

# **Nuevos retos de la investigación ambiental en el espacio amazónico**

**Dra. Nicole Bernex de Falen.\***

**“Todo sucede por azar y por necesidad”.**

*Demócrito*

\* **Doctora en Geografía. Profesora Principal de la PUCP y Directora Académica del Centro de Investigación en Geografía Aplicada.**



¿Cuál es la parte del azar, cuál es la de la necesidad? ¿Cómo coexisten en el mundo real; en la “naturaleza humanizada”? ¿Cómo se expresan en un entorno que se agota? ¿Cuáles son las exigencias de la sustentabilidad, los nuevos campos de la investigación ambiental y su dimensión ética?

## **1. Un Entorno que se Agota**

Frente a un crecimiento aparentemente sin límites, hoy se reconoce de manera general que nuestro entorno se agota. La población ha más que duplicado en las cuatro últimas décadas (1950: 2,500 millones de habitantes; 1990; 5,400 millones. Según las estimaciones de las Naciones Unidas 1,200 millones de personas viven en estado de pobreza absoluta; 500 millones de ellas reciben menos del 80% del aporte calórico considerado como básico para la salud humana; más de 1,500 millones de personas utilizan la leña como única fuente de energía. Más del 20% del suelo cultivable mundial ha sido perdido en los últimos 40 años (erosión natural, erosión antrópica; erosión económica). Cerca del 20% de la población mundial disfruta del 85% de la riqueza mundial y utiliza en un mismo porcentaje los bienes y recursos del planeta (en especial la energía fósil). Frente a esta situación el Profesor Peter H. Raven (1991) afirma que teniendo un aumento poblacional de algunos 1,000 millones de personas en la actual década (figura 1), las próximas décadas van a ser las más destructoras que el mundo haya nunca conocido.

Esta destrucción ecológica será un verdadero ecocidio, mucho más grave que un desequilibrio ecológico (reexistasia)) y se expresará en la pérdida veloz de la diversidad biológica, afectando a un cuarto de todas las especies de plantas, animales, hongos y micro organismos de la tierra.

La mayor destrucción afectará las áreas actualmente ocupadas por los bosques tropicales, los cuales constituyen el 42% de la biomasa terrestre. Es la razón por la cual existen tantos conflictos, enfrentamientos y oposiciones en torno al

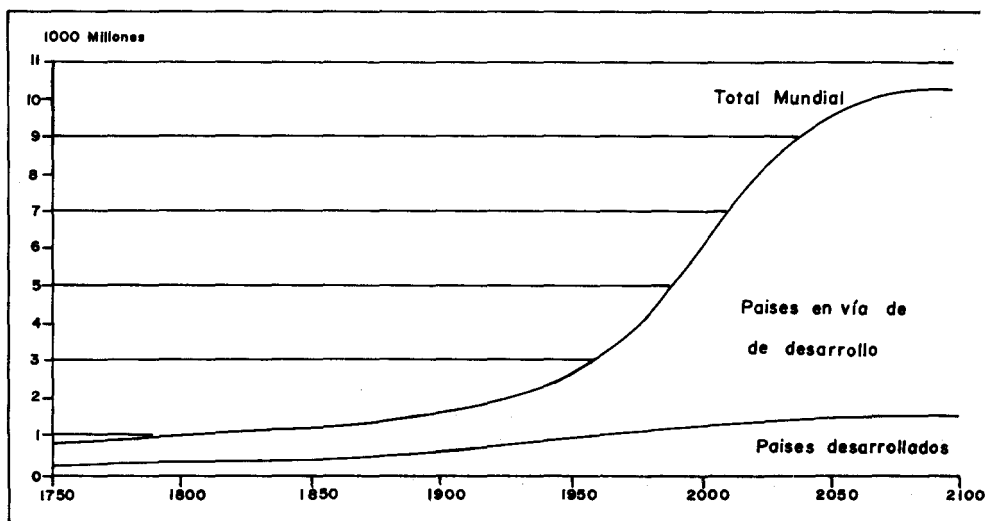


Figura 1: El Crecimiento Poblacional (1750-2100)

Fuente: Thomas W. Merrick, et al., "World Population in Transition", *Population Bulletin*, Vol. 42, Nº 2

espacio amazónico a menudo llamado "pulmón" de nuestro planeta por los países del norte, principales explotadores de los recursos naturales de la cuenca amazónica. Ahí nace la primera oposición entre dinámica biológica y actividad de transformación, entre ecología y economía: entre unos espacios que actúan como importantes reguladores de los sistemas climáticos mundiales y el crecimiento explosivo de las poblaciones, su competencia para el espacio y su transformación acelerada en sociedades cada día más consumistas (figura 2) y que producen más desechos cuya naturaleza afecta seriamente la vida misma (figura 3).

Dentro de los ecosistemas terrestres el ecosistema de los bosques tropicales juega un papel de gran importancia al mantener el balance global de anhídrido carbónico y oxígeno así como la sustentabilidad de todas las comunidades vivas, animales y vegetales (Uchijima, 1991: U-1).

La Amazonia constituye una parte importante de estos bosques densos compuestos casi exclusivamente de especies latifoliadas (cuadro 1). Es ahí que ocurre la mayor deforestación de América Latina y del Caribe, alcanzando un ritmo superior a 2.5 millones de hectáreas anuales paralelamente a la desaparición de más de 100,00 km<sup>2</sup> de bosques entre 1970 y 1990. (Cuadro 2) (FAO-V, 1991: 126).

