúnmente con el propósito de trabajar y en busca de educación (secundaria y universitaria).

La tenencia de tierra en Bilwí es arrendada por la comunidad indígena de Karatá al que se les paga un canon anual mínimo de C\$ 500.00, Las empresas y negocios en general pagan un canon anual de \$ 40.00 por el pie² de terreno. En cambio a los miembros originarios de la comunidad de Karatá se les exonera tal cuota.

5.2.2.2 Desorden urbanístico

Existe un desorden urbanístico en toda el área de la cuenca, la mayoría de los habitantes construyen sus casas y cercas sin ningún estudio previo de las condiciones del sitio, únicamente obtienen un permiso de la comunidad propietaria del sector, la cual puede ser: Karata, Diez comunidades, Kamla o Tuapi, las cuales cobran un canon de arriendo. En el caso de la municipalidad también se paga un impuesto al catastro que autoriza la construcción.

No se visualiza ningún interés de parte de las instituciones en organizar urbanísticamente el territorio de la cuenca. Esto provoca que muchas edificaciones se encuentren construidas sobre los causes de los tributarios, bloqueando el paso natural del agua y con un mayor incremento poblacional se da la acumulación de basura en diferentes sitios, que bloquean el paso del agua creando las condiciones para la proliferación de enfermedades.

Las zonas más afectadas por inundaciones y propensa a enfermedades son los siguientes barrios: Filimon Rivera, los Ángeles, Nueva Jerusalén y Alemán.



Foto: Wilfredo Johnson

5.2.2.3 Organización de la Ciudad

La ciudad de Bilwi se encuentra organizada de manera democrática, sus líderes municipales son escogidos a través del voto popular cada cuatro años.

Los gobiernos están conformados por los jueces de los barrios, el gobierno Municipal (la Alcaldía), GRAAN⁴ y el CRAAN⁵. Bilwí es la ciudad cabecera del municipio de Puerto Cabezas siendo a la vez la ciudad más importante de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN⁶) ya que en ella se encuentran establecidas las instalaciones del Consejo Regional Autónomo del Atlántico Norte (CRAAN) y el Gobierno Regional Autónomo del Atlántico Norte (GRAAN) con su gobernador.

5.2.2.4 Servicios Públicos

La ciudad de Bilwí cuenta con energía eléctrica de todo tiempo de regular calidad que es producida por la empresa PCP⁷ y distribuido por ENEL⁸, esta es una de las empresas protagonistas de la contaminación del suelo y el aire ya que lo hace a través del derramamiento de hidrocarburo (bunker) y a demás de contaminar el aire de los barrios cercanos a través de la emanación de gases tóxicos (Monóxido de carbono).

Casi la mayoría de los barrios tienen acceso al servicio de cable (televisión), cuenta con dos empresas que brindan servicios de telefonía celular, el 20% de los barrios de toda la ciudad tienen acceso al agua potable y el resto se abastecen de pozos artesanales.

Dentro de la cuenca Bilwitingni encontramos un total de dieciocho colegios, veintidós iglesias de diferentes denominaciones, también

⁴ Gobierno Regional Autónomo del Atlántico Norte

⁵ Consejo Regional Autónomo del Atlántico Norte

⁶ Región Autónoma del Atlántico Norte

⁷ Puerto Cabezas Power

⁸ Empresa Nicaragüense de Energía y Electricidad

encontramos servicios de salud como el hospital Nuevo Amanecer, el policlínico y otros centros de salud privados. De estos servicios el que más incide en la contaminación del río es el hospital Nuevo Amanecer, a pesar de que tiene un sistema de manejo de desechos sanitarios siempre quedan algunos tirados en el suelo que luego son arrastrados por la lluvia hacia el río.

Las actividades sociales identificados en *la zona alta* de la cuenca bilwitingni son las siguientes: Una escuela primaria que Brinda clases de turnos matutino y vespertino y una Iglesia de religión Morava de la etnia Miskitu.

En la zona media se cuenta con las siguientes actividades: Catorce escuelas; cuatro primarias, dos colegios secundarios y cinco colegios que brindan las enseñanzas primarias-secundarias.

Se encuentran once iglesias de diferentes religiones; tres iglesias moravas, cinco evangélicas, una anglicana, una adventista y una católica. También se encuentra en esta zona el hospital Nuevo Amanecer, la policlínica así también otros centros de salud privados como la clínica Bilwi, Salud y Familia.

