

El Impacto Ambiental y la Ingeniería

Hugo A. Guillén Trujillo

CONSULTORÍA AMBIENTAL Y
SERVICIOS

¿Qué es el Impacto Ambiental?



Medio Ambiente

- **Entorno vital**
- **Conjunto de factores:**
 - **Físico-naturales**
 - **Estéticos**
 - **Culturales y sociales**
 - **Económicos**
 - **que interactúan con el individuo y la comunidad en que viven**



Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA)

- OBJETIVO:
 - Pretenden, como principio, establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente

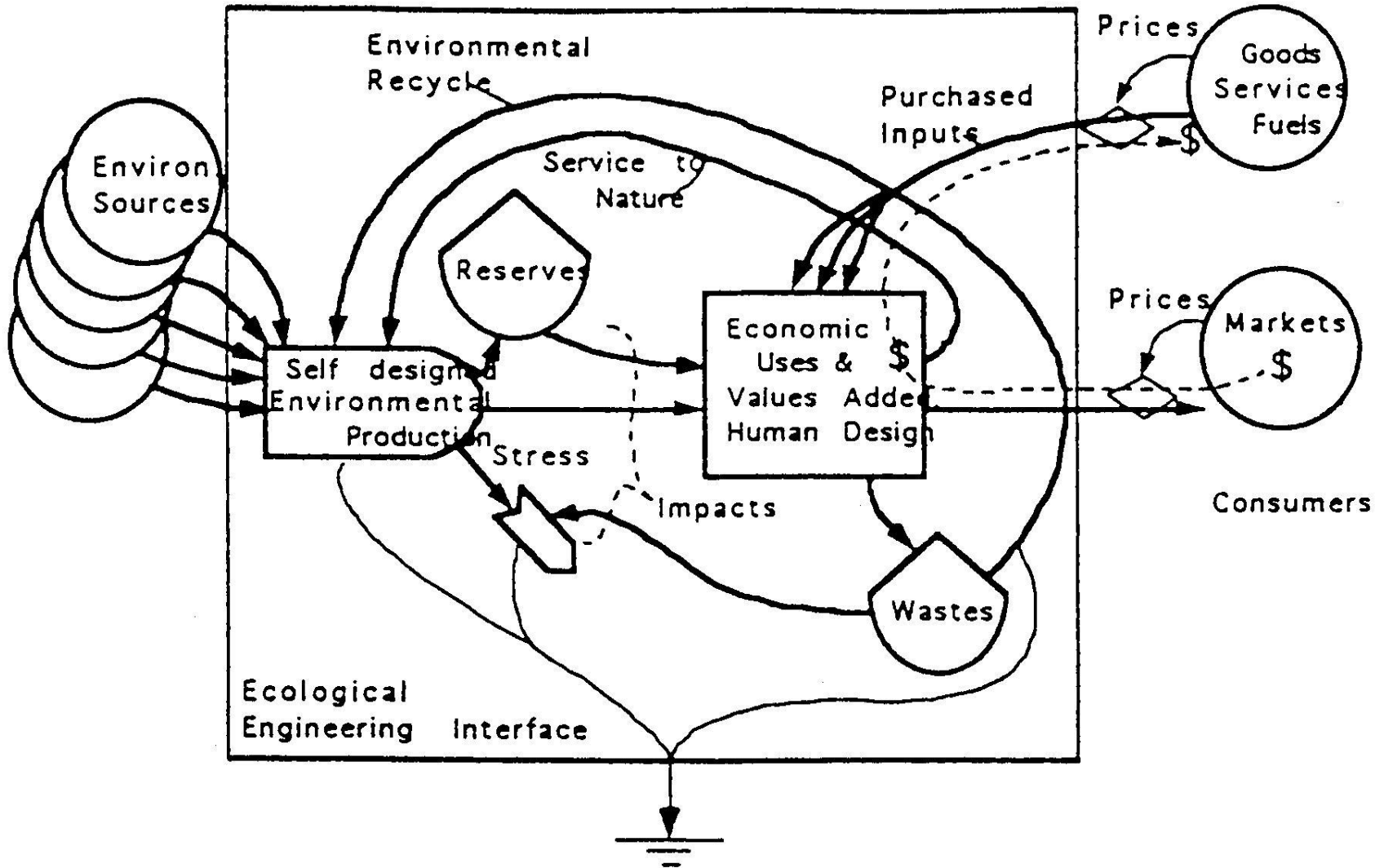
Razones para Realizar EIA

- Detienen el proceso degenerativo
- Evitan graves problemas ecológicos
- Mejoran nuestro propio entorno y calidad de vida
- Así lo exigen las disposiciones en rigor
- Generan una mayor conciencia social del problema ecológico
- Otras

Impactos Ambientales

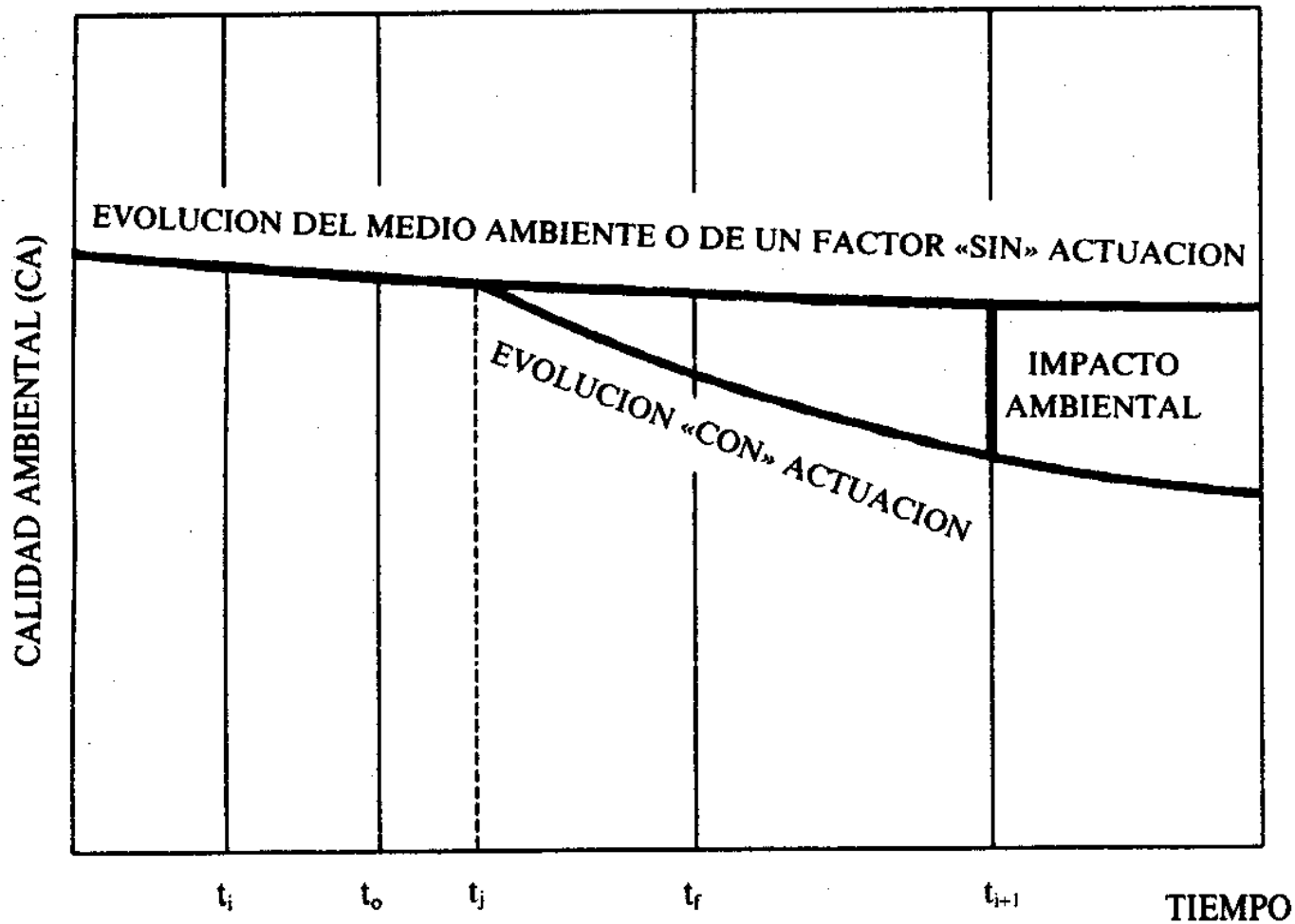
- Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio

Interfase Ecológica-Económica



Calidad del Medio Ambiente (CA)

- Cada factor del medio se mide en su unidad adecuada (monetaria, física, emergética, etc.)
- Escala de puntuación de 0 a 1



t_i = momento actual

t_o = momento de inicio de la acción

t_j = momento de inicio del impacto

t_r = momento de finalización de la acción

t_{i+1} = momento de interés considerado

Fig. 1. Impacto ambiental



Eutricación
Natural de un
Lago

Legislación Ambiental

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
 - Sección V: Evaluación del Impacto Ambiental
 - Sección VI: Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental

Metodologías de EIA

- Sistemas de Red y Gráficos (cualitativos)
 - Matrices causa-efecto (Leopold), Listas de Chequeo, Sonrensen, etc.
- Sistemas cartográficos
 - Sistemas de Información Geográfica (SIGs), etc.

Cuadro 3

Matriz clásica de Leopold

- INSTRUCCIONES**
- Identificar las acciones (situadas en la parte superior de la matriz) que tienen lugar en el proyecto propuesto.
 - Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intersección con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso que haya un posible impacto.
 - Una vez completa la matriz, en la esquina superior izquierda de cada cuadro con barra, calificar de 1 a 10 la **MAGNITUD** del posible impacto. 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Delante de cada clasificación poner + si el impacto es beneficioso. En la esquina inferior derecha de cada cuadro calificar de 1 a 10 la **IMPORTANCIA** del posible impacto (por ejemplo, si es regional o simplemente local): 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima, (el cero no es válido).
 - El texto que acompañe la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas estén señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadros aislados con números superiores.

	a	b	c	d	e
a		4			6
		2			3
b	8		7	3	9
		2	7	1	6

A. MODIFICACION DEL REGIMEN	B. TRANSFORMACION DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCION	C. EXTRACCION DE RECURSOS
a. Introducción de flora o fauna exótica b. Control biológico c. Modificación del hábitat d. Alteración de la cubierta terrestre e. Alteración de la hidrología f. Alteración del drenaje g. Control del río y modificación del flujo h. Canalización i. Regulación del clima j. Inundación o aislamiento k. Superficie pavimentada m. Ruido y vibraciones	a. Urbanización b. Emplazamientos industriales y edificaciones c. Aeropuertos d. Autopistas y puentes e. Carreteras y caminos f. Vías férreas g. Cables y elevadores h. Líneas de transmisión, oleoductos y corredores i. Barreras, incluyendo vallados j. Dragados y refuerzo de canales k. Revestimiento de canales l. Canales m. Puentes y embalses n. Escaleras, diques, puertos deportivos y terminales marítimas o. Estructuras en alta mar (offshore) p. Estructura de cerco q. Voladuras y perforaciones r. Desmontes y rellenos s. Túneles y estructuras subterráneas t. Voladuras y perforaciones u. Excavaciones superficiales v. Excavaciones subterráneas w. Perforación de pozos y transporte de fluidos x. Dragados y. Explotación forestal z. Pesca comercial y caza aa. Granjas ab. Ganadería y pastos ac. Piensos ad. Alacuñas, lectas ae. Graneros, aceros, alacenas	

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS		ACCIONES PROPUESTAS	
		a	b
1. TIERRA	a. Recursos minerales		
	b. Material de construcción		
	c. Suelos		
	d. Geomorfología		
	e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo		
	f. Factores físicos singulares		
2. AGUA	a. Continentales		
	b. Marinas		
	c. Subterráneas		
	d. Calidad		
	e. Temperatura		
	f. Recarga		
	g. Nieve, hielo y heladas		
3. ATMÓSFERA	a. Calidad (gases, partículas)		
	b. Clima (micro, macro)		
	c. Temperatura		
4. PROCESOS	a. Inundaciones		
	b. Erosión		
	c. Deposición (sedimentación y precipitación)		
	d. Solución		
	e. Solución (intercambio de iones, complejos)		
	f. Compactación y asentamientos		
	g. Estabilidad		
	h. Sismología (terremotos)		
	i. Movimientos		

MATRIZ CLASICA DE LEOPOLD:

1) CUALITATIVA

2) PRELIMINAR

3) FILAS: FACTORES AMBIENTALES

4) COLUMNAS: ACCIONES

5) MAGNITUD/ INTENSIDAD

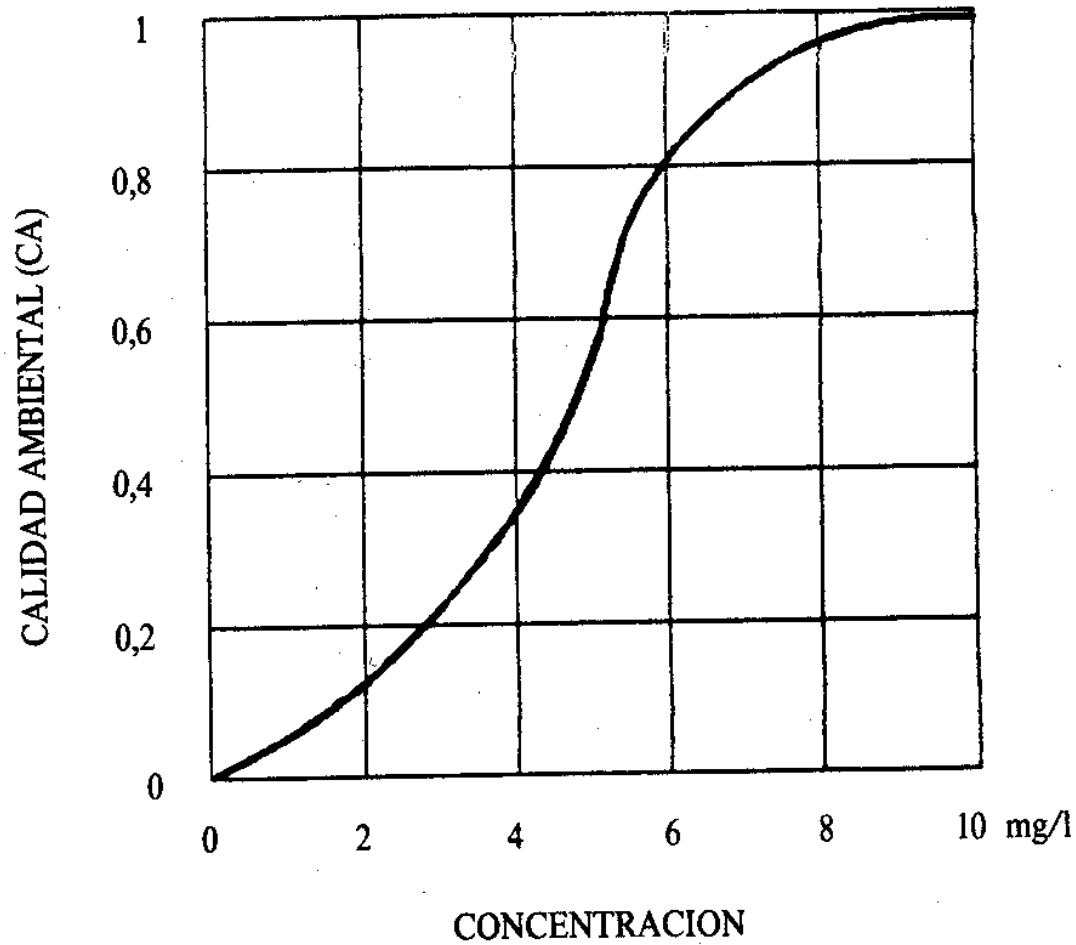
Metodologías de EIA

- Métodos basados en indicadores, índices e integración de la evaluación
 - Métodos emergéticos, Universidad de Georgia, etc.
- Métodos cuantitativos
 - Batelle-Columbus, Métodos emergéticos, Métodos de análisis de costo-beneficio, etc.

Indicador de Impacto Ambiental

- **Elemento o concepto asociado a un factor**
- **Proporciona la medida de magnitud del impacto (cualitativo y/o cuantitativo)**
- **Escalas: Numéricas, Cualitativas, etc.**
- **Se requiere de una función de valores asociada al factor (funciones de transformación)**

3. OXIGENO FLUIDO



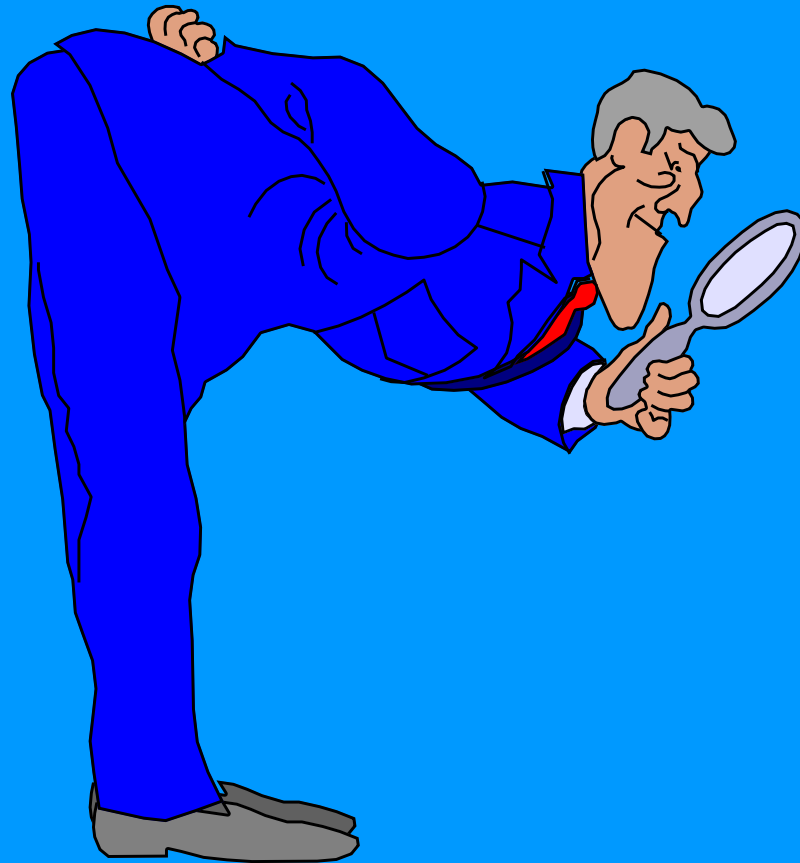
Indicador del factor

Cantidad de oxígeno disuelto en agua (saturación: 9 mg/l).

Unidad de medida

Miligramos por litro de agua.

¿ Cuáles son los tipos de impacto ambiental ?



Por la Variación de la CA

- **Impacto positivo**
 - Admitido como tal por la comunidad técnica y científica; y la población en general
- **Impacto negativo (pérdida de valor en los factores):**
 - Naturalísticos
 - Estético-cultural
 - Paisajístico
 - De productividad ecológica