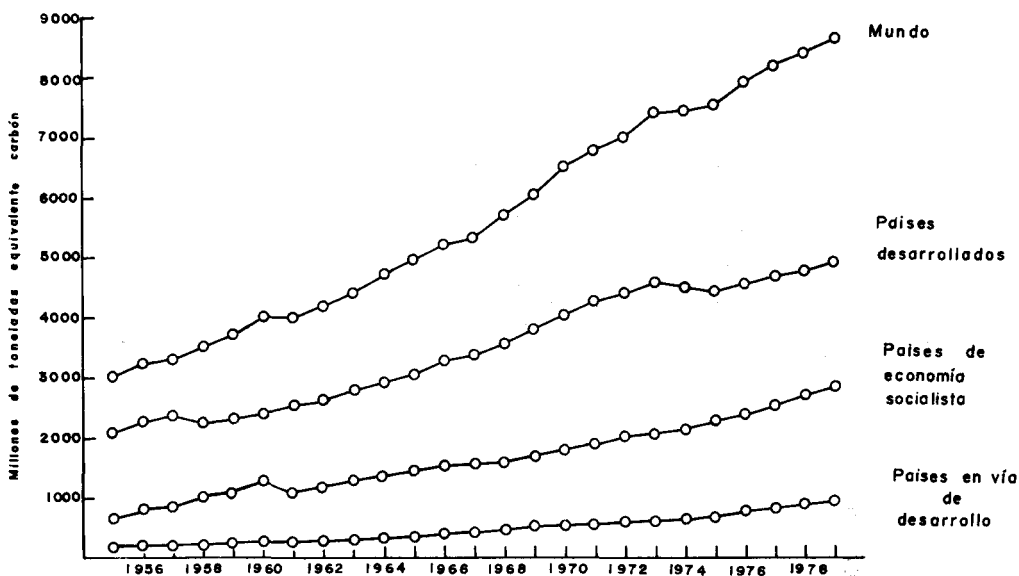


Figura 2: Consumo de Energía Comercializada (según Holgate et. el., 1982)

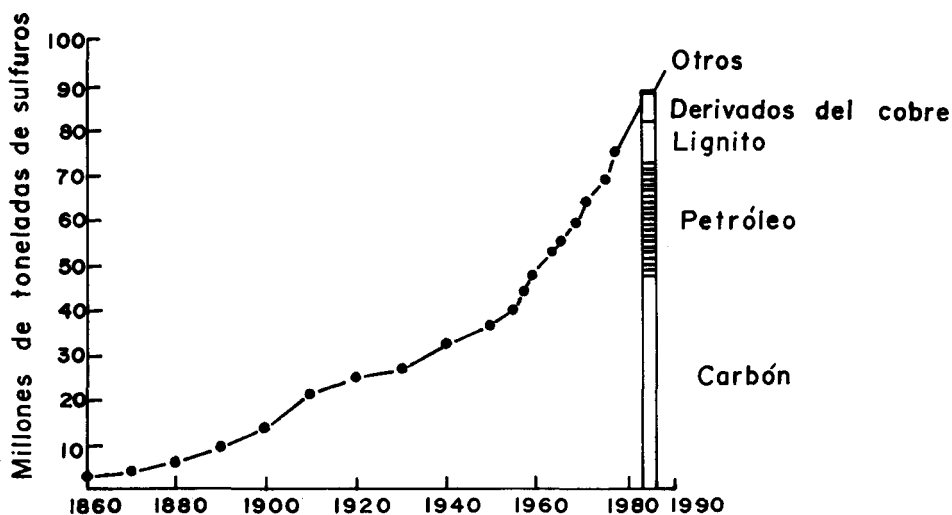


Figura 3: Emisiones Globales de SO<sub>2</sub> Provenientes de Fuentes Antropogénicas

Cuadro N° 1  
Superficie con vegetación leñosa  
1980 (Miles de ha.)

	Superficie	Bosque denso		Bosques abiertos	Superficie Forestal		Otras tierras con vegetación leñosa		Superficie total con vegetación leñosa	Plantaciones
		Latifoliadas	Coníferas		Total	% de la Superficie Total	Matorrales	Barbecho		
Bolivia	108 439	44 010	—	22 750	66 760	62	9 000	3 050	78 810	26
Colombia	103 870	46 400	—	5 300	51 700	50	5 500	8 900	66 100	95
Ecuador	27 684	14 230	20	480	14 730	53	1 050	2 420	18 200	43
Perú	128 000	69 310	370	960	70 640	55	3 150	5 510	79 300	84
Venezuela	88 205	31 870	—	2 000	33 870	38	2 120	11 950	47 940	120
América Latina Tropical	456 198	205 820	390	31 490	237 700	52	20 820	31 830	290 350	368
Brasil	845 651	356 280	1 200	157 000	514 480	61	61 200	100 620	676 300	3 855

Fuente: FAO, Banco de Datos Forestales.

**Cuadro N° 2**  
**Cambios anuales de la superficie forestal (1980)**  
**(Miles de hás.)**

	Cambios anuales					Plantaciones
	Bosque Latifoliadas	Denso Coníferas	Bosque Abierto	Total	Porcentaje del Area Forestal Deforestada	
Bolivia	-87		-30	-117	-0,2	1,4
Colombia	-820		-70	-890	-1,6	8,5
Ecuador	-340	*	*	-340	-2,1	4,5
Perú	-260	-10	**	-270	-0,4	6,4
Venezuela	-125		-120	-245	-0,7	18
América Latina Tropical	-1632	-10	-220	-1862	-0,7	38,8
Brasil	-1360	-120	-843	-2323	-0,4	448,6
* Insignificante			** entre 50 y 80 miles de hás.			

Entre todos los países amazónicos, el Perú, después del Brasil, es el más importante por su superficie (Cuadro 3) así como por ser el país de la Alta Amazonía.