En la zona baja se encuentran tres escuelas primarias, una escuela secundaria; siete iglesias evangélicas, dos moravas y una católica.

5.2.3 Principales problemas que contribuyen a la degradación ambiental de la cuenca

5.2.3.1 Suelo

Se encontraron desechos sólidos inorgánicos persistentes como botellas de vidrio, latas de aluminio, latas de pintura, embases plásticos, llantas, suelas de zapatos encima y enterrados en el suelo (desechado por los bares y la población local).

Un caso sobresaliente es la de la contaminación de suelos y aguas subterráneas en la zona baja de la cuenca con hidrocarburos derramados provocado por la Empresa Puerto Cabezas Power.

Según La Alcaldía del municipio (Dirección de Recursos Naturales y Medio Ambiente) y MARENA, el presente año se encontró cuatro pozos con olor y presencia física de Bunker en el agua además de la contaminación constante del aire con Monóxido de carbono.

Otras empresas como la gasolinera Pinares, la planta San Miguel/ATLANOR-INVERNIC y talleres mecánicos, derraman aceite en el suelo que son escurridos hacia los cauces de la cuenca por vía superficial y también pueden ser filtrados hacia las fuentes de aguas subterráneas.

El valor obtenido de la densidad de drenaje y la pendiente promedio de la cuenca son bajos, lo que significa que el grado de erosión también es bajo. Horton establece que los valores bajos de la densidad de drenaje generalmente están asociados con regiones de alta resistencia a la erosión, muy permeables y de bajo relieve.

Sin embargo, en la zona alta de la cuenca exactamente en el extremo Norte se ubica un área de 0.25 Km² con huellas de erosión hídrica en forma de surcos y cárcavas. La presencia de este fenómeno se debe además del relieve accidentado de esta zona en específico, a la ausencia parcial de la cobertura natural de vegetación, el cual fue extraído junto con el suelo en la década de los 90 ya que esta área fue utilizada como banco de material selecto (*ver la siguiente foto*).



5.2.3.2 Agua

El problema más notable encontrado durante el curso del río en el componente agua es la presencia de desechos sólidos como líquidos que degradan su calidad ya que los habitantes lo ocupan como vertedero de basuras domésticos y aguas negras.

Los establecimientos como el hospital Nuevo Amanecer contaminan a través de sus desechos sanitarios, las empresas procesadoras de mariscos como CARODI, Mar azul y ATLANOR vierten sus aguas directamente hacia el cauce sin haberlo tratado adecuadamente.

Durante el recorrido del río desde la zona media hacia abajo se detecta la presencia de olores a aguas residuales de mariscos procesados y heces fecales, incluso se encontraron letrinas que se descargan directamente en el río.

El laboratorio de ENACAL-Bilwi determinó un alto nivel de coliformes fecales principalmente en la zona baja de la cuenca. A pesar de esta realidad, algunos pobladores siendo en mayoría los niños, llegan a bañarse en el río, algunos se meten buscando chatarras en el fondo del agua y otros simplemente para cruzar el río arriesgando de esta forma su salud física.



VI CONCLUSIONES

- Bilwitingni es una cuenca pequeña exorreica de forma ovalada, cubre el 59% del área total de la ciudad de Bilwi, su uso esta basado principalmente en el establecimiento de edificios de diversos usos y carreteras de la ciudad.
- Posee un deficiente sistema de drenaje debido a su baja densidad y frecuencia de drenaje, que favorece a que se den inundaciones rápidas y constantes cada vez que hay precipitaciones intensas.
- La mayor parte del área de la cuenca se encuentra desprovista de vegetación boscosa, cubriendo únicamente el 8% del área total, aunque es reemplazado por gramíneas, arbustos y cultivos domésticos.
- La cobertura vegetal es mínima, en la parte alta predominan bosques de pinares, en la media predominan asociaciones de bosques latifoliados con pinares y en la zona baja manglares.
- La fauna predominante de la cuenca son aves, crustáceos y en menor cantidad reptiles. La mayoría se concentra en la zona baja de la cuenca.
- El análisis bacteriológico del agua de la cuenca de Bilwitingni, principalmente el de la zona baja reflejó un nivel de contaminación muy significativo, donde la muestra extraída refleja mas de 5000 colonias de coliformes fecales/100ml de agua filtrada.
- Las aguas de la zona alta y media resultaron no ser potable sin embargo puede ser utilizado para otras actividades como lavado de ropa, natación, pesca y riego.
- La zona media de la cuenca concentra la mayor intervención antropogénica, cubre 20 de los 25 barrios de la ciudad por lo que en ella se observa mayor grado de degradación ambiental.