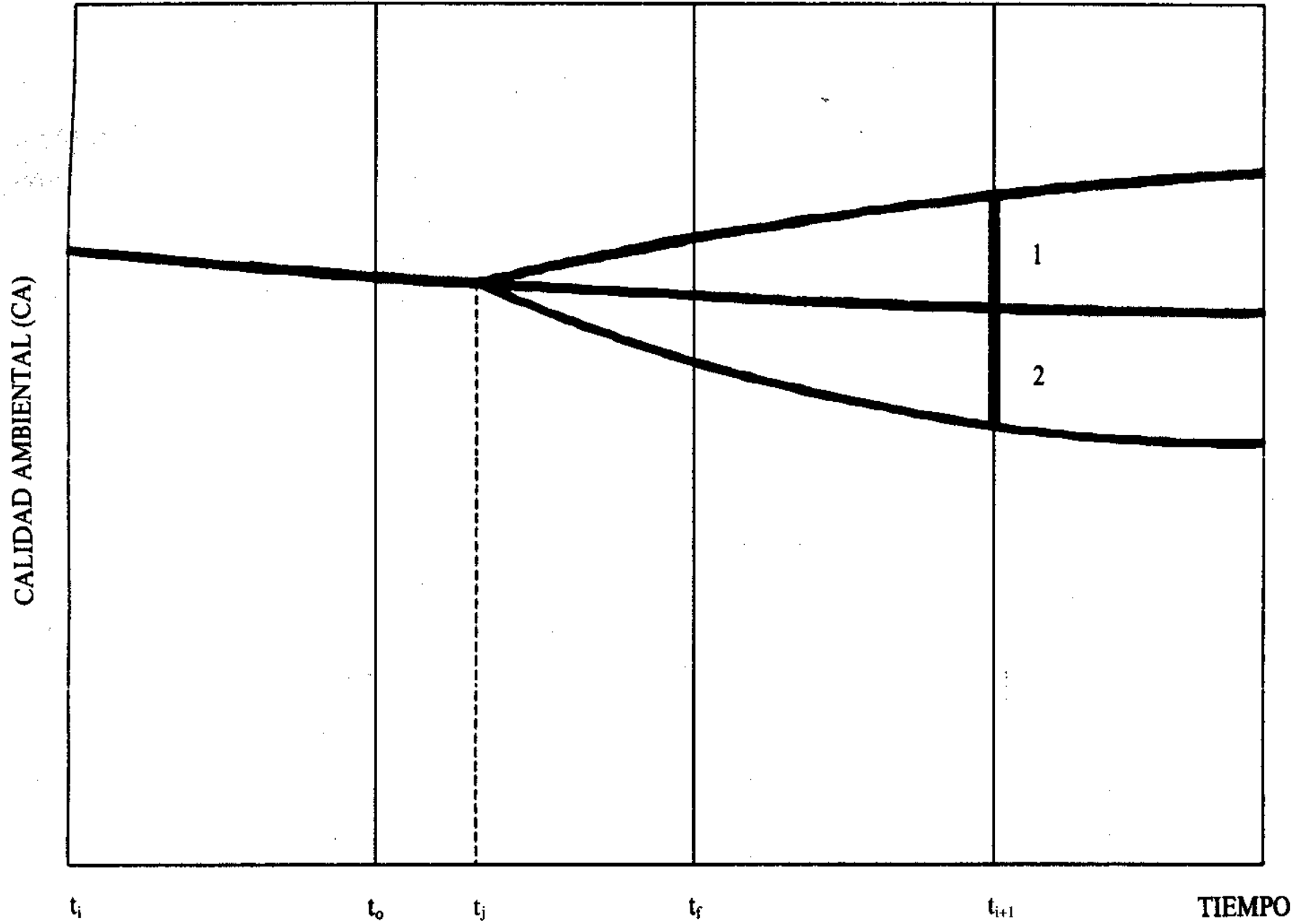


Fig. 2. *Impacto Positivo (1) y Negativo (2)*

Por la Intensidad (Grado de Destrucción)

- **Impacto notable o muy alto**
 - **Destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto.**
 - **Si la destrucción es completa, se le denomina TOTAL**
- **Impacto mínimo o bajo**
 - **Destrucción mínima del factor considerado**
- **Impactos medio y alto**
 - **Alteración del medio ambiente o de alguno de sus factores**

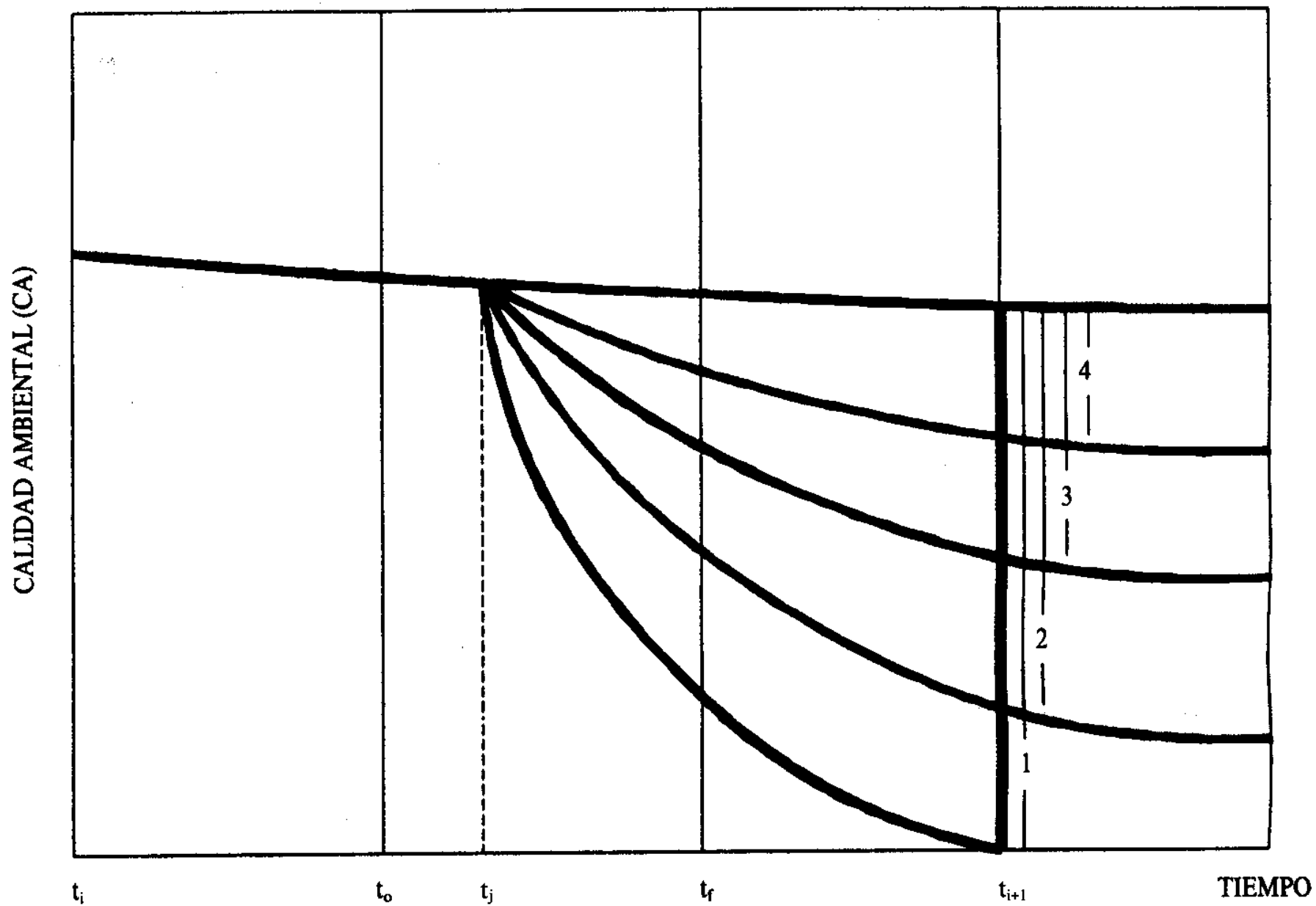


Fig. 3. Impacto Total (1), Notable (2), Medio (3) y Mínimo (4)



IMPACTO TOTAL

Por la Extensión

- **Impacto puntual**
- **Impacto parcial**
- **Impacto extremo**
- **Impacto total**
- **Impacto de ubicación crítica**
 - **Ejemplo: El vertido en un cauce, próxima y aguas arribas de una toma de agua para consumo humano, presenta una ubicación crítica.**

Por el Momento en que se Manifiesta

- **Impacto latente**
 - **Corto plazo:** comprendido en un ciclo anual
 - **Mediano plazo:** antes de cinco años
 - **Largo plazo:** en un período superior a los cinco años
- **Impacto inmediato**
 - El plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación de impacto es nulo ($t_j = t_o$)