**Cuadro N° 3**  
**La cuenca amazónica por territorios nacionales**

País	Extensión de la cuenca (km <sup>2</sup> )	% del territorio nacional	% de la cuenca
Bolivia	824 000	75 00	11 20
Brasil	4 982 000	58 00	67 79
Colombia	406 000	36 00	5 52
Ecuador	123 000	45 00	1 67
Guyana	5 870	2 73	0 08
Perú	956 761	74 44	13 02
Venezuela	53 000	5 78	0 72
Total	7 350 621		100 0
Fuente: TCA, 1992.			

**Cuadro N° 4**  
**Selva: Población total, rural y urbana**  
**1940-81**

	1940	1961	1972	1981
<b>Población total</b>				
Total Selva	381.028	835.895	1328.354	1831.911
Selva Alta	207.467	483.911	811.542	1198.945
Selva Baja	173.561	351.984	516.812	682.966
<b>Población urbana</b> (% pobl. total)				
Total Selva	32.31	34.84	38.68	40.98
Selva Alta	32.37	32.57	31.83	32.83
Selva Baja	32.22	38.04	49.43	54.69
<b>Población rural</b> (% pobl. total)				
Total Selva	67.69	65.13	61.32	59.08
Selva Alta	67.63	67.43	68.17	67.17
Selva Baja	67.78	61.96	50.57	45.31

**Cuadro 5**  
**Provincias de Selva con las más altas tasas de crecimiento**  
**1961-72**

	Selva Alta		Selva Baja	
Norte	Bagua	8.21	Maynas	3.83
	Bongará	3.84	Alto Amazonas	3.07
	Jaén	5.29		
	San Ignacio	7.51		
	Rioja	4.05		
Centro	Leoncio Prado	7.07	Coronel Portillo	5.55
	Chanchamayo	5.09		
	Satipo	8.14		
	Manuel A. Cáceres	5.04		
Sur			Tambopata	4.48

Fuente: Maletta y Bardales, 1987: Vol. 1; elaborado por J. Eguiguren y R. Rojas, citado por M. Rodríguez.



En el Perú, las tres amazonías están representadas: Amazonía Andina, Ceja de Selva y Selva Baja. En estas dos últimas regiones, el Perú posee 77.6 millones de has. de bosques tropicales. Sin embargo cada año se reducen en menos de 350 mil hectáreas por causa de deforestación. Esto es debido en gran parte al ritmo vertiginoso del crecimiento poblacional tanto en la Selva Alta Baja (Cuadro 4), teniendo en cuenta que la Selva Alta cuenta con una mayor cantidad de espacios con alta tasa de crecimiento (Cuadro 5). Vale mencionar que el número de sus centros poblados de 2000 y más habitantes pasó de 7 en 1940 a 39 en 1981, mientras que durante el mismo período pasó de 4 a 12 en la Selva Baja (Cuadro 6). Este crecimiento se dio a espaldas de su soporte ecológico. Se ha traducido por una competencia entre necesidad de espacio y oferta ambiental. Todo ello no solamente ha significado obras de infraestructura (carreteras, canales de riego, centrales hidroeléctricas) sino también una gran diversificación de los usos del suelo. Sin embargo la fragilidad del medio generó un deterioro cuyos efectos son claramente visibles en los paisajes amazónicos y en la mayor frecuencia y magnitud de los desastres. Es así que Dourojeanni (citado en A. Wijkman et al., 1985: 77) destaca que es "posible obtener una idea más clara sobre la amplitud de la erosión en la cuenca del Amazonas, mediante la observación de la frecuencia de las inundaciones en las tierras bajas y la creciente extensión de dicho fenómeno, así como de las restricciones cada vez mayores, impuestas sobre la navegación fluvial. Vale precisar que esta erosión se origina en las partes más altas de la cuenca amazónica y desencadena toda una serie de desequilibrios graves (pérdidas de suelo, aluviones, etc...), contribuyendo al avance de la desertificación. (Figura 4).

## **2. Las Exigencias de la Sustentabilidad**

Llevar a cabo programas realmente orientados hacia un manejo y gestión del espacio amazónico para fines de un desarrollo sostenible exige una verdadera decisión política la cual significa:

- a) Lograr un conocimiento profundo y un seguimiento de todo el espacio, a partir de amplias y precisas investigaciones recordando que hay que pensar globalmente y actuar localmente.
- b) Educar para la vida, favoreciendo una participación total y responsable de todos los actores sociales en las tareas de acondicionamiento de sus territorios. Así como generar un diálogo constructivo entre autoridades y poblaciones locales.
- c) Crear las herramientas legales y económicas indispensables a la puesta en marcha y desarrollo de tales programas.

Insistiremos sobre el primer punto. Ante todo, vale recordar que el conocimiento del espacio amazónico es muy desigual, disperso y cuenta con grandes