- Las principales actividades socioeconómicas que inciden en el deterioro ambiental de la cuenca son: las actividades de la empresa procesadora de mariscos (Mar Azul) a través de la descarga de sus aguas residuales, la planta generadora de electricidad a través de la emanación de gases como el monóxido de carbono así también contaminación de los suelos y aguas freáticas con Hidrocarburos derramados (bunker) y el ruido.

- Los principales problemas de la cuenca son: la contaminación de sus aguas por desechos sólidos y líquidos así como el desorden urbanístico.

VII. RECOMENDACIONES

- Darle continuidad al estudio con otros trabajos investigativos del tipo social enfocados siempre en la protección y conservación de la cuenca, tomando en cuenta estos resultados.
- Utilizar el estudio como una herramienta básica para definir acciones de saneamiento y conservación de la cuenca.
- La comuna debe elaborar un plan de uso y manejo de la cuenca, enfocado a la reforestación de las partes altas como medias de la cuenca, con la participación de las comunidades propietarios del territorio y la población local, con el objetivo de aumentar la cobertura de toda la zona para disminuir el proceso de erosión y sedimentación de la cuenca.
- Considerando que la cuenca Bilwitigni posee un deficiente sistema de drenaje y es muy propensa a inundaciones se debe de diseñar un plan de evacuación con la participación de las instituciones competentes y la población local.
- Elaborar programas de educación ambiental dirigido hacia los pobladores de la cuenca con la participación coordinada de la municipalidad, las dos universidades regionales (URACCAN y BICU-CIUM), MINSA, MARENA y MINED.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Chow, V. T., D.R. Maidment y L. W. Mays (1988), *Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill.
2. Chow V. T. (1964), *Handbook of Hidrology. A Compendium of Water-resources Tecnology*. New York: McGraw Hill.
3. Mendoza Morales Jairo (1999). *Conceptos Básicos de Cuencas Hidrográficas*. Managua Nicaragua. UNA, Managua.
4. Mendoza Morales Jairo (1999). *Texto Básico de la Asignatura Conservación de Suelos y Agua*. UNA, Managua.
5. Miranda Melvin, Pereira Nicolás (2002). *Caracterización Biofísica y Socioeconómica De La Subcuenca de Brakira, Comunidad de Tuapi, RAAN*. Puerto Cabezas; bilwi; mayo; 2002. URACCAN, Bilwi.
6. [Http://club.telepolis.com/geografo/general/contaminacion.htm](http://club.telepolis.com/geografo/general/contaminacion.htm) (12 de Julio del 2007).
7. [Http://www.csj.gob.sv/leyes.nsf/3bbd868cb40ce9d106256a8400764b33/e6ccad42ac0f6c8e0625715b005674e3](http://www.csj.gob.sv/leyes.nsf/3bbd868cb40ce9d106256a8400764b33/e6ccad42ac0f6c8e0625715b005674e3) (12 de Julio 2007).
8. [Http://www.ideam.gov.co/ninos2/ma_ac02.htm](http://www.ideam.gov.co/ninos2/ma_ac02.htm) (05 de Mayo 2008).
9. <http://www.monografias.com/trabajos32/cuenca-peitingo/cuenca-peitingo.shtml> (05 de mayo 2008).
10. <http://es.wikipedia.org/wiki/Hidrograma> (13 de Julio 2008).
11. <http://www.altimetrias.net/articulos/4ComoPendiente.asp> (18 de Agosto 2008).
12. <http://www.practiciencia.com.ar/ctierrayesp/tierra/superficie/exogenos/vegeta/suelos/horizon/index.html> (22 de Julio 2008).

13. <http://www.geocities.com/gsilvam/crecientes.htm> (27 de Octubre del 2008).

14. http://attila.inbio.ac.cr:7777/pls/portal30/INBIO_BIODICTIONARY.DYN_WORD_DETAIL.show?p_arg_names=_show_header&p_arg_values=YES&p_arg_names=pTermino&p_arg_values=Sistema%20Agrosilvopastoril.

15. <http://es.wikipedia.org/wiki/Musaceae>.

16. <http://images.google.com.ni/imgres?imgurl=http://www.ineter.gob.ni/caracterizaciongeografica/img/img14.gif&imgrefurl=http://www.ineter.gob.ni/caracterizaciongeografica/>.