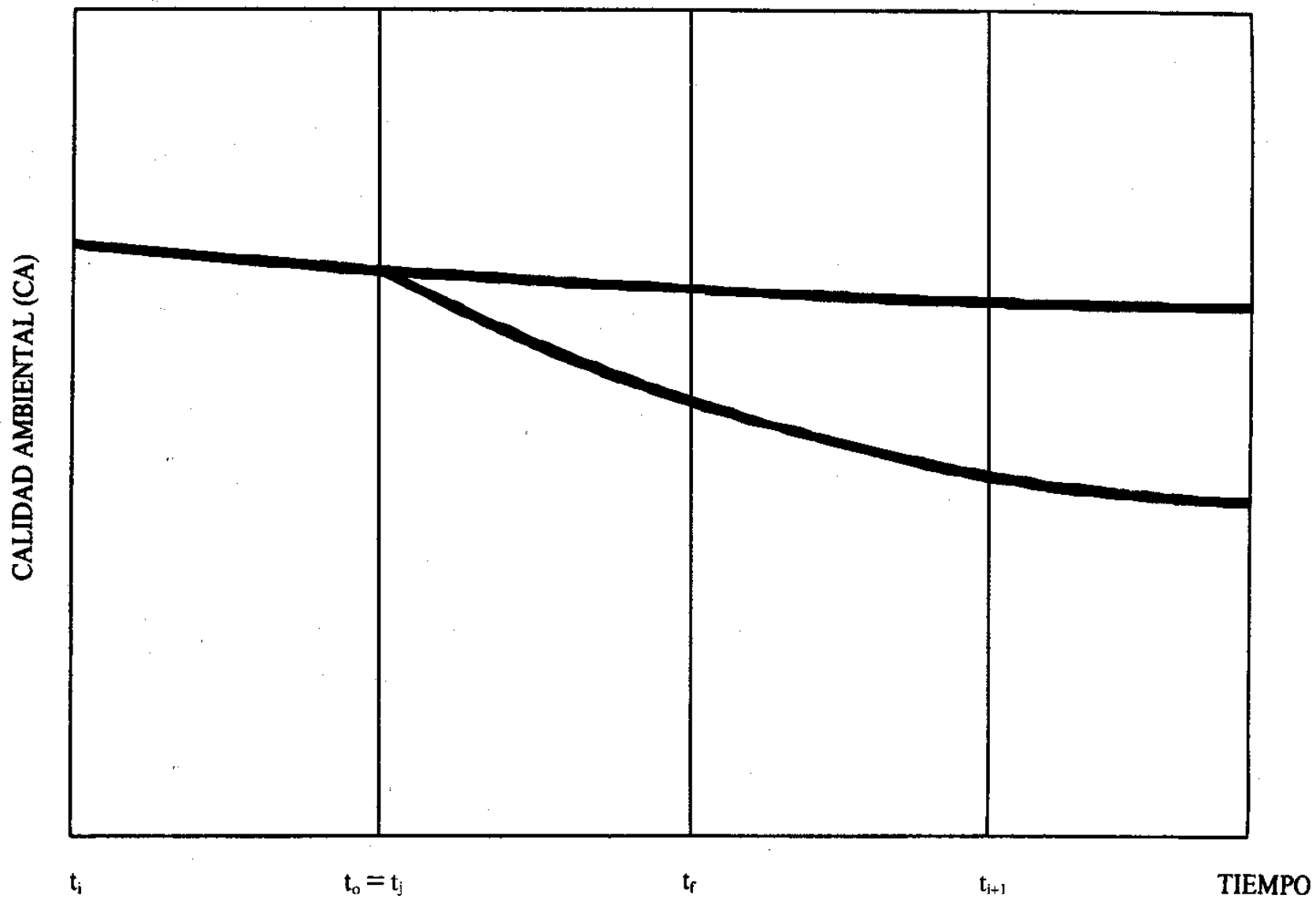


Fig. 4. Impacto inmediato

Por el Momento en que se Manifiesta

- **Impacto de Momento Crítico**
 - El momento en que tiene lugar la acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación
- **Ejemplos:**
 - Ruido por la noche en las proximidades de un centro hospitalario (Inmediato-crítico)
 - Contaminación de la vegetación por riego coincidiendo con la nidificación (Corto-crítico)

Por el Momento en que se Manifiesta

- **Ejemplos (continúa):**
 - Aparición de una plaga en una arboleda a los 6 años del inicio de la acción que la provoca, justo en el momento de la brotación primaveral (Largo-crítico)



Por su Persistencia

- **Impacto Temporal**
 - El efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse.
 - **Fugaz:** < 1 año
 - **Temporal:** entre 1 y 3 años
 - **Pertinaz:** entre 3 y 10 años

Por su Persistencia

- **Impacto Temporal**
- **Ejemplo: Repoblación forestal por terrazas que en su momento inicial produce un gran impacto paisajístico que va desapareciendo a medida que la vegetación va creciendo y cubriendo los desmontes**

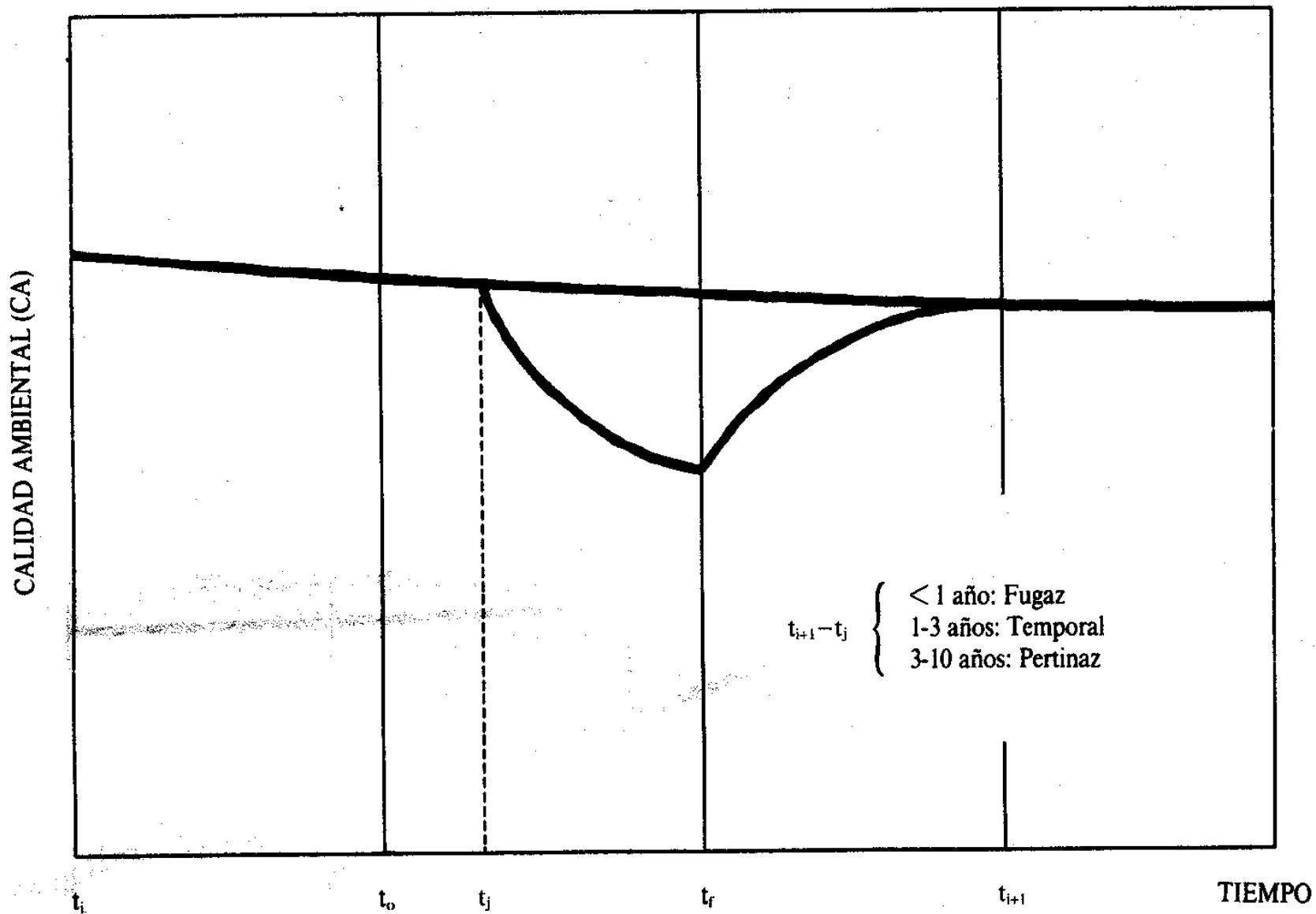


Fig. 5. *Impacto Temporal*

Por su Persistencia

- **Impacto Permanente**
 - **Alteración indefinida de los factores medioambientales**
 - **Impacto que permanece en el tiempo (Figs. 2 a 4)**
 - **Efectos superiores a 10 años (i.e. carreteras)**