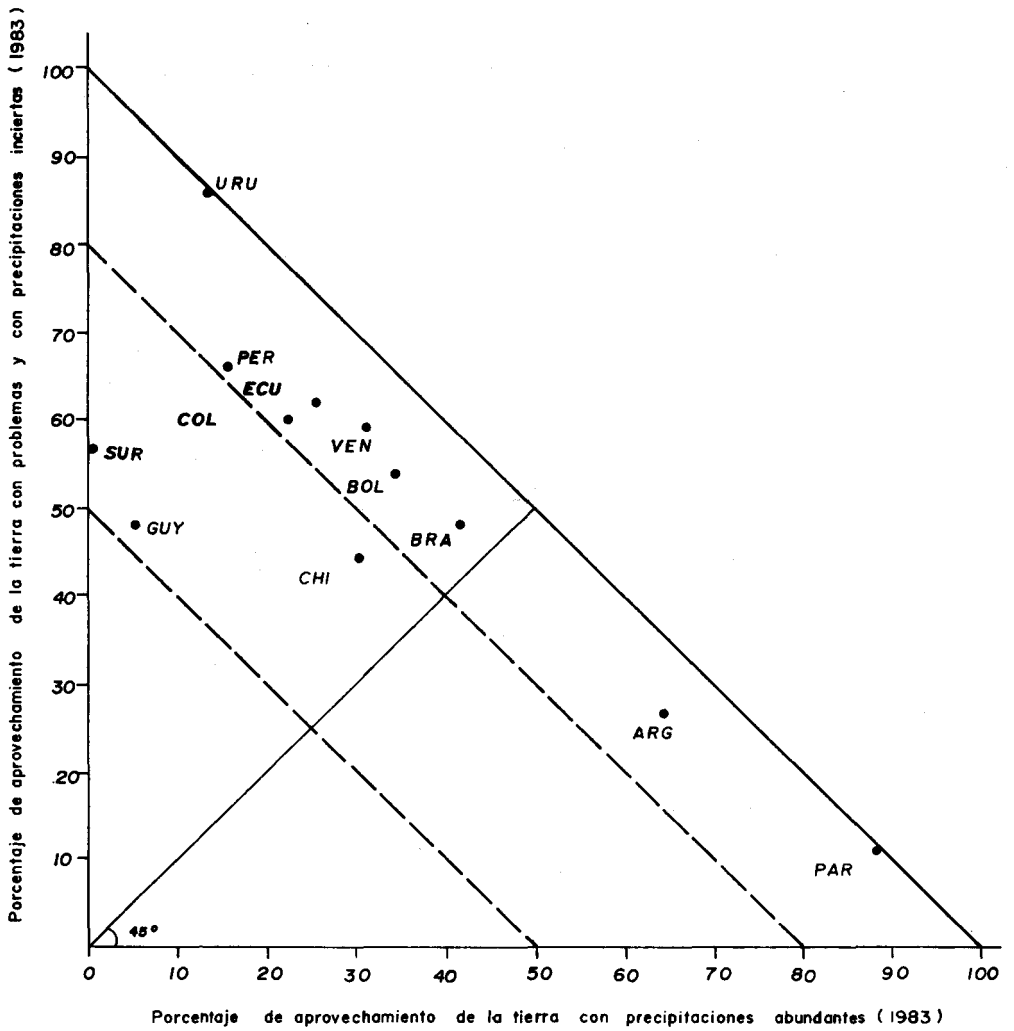


Figura 4: Distribución de los países de América del Sur atendiendo al aprovechamiento de la tierra con precipitaciones abundantes, por una parte, y con precipitaciones inciertas y con problemas, por la otra.

Fuente: F.A.O., 1990.

**Cuadro N° 6**  
**Número de centros poblados de 2000 y más habitantes**  
**1940-81**

	1940	1961	1972	1981
Selva Alta	7	15	25	39
Selva Alta	4	7	10	12
Total Selva	11	22	35	51
Fuente: INE 1981: Elaborado por Martha Rodríguez				

vacíos como con diferencias metodológicas de análisis lo que dificulta grandemente una reflexión prospectiva.

Asimismo, tenemos que tomar consciencia que solamente mediante un conocimiento sistémico y sistemático de este entorno, podremos reorientar positivamente nuestras acciones. Para ello hay que tener en cuenta, tal como lo propone Kubo (1991: Ku-1) cuatro tipos de entornos que conforman los cuatro sub-sistemas de la Amazonia. Son el entorno físico, el entorno biológico, el entorno social y el entorno percibido, siendo indudablemente este último mucho más difícil de captar que los entornos físicos y biológicos, por depender de nuestras estructuras lógicas, rutinas, herencias, etc... (Bernex, 1988: 7; Figura 5).

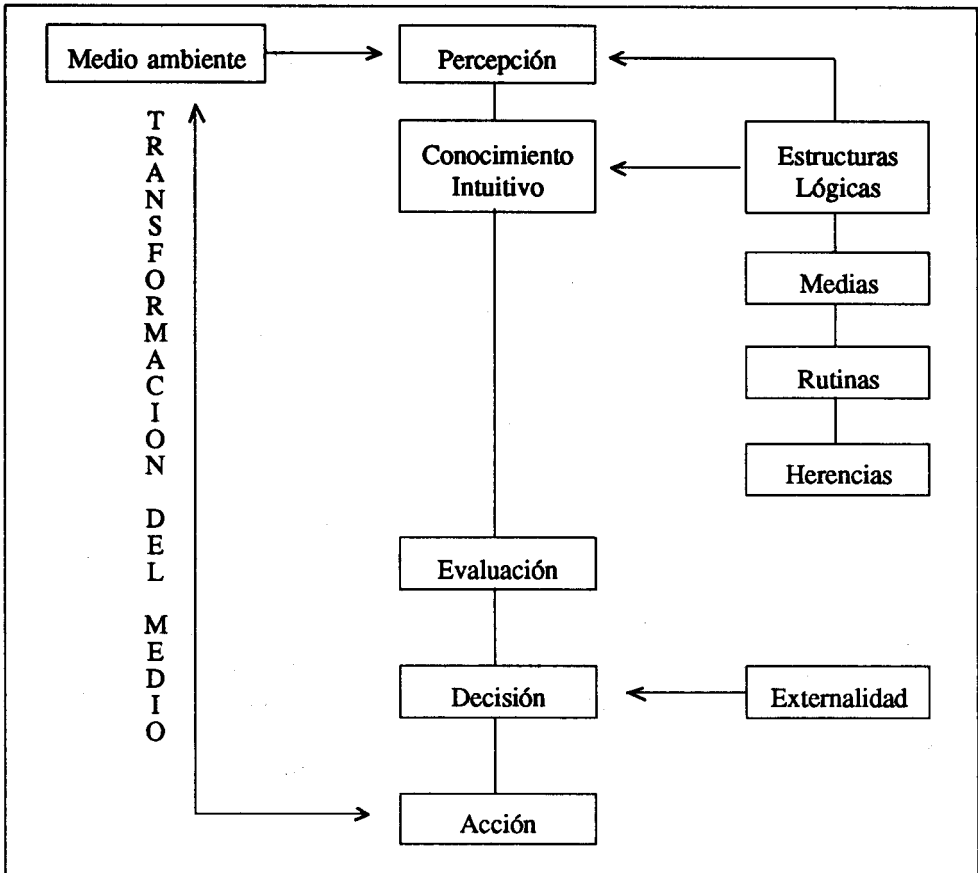
Estos problemas se generan en la Selva Alta donde la alta densidad de una población campesina pobre ha llevado a la sobre explotación del recurso suelo, en un ecosistema muy frágil. Ahí cabe resaltar que el Perú es el país andino con el más alto porcentaje de aprovechamiento de la tierra con problemas y con precipitaciones inciertas (figura 4). Por ello coexisten en el espacio amazónico profusión y pobreza, posibilidad y fragilidad, autonomía y dependencia (Bernex, 1988: 191-236).