IX. ANEXOS

Datos sociales Fuente: (Policlínico Ernesto Hoocker)

zona de la cuenca	La Población total de Bilwi y sus barrios			
	No.	Barrio	Vivienda	Población
Media	1	Los Ángeles	451	2661
Fuera (no entra a la cuenca)	2	S. Pedro	52	220
Media	3	Pedro Joaquín C.	365	1353
Media	4	Revolución	149	798
Media	5	Pancasan	51	229
Media	6	Rigoberto L. P.	50	226
Media	7	Arlen Siu	242	1325
Media	8	Germán P.	143	707
Media	9	San Luís	106	563
Media	10	San Judas	243	1094
Media	11	Moravo	214	977
Media	12	Aeropuerto	450	1408
Media	13	19 de Julio	171	737
Fuera (no entra a la cuenca)	14	Santa Inés	187	987
Baja	15	Spanish Town	440	2557
Baja	16	Sandino	681	4047
Baja	17	El Muelle	763	3434
Media	18	Libertad	763	3559
Media	19	Peter Ferreira	445	1686
Media	20	Filemón Rivera	305	1238
Fuera (no entra a la cuenca)	21	El cocal	659	3433
Media	22	San miguel	439	2020
Media	23	N. Jerusalén	1136	7952
Media	24	Loma verde	476	3334
Baja	25	Alemán	348	2436
	Total		9329	48981





Precipitaciones (mm)

Años	Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total anual	PP Media anual
2000		77,19	145	92,07	72,3	214,52	566,7	654,41	305,35	242,4	518,01	105,3	296,98	3290,23	3246,535 mm
2001		88,66	67,76	24,18	36,6	103,23	136,2	273,73	289,85	381	965,34	234	294,5	2895,05	
2002		198,4	37,52	37,51	38,1	331,7	363,6	487,63	550,87	112,5	505,3	238,5	136,09	3037,72	
2003		161,51	89,88	11,78	36,3	140,74	472,5	134,23	272,49	214,2	465,31	346,2	347,2	2692,34	
2004		108,5	105,56	316,2	18	360,53	809,7	552,73	790,19	366	373,55	482,1	532,58	4815,64	
2005		157,48	17,92	15,19	180,9	375,72	729	760,74	295,12	240	402,07	505,2	274,66	3954	
2006		189,1	84	37,2	99	80,6	330	616,9	350,3	453	198,4	237	291,4	2966,9	
2007		111,6	25,2	130,2	210	80,6	288	561,1	288,3		182,9	303	139,5	2320,4	
PP media Mensual Multianual		136,555	71,605	83,041	86,4	210,955	461,962	505,183	392,808	287,014	451,36	306,412	289,113		