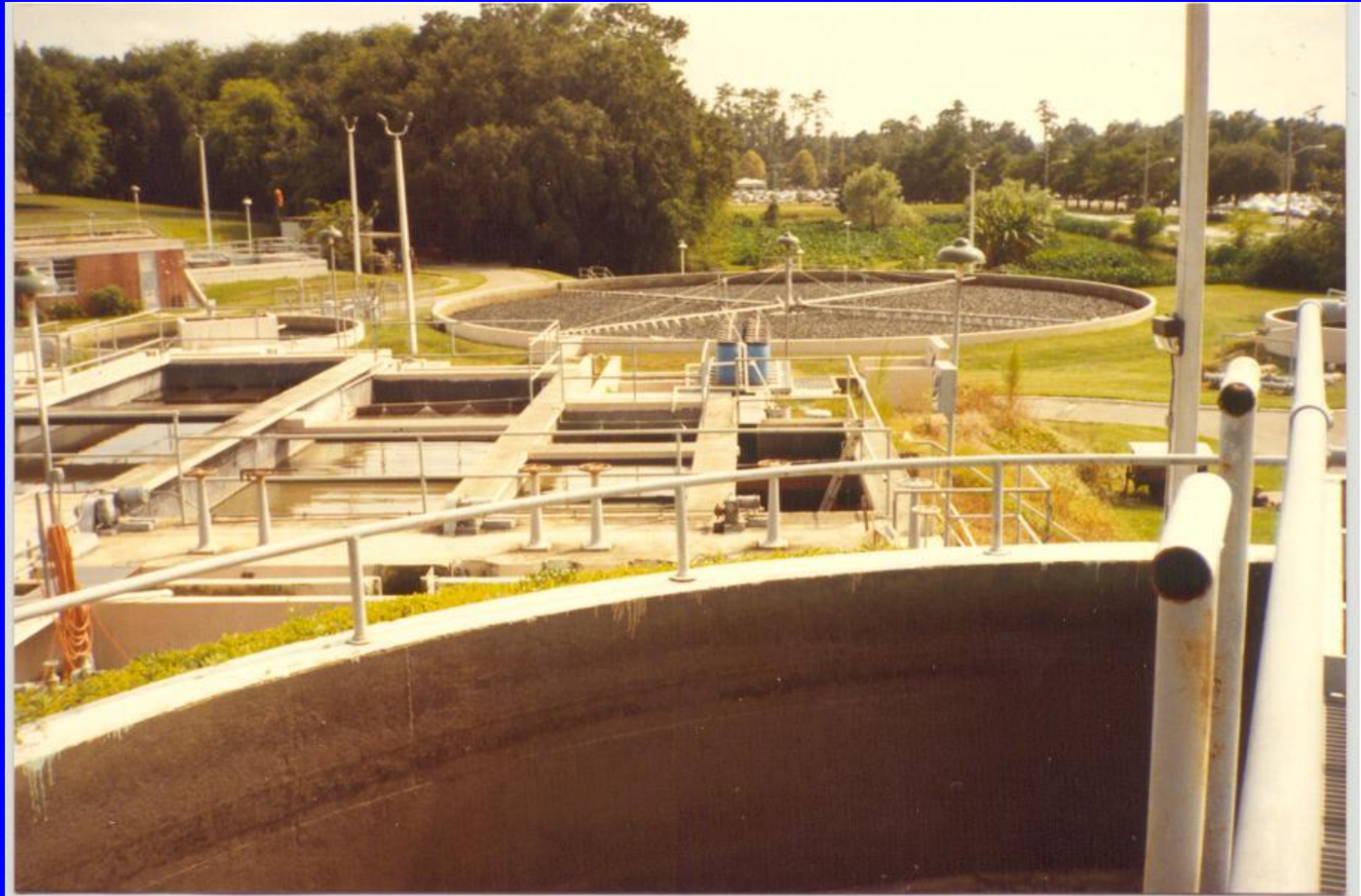
← Impacto temporal

Impacto Permanente →



Por su Capacidad de Recuperación

- **Impacto Irrecuperable**
 - **Imposible de reparar por la acción natural como por la humana**
 - **Obras en las que interviene el concreto**