De la toma de conciencia de sus valores y potencialidades así como de sus limitaciones y riesgos depende la sustentabilidad de aquel espacio o su deterioro irreversible.

Al mejorar los niveles de percepción, se consolida el conocimiento, pasando de un conocimiento intuitivo a un conocimiento documentado y luego cohesionado que permite una evaluación reflexiva y una decisión consciente.

La figura 6 muestra los principales elementos a considerar en cada uno de los entornos ya mencionados; asimismo, plantea el tipo de investigación por rea-

Figura 5:  
Percepción y acción



lizar. Esta investigación científica para el desarrollo es una investigación de base; debe permitir la producción de información sobre la actividad física, química y biológica de estos bosques tan ricos así como lograr los medios de conservar y protegerles.

Esta recolección de información debe ser precisa (cuantitativa), repetitiva y continua. Sólo así se logrará un conocimiento más amplio y fino del funcionamiento y dinámicas del bosque amazónico para fines de un verdadero manejo y gestión. Sin embargo, hoy nuevos campos en la investigación ambiental se han abierto.

El documento del TAC/BID/PNUD (1992), *Amazonía sin mitos*, lo demuestra: ya se han destruido varios "mitos" tan dañinos para el ordenamiento ambiental y territorial de la cuenca amazónica. Entre otros, cabe mencionar, el de la homogeneidad, del vacío amazónico, de los pulmones de la tierra, de los pueblos