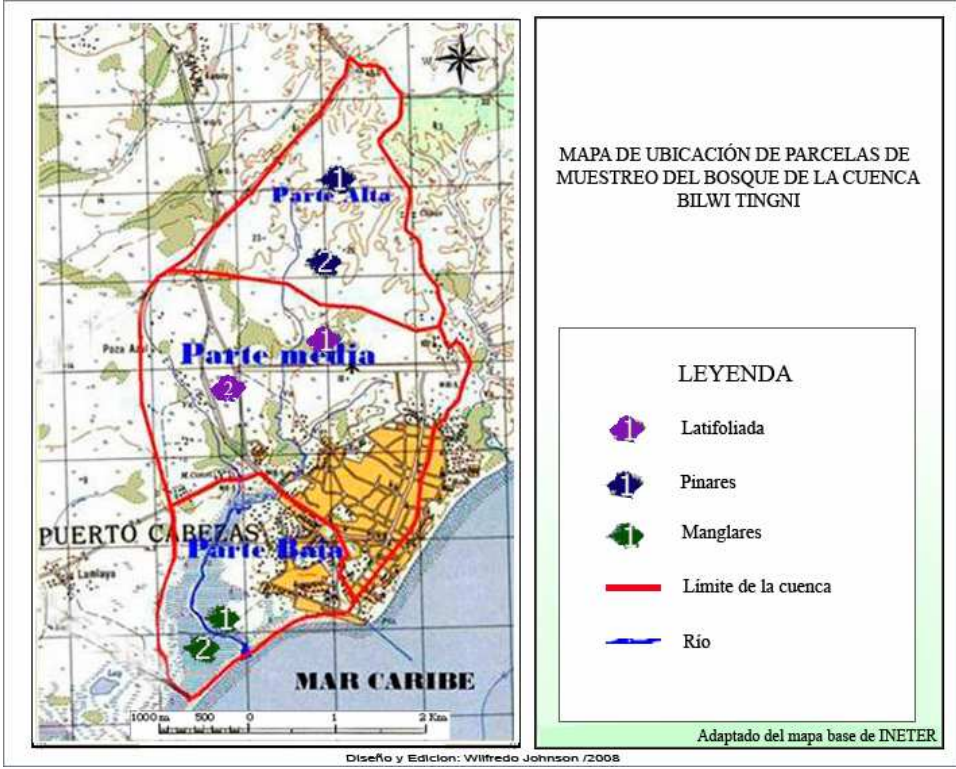


MAPA DE UBICACIÓN DE MUESTREOS
SUELO Y AGUA DE LA CUENCA
BILWI TINGNI

LEYENDA

-  Muestreo del suelo
-  Muestreo del agua
-  Límite de la cuenca
-  Río

Adaptado del mapa base de INETER.







X. GLOSARIO

Suelo: capa superficial donde viven las plantas.

Biofísico: composición de recursos abióticos y bióticos.

Bióticos: grupo de seres orgánicos de un ecosistema como los animales y las plantas.

Abióticos: grupo de recursos inorgánicos como el agua, suelo, rocas, viento, etc.

Cuenca: territorio delimitado por la topografía cuyas aguas afluyen todas hacia un mismo lugar (lago o mar).

Cuenca exorreica: son aquellas que drenan sus aguas directamente hacia el mar.

Diagnostico: Identificación de la naturaleza de un recurso mediante la observación de sus signos y síntomas característicos.

Degradación: disminución gradual de cualidades o características de un recurso.

Deterioro: degeneración o empeoramiento gradual de su condición.

Proliferación: multiplicación abundante.

Drenaje: avenamiento, desagüe, desecamiento o achique.

Potencialidades: capacidad de potencia o posibilidad de existir.

Subterráneas: que esta debajo de la tierra.

Agrosilvopastoril: aplicación productiva múltiple en el cual se adaptan los cultivos de árboles productores de alimentos a la siembra en gran escala de productos para la cría de ganado y otros animales domésticos (Mata & Quevedo 1998).

Forestal: bosques o relativo a ellos.

Arcview: los SIG son herramientas que permiten elaborar, visualizar, consultar, analizar y presentar datos espaciales en forma de mapa; es decir, ofrecen información georeferenciada. Es un producto del Environmental Systems Research Institute (ESRI), los fabricantes de ARC/INFO, el más importante software de sistemas de información geográfica (SIG).

Coliforme fecal: son microorganismos que representan una indicación de la contaminación fecal del agua.

Photoshop: software digital destinado a la manipulación de Imágenes con extensiones como JPEG, PNG, etc.

Musáceas: las musáceas son una familia de plantas monocotiledóneas que comprende unas 40 especies repartidas en 3 géneros (Musa, Musella, y Ensete). Las especies de mayor importancia económica son las que dan la banana para alimentación. Son plantas herbáceas perennes, generalmente de gran tamaño, a veces parcialmente leñosas. Presentan hojas basales, espiraladas, grandes, simples, de margen entero, de base envainadora (con las grandes vainas solapándose, formando un pseudotallo) y en Musa (pero no en Ensete) con pecíolo (a veces llamado pseudopecíolo).

Cítricos: frutas agrias o agrídulces, como el limón y la naranja,

Estribaciones: conjunto de montañas laterales que se derivan de una cordillera y son generalmente más bajas que ella:

Meseta: llanura o planicie extensa y elevada a cierta altitud sobre el nivel del mar.

Rasas: plano y liso

Desembocadura: barra.

Sierras: cordillera de poca extensión de montañas escarpadas y de cimas picudas.

Septentrionales: que cae al norte.

Serranía: espacio de terreno cruzado por montañas y sierras... (Sinónimo: cordillera, montañas, montes y sierra).

Humus: uno de los principales elementos del suelo. Se origina por la descomposición de materia orgánica sea animal o vegetal.

Perímetro: longitud del contorno de una superficie o figura.

Copiosos: abundantes.

Coluvial: que cubre el fondo de un valle, arrastrado hasta allí desde las vertientes: los depósitos de materiales coluviales son característicos de los ríos intermitentes.

Aluvial: que se ha formado a partir de materiales arrastrados y depositados por corrientes de agua: en la desembocadura del río se forma una gran llanura aluvial en la que abundan lagunas y albuferas.