Desarrollo
Urbano

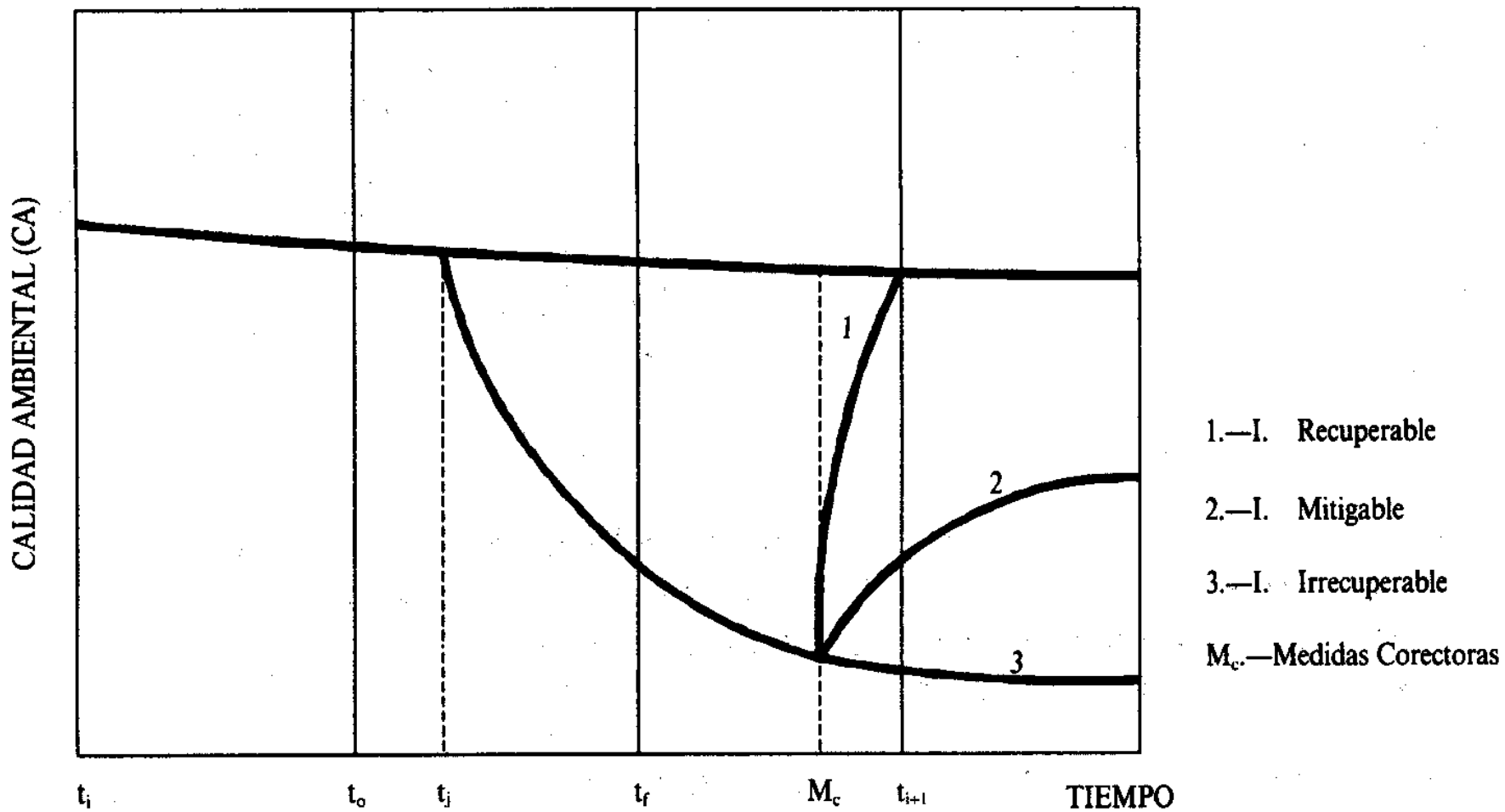
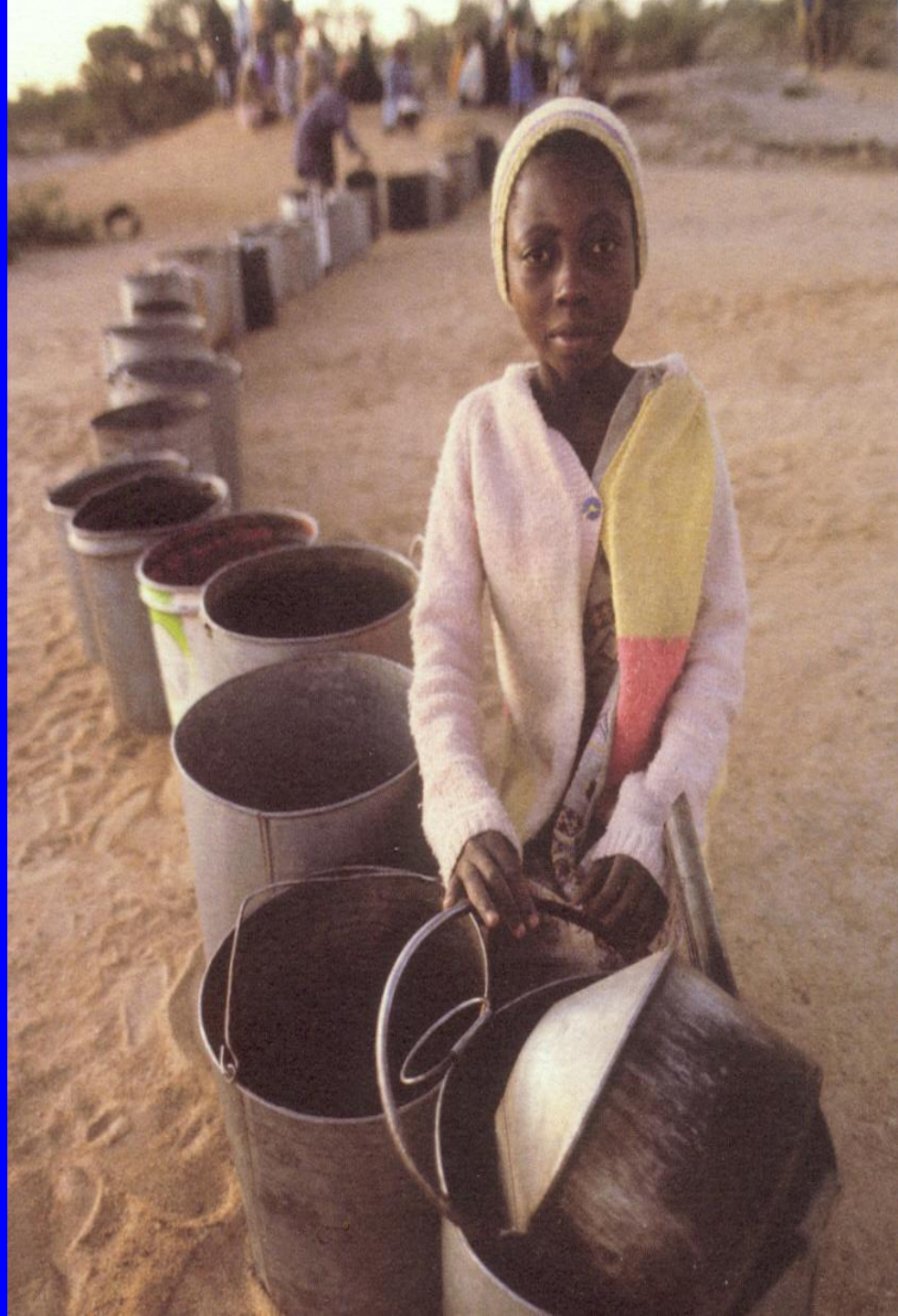


Fig. 6. Corrección de impactos

Por su Capacidad de Recuperación

- **Impacto irreversible**
 - **Imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce (Figs. 2 a 4)**
 - **Ejemplo: zonas que se van degradando hasta entrar en proceso de desertización irreversible**



Por su Capacidad de Recuperación

- **Impacto reversible**
 - La alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo por procesos naturales de la sucesión ecológica y de mecanismos de autodepuración del medio (Fig. 5)
 - **Ejemplo: Desmontes para carreteras con vegetación pionera circundante**



Por su Capacidad de Recuperación

- **Impacto mitigable**
 - La alteración puede mitigarse mediante el establecimiento de medidas correctoras (Fig. 6)