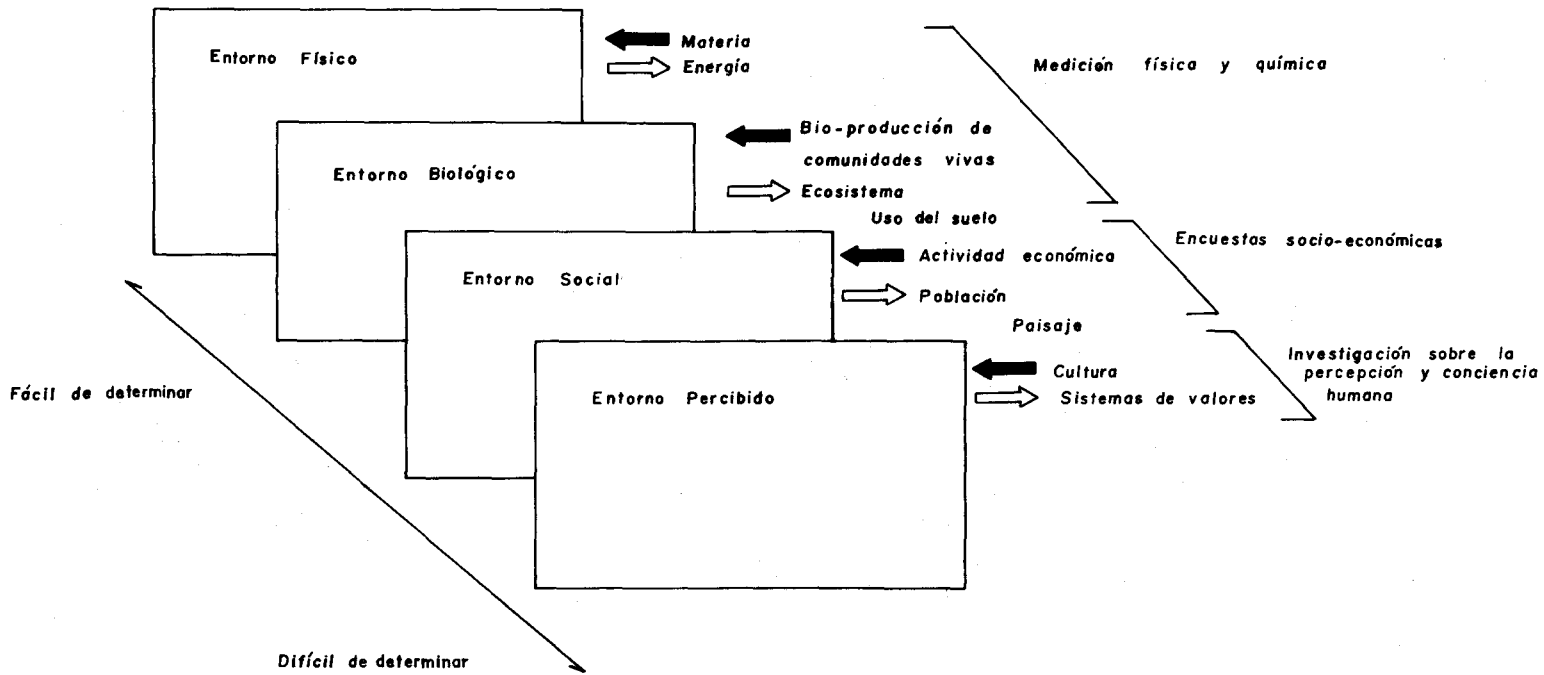


Figura 6: Los cuatro tipos de entorno.

indígenas como obstáculo al desarrollo, de la internacionalización de la Amazonía. Asimismo está afirmado el rol esencial de la investigación "para ofrecer un mejor conocimiento de la región y una información objetiva para tomar decisiones apropiadas (1992-72). Solamente una investigación de calidad puede orientar verdaderamente las políticas de manejo y gestión ambiental. Pero eso supone un proceso que puede ser relativamente largo. Toda la información debe ser georeferenciada (necesidades de mapas) y cuantificada (inventarios, necesidades de sensores remotos).

Durante años no se pudo contar con tal tipo de información. Hoy los avances tecnológicos favorecen su generación.

### **3. Los Nuevos Campos de la Investigación Ambiental**

La teledetección satelitaria y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han permitido abrir nuevos campos de investigación ambiental.

Mediante la teledetección satelitaria, los radiómetros de suelo, las torres de observación (figura 7) y otras herramientas (con anemómetros ultrasónicos y medidores infrarrojos de anhídrido carbónico, se puede lograr el monitoreo de la actividad física, de la actividad química y de la actividad biológica tal como lo indica el cuadro siguiente (Cuadro 7):

Solamente un monitoreo sistemático permitirá entender el sistema vivo que constituye el bosque pero eso no es suficiente. Los campos de la investigación forestal son amplios y exigen interdisciplinaridad, tal como se detalla en el cuadro 8.

Sin embargo, todo ello no es suficiente. Reconocer la urgencia de una investigación de punta, de un monitoreo de los bosques amazónicos significa también valorar esta investigación para y con los hombres de hoy, para los de mañana, entender juntos, lograr una verdadera consciencia de lo que son nuestros bosques amazónicos y orientar las políticas de manejo y gestión del espacio, teniendo en cuenta los cambios sociales existentes (Kubo, 1991: *Ku-3* figura 8).

Hoy la investigación puede abarcar áreas extensas, permite utilizar métodos de transferencia de datos, integrar plataformas de investigación interdisciplinar, llegar a modelos y simulaciones pero este aspecto exclusivamente científico no es todo.

Vale recordar que la investigación es para el hombre; debe permitir la sustentabilidad de la vida y tiene una dimensión ética. La investigación ambiental

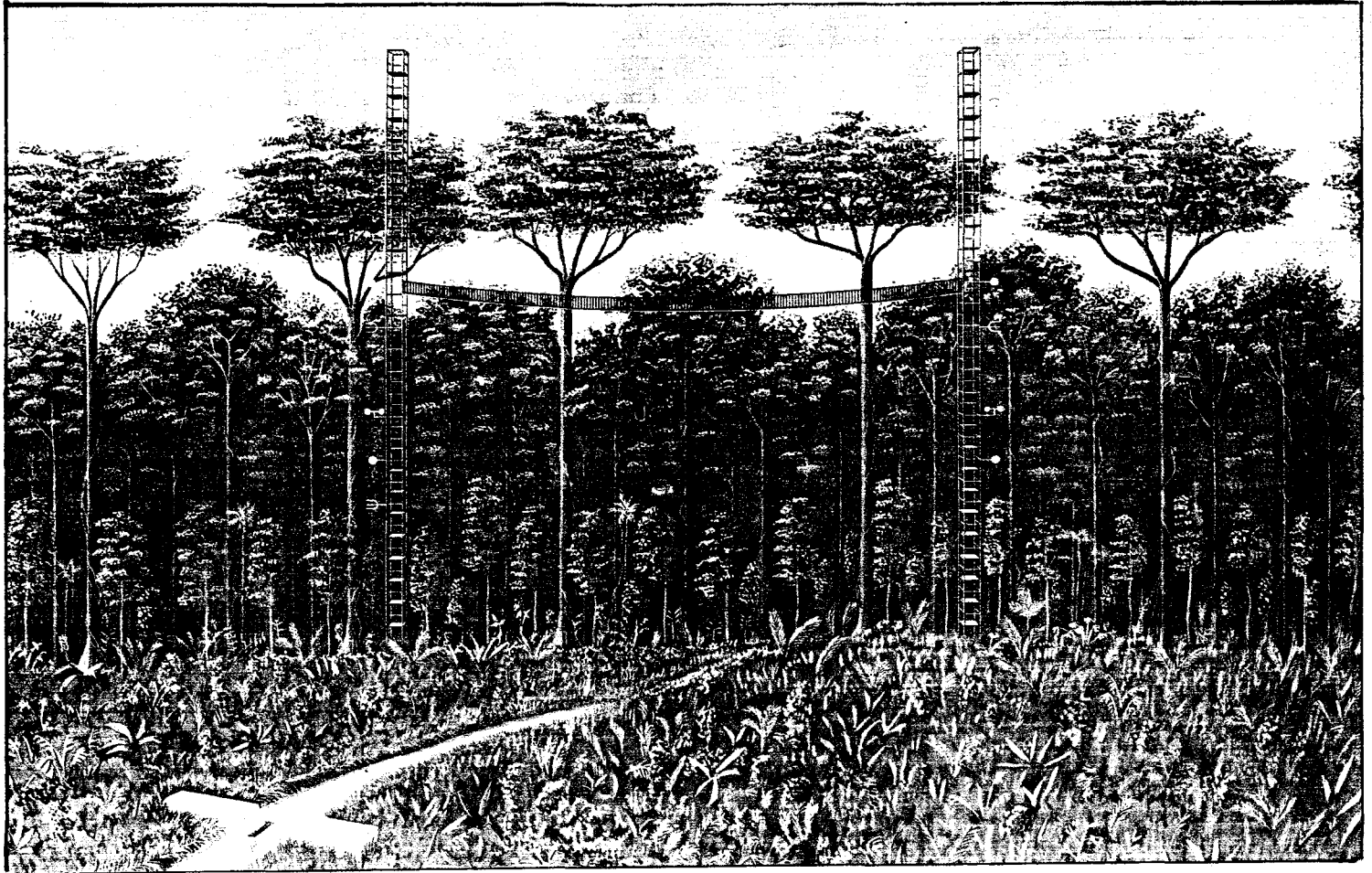


Figura 7: Torres de Observación para el Monitoreo de los bosques tropicales pluviosos

Cuadro Nº 7

El monitoreo de las actividades física, química y biológica del bosque

<p>Monitoreo de la actividad física de los bosques</p>	<p>Medición de las influencias de las condiciones del entorno y de las variaciones estacionales en el comportamiento del bosque para determinar los factores que influyen en la transferencia e intercambio de energía entre la atmósfera y el bosque.</p> <p>A partir de los datos de radiación obtenidos, clarificar la influencia de las condiciones forestales y ambientales sobre la reflectividad del bosque, y evaluar la energía solar y la radiación.</p> <p>Determinar la estructura del balance calor-agua, midiendo los diferentes elementos de la radiación.</p>
<p>Monitoreo de la actividad química del bosque</p>	<p>Medir los flujos de anhídrido carbónico, analizar los constituyentes químicos del medio, su rol en las actividades vegetales y la calidad de la circulación de las aguas.</p>
<p>Monitoreo de la actividad biológica</p>	<p>Medir la enorme cantidad de energía, muestra de la complejidad de los ecosistemas forestales (materia seca/ha./año). Medir cantidades de biomasa y de anhídrido carbónico.</p> <p>Recolectar información sobre características del bosque (hojas: tamaño, forma...; distribución de las mismas, diversidad de especies, etc.).</p> <p>Monitoreo de las actividades de las comunidades vivas a través de la medición de la densidad y de la actividad.</p>
<p>Fuente: Uchijima, 1991: U1 - U2, elaboración propia.</p>	



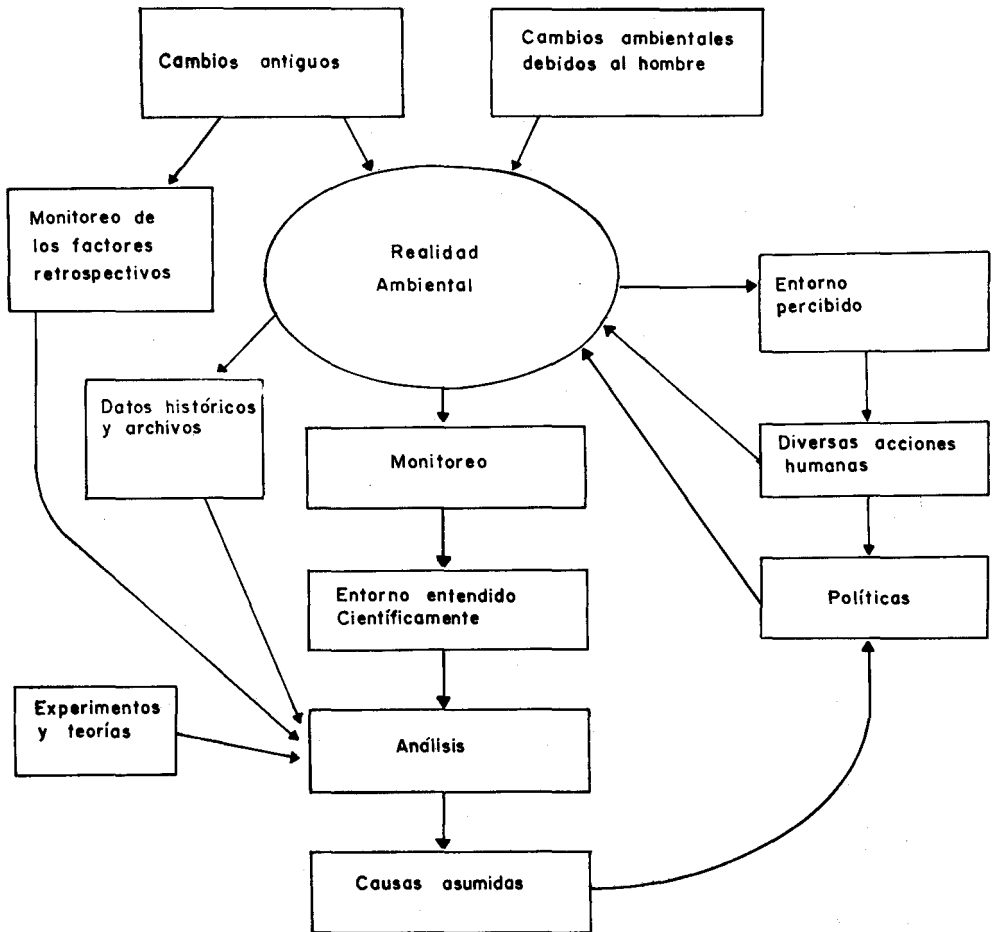


Figura 8: Metodología de Monitoreo del cambio ambiental

**Cuadro N° 8**  
**Los campos de la investigación forestal**

Bosque amazónico	Investigación	Acción
Diferentes tipos de bosques, suelos aguas, clima, comunidades vivas	Sobre: manejo forestal manejo de las aguas manejo de las riberas habitat de la vida silvestre control de incendios producciones selvícolas control de plagas, etc...	(en cooperación Sector público / Sector privado):  protección de riberas protección contra los incendios protección contra las plagas Programas de reforestación programas de prevención de inundaciones y manejo de cuencas, etc...

más que otra debe valorarse con y para los hombres, reforzando los valores de responsabilidad y solidaridad sin los cuales no se podrá reencontrar la escala humana. El documento del TAC/BID/PNUD (1992: 89-91) afirma la urgencia de una nueva ética amazónica fundada en las necesidades de los habitantes de ésta región, la compensación por los servicios ambientales recibidos, una justa distribución de tierras, el respeto de los derechos humanos y derechos ecológicos, la repartición de la información, la reciprocidad respecto a la tecnología en cambio de la herencia genética regional. Eso involucra permanentemente los países desarrollados así como los propios países amazónicos.

Por todo ello tenemos que ser conscientes que “las soluciones a la crisis planetaria no saldrán de las computadoras, cuyo concurso es importante” (Pelt, 1990:265) sino saldrán de los hombres mismos. Tal como lo dice *Juan Pablo II* “uno de los problemas mayores es la falta del debido respeto a la naturaleza, la explotación desordenada de sus recursos y el deterioro progresivo de la calidad de vida, señalando que la sociedad actual no hallará una solución a los problemas ecológicos si no revisa seriamente su estilo de vida. Por ello, hay pues una urgente necesidad de educar en la responsabilidad ecológica: responsabilidad con nosotros mismos y con los demás, responsabilidad con el ambiente. La verdadera educación de la responsabilidad conlleva una conversión auténtica en la manera de pensar y en el comportamiento”.

**Cuadro N° 9**  
**La evolución de la investigación ambiental**

	Antes	Hoy
Velocidad de cambio	lenta	rápida
Estructura social	simple	compleja
Nivel técnico	bajo	elevado
Transferencia Tecnológica	lenta, recubriendo pequeñas áreas	rápida, recubriendo grandes áreas
Amplitud de la producción	pequeña	grande
Mercado	local	global
Cambio ambiental	moderado, local con capacidad de soportabilidad	rápido global sin capacidad de soportabilidad
Método de monitoreo	específica, según el área, en intervalos largos, para propósitos específicos	amplio y global en tiempos repetitivos, sin propósitos específicos
Utilización de datos	para propósitos específicos, por un organismo específico	sin propósito específico utilización extensiva
Análisis	local	global simulación (planificación)

## **BIBLIOGRAFIA**

- BARCLAY F., F. SANTOS, M. RODRIGUEZ, M. VALCARCEL**  
(1991) **Amazonía 1940-1990 El Extravío de Una Ilusión.** Lima: Tierra Nuova-CISEPA/PUCP.
- BERNEX DE FALEN, N.**  
(1988) "El Espacio Amazónico Peruano: profusión y pobreza. Posibilidad y Fragilidad. Autonomía y Dependencia". I Seminario de Investigaciones Sociales en la Amazonía. Iquitos: CAAAP, CETA, CIAAP/UNAP....
- BERNEX DE FALEN N.**  
(1988) **El Niño y los Andes: Espacio y Educación.** Lima: Proyecto escuela, ecología y comunidad campesina.
- FAO.**  
1988 **Potencialidades del Desarrollo Agrícola y Rural en América Latina y el Caribe. Anexo IV. Recursos naturales y medio ambiente.** Roma. 1988.
- FAO.**  
(1988) **Potencialidades del Desarrollo Agrícola y Rural en América Latina y el Caribe. Anexo V. Subsectores productivos: agrícola, ganadero, pesquero y forestal.** Roma.
- IGN.**  
(1989) **Atlas del Perú.** Lima.
- KIRA, T.**  
(1991) **A New Beginning in Monitoring Tropical Forests** Tokyo: U.N.U. "Global environmental forum".
- KUBO, S.**  
(1991) **Monitoring Human Activities.** Tokyo: U.N.U. "Global environmental forum".
- MARTINEZ, H.**  
(1988) "Migración y Colonización en la Selva y Ceja de Selva". I Seminario de Investigaciones Sociales en la Amazonía. Iquitos: CAAAP, CETA, CETA, CIAAP/UNAP.
- PELT, J.M.**  
(1990) **L'homme re-naturé.** Paris: Seuil, Sciences.

**RAVEN, P.H.**

(1991) **Global Change and Sustainability: What are the Issues?** Tokyo: U.N.U. "Global environmental forum".

**REEVES, H.**

(1900) **Malicorne. Réflexions d'un observateur de la nature.** Paris: Sevil.

**UCHIJIMA, Z.**

(1991) **Monitoring Tropical Forests.** Tokyo: U.N.U. "Global environmental forum".

**TAC/BID/PNUD.**

(1992) **Amazonía Without Myths.**

**WIJKMAN, A. y L. TIMBER LAKE**

(1985) **Desastres Naturales ¿Fuerza Mayor u Obra del Hombre?** Londres: Earthscan.