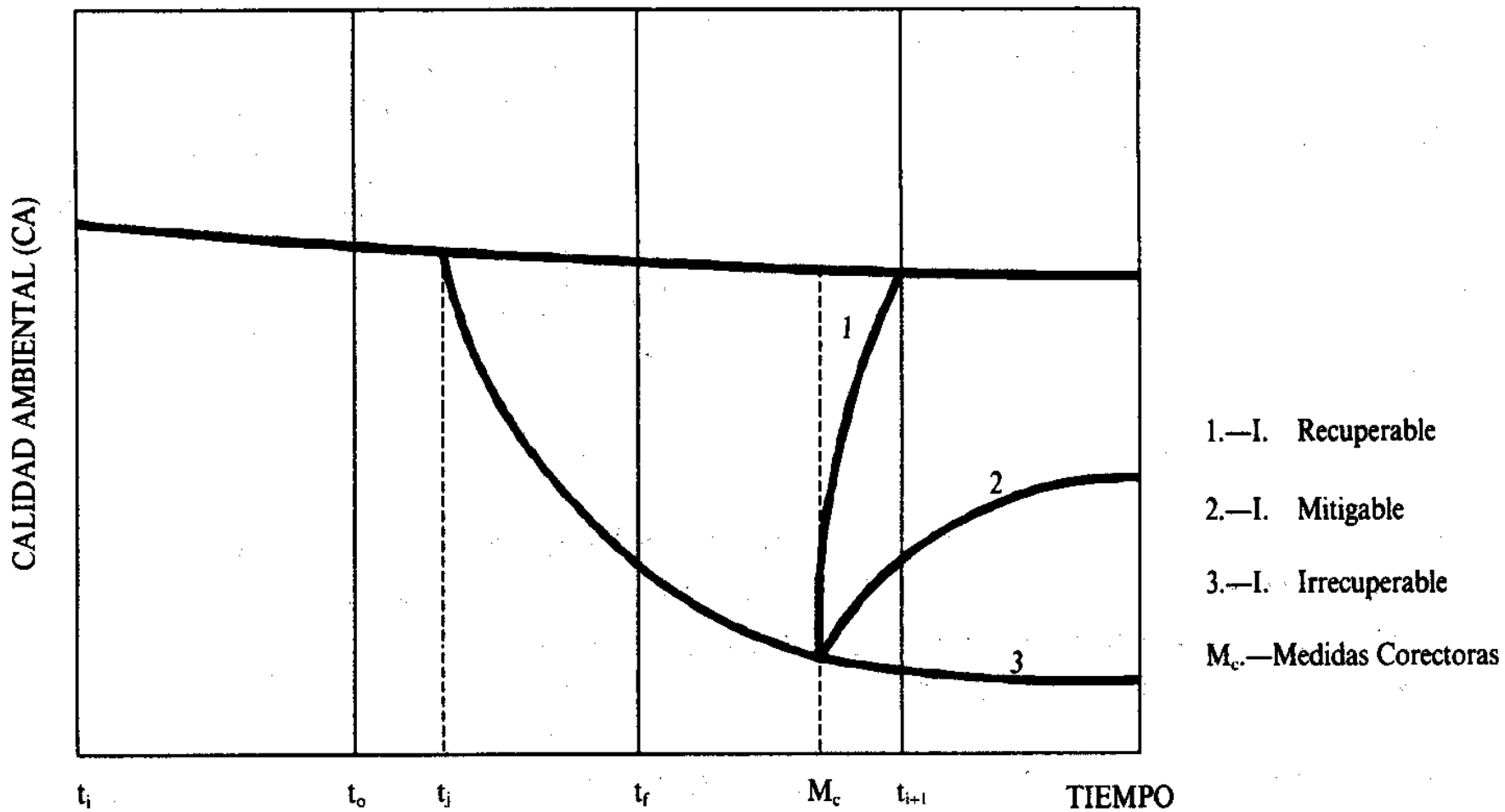


Fig. 6. Corrección de impactos

Aplicación de Aguas Residuales



Humedal Natural Orlando, FL.



← entrada sistema

celda de tratamiento →





Sistema con Humedales, Alabama, U.S.A.

Por su Capacidad de Recuperación

- **Impacto recuperable**
 - La alteración puede eliminarse por la acción humana mediante medidas correctoras y la alteración puede ser reemplazable (Fig. 6)
 - Ejemplo: Si se elimina la vegetación de una zona, la fauna desaparece. Si posteriormente hay una repoblación vegetal, la fauna regresará.

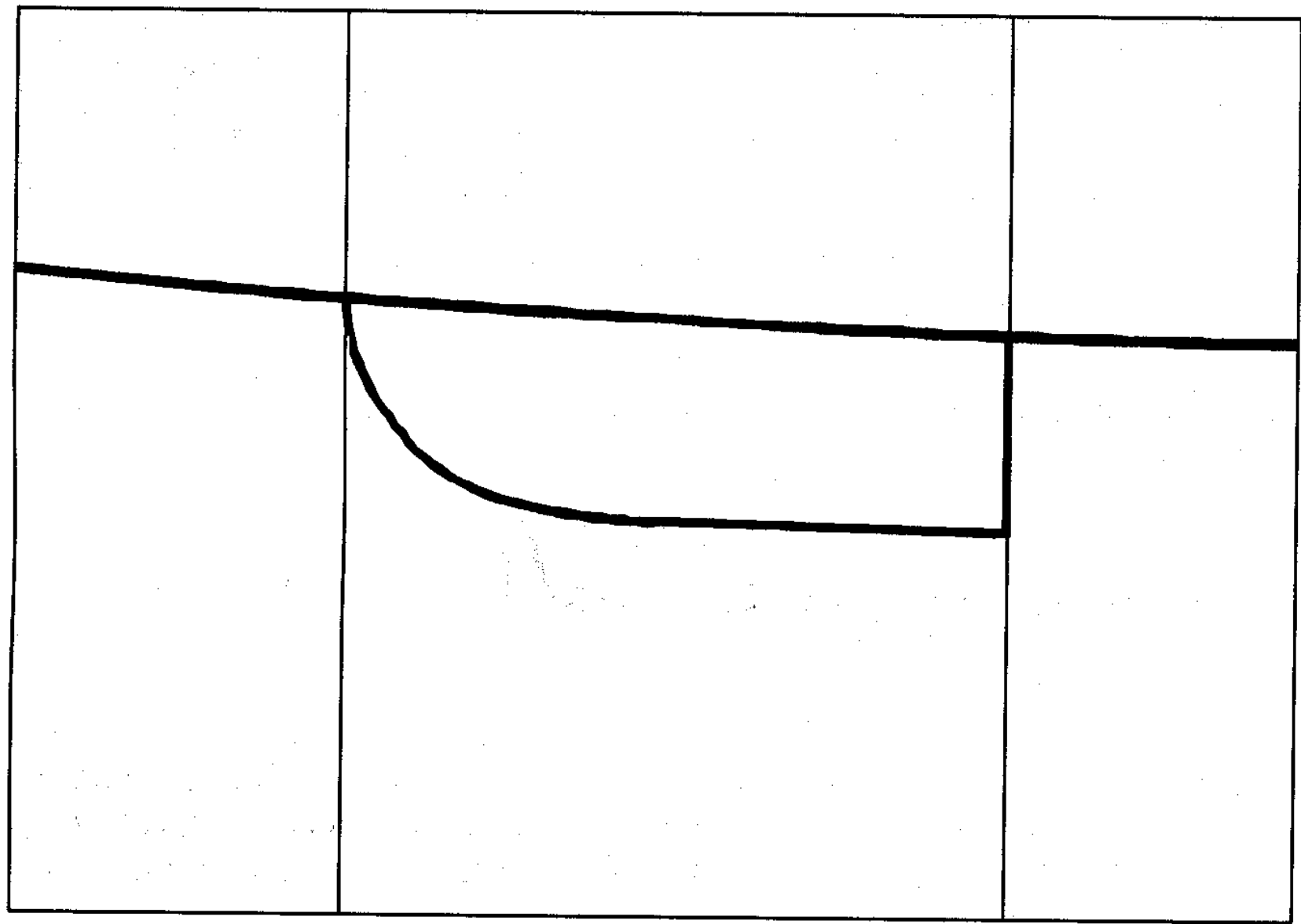
Por su Capacidad de Recuperación

- **Impacto fugaz**
 - **Cuando cesa la actividad, cesa el impacto (Fig. 7)**
 - **Ejemplo: Máquinas que producen ruido**



En la construcción de carreteras se observan diferentes tipos de impactos: fugaces, reversibles, permanentes, etc.

CALIDAD AMBIENTAL (CA)



t_i

$t_0 = t_j$

$t_r = t_{i+1}$

TIEMPO

Fig. 7. Impacto Fugaz

Por la Relación Causa-Efecto

- **Impacto Directo**
 - **Incidencia inmediata en algún factor ambiental.**
 - **Ejemplo: Tala de árboles en zona boscosa**
- **Impacto Indirecto o secundario**
 - **En general se da entre la relación de un factor ambiental con otro**
 - **Ejemplos:**
 - **Máquinas que producen ruido**
 - **Lluvia ácida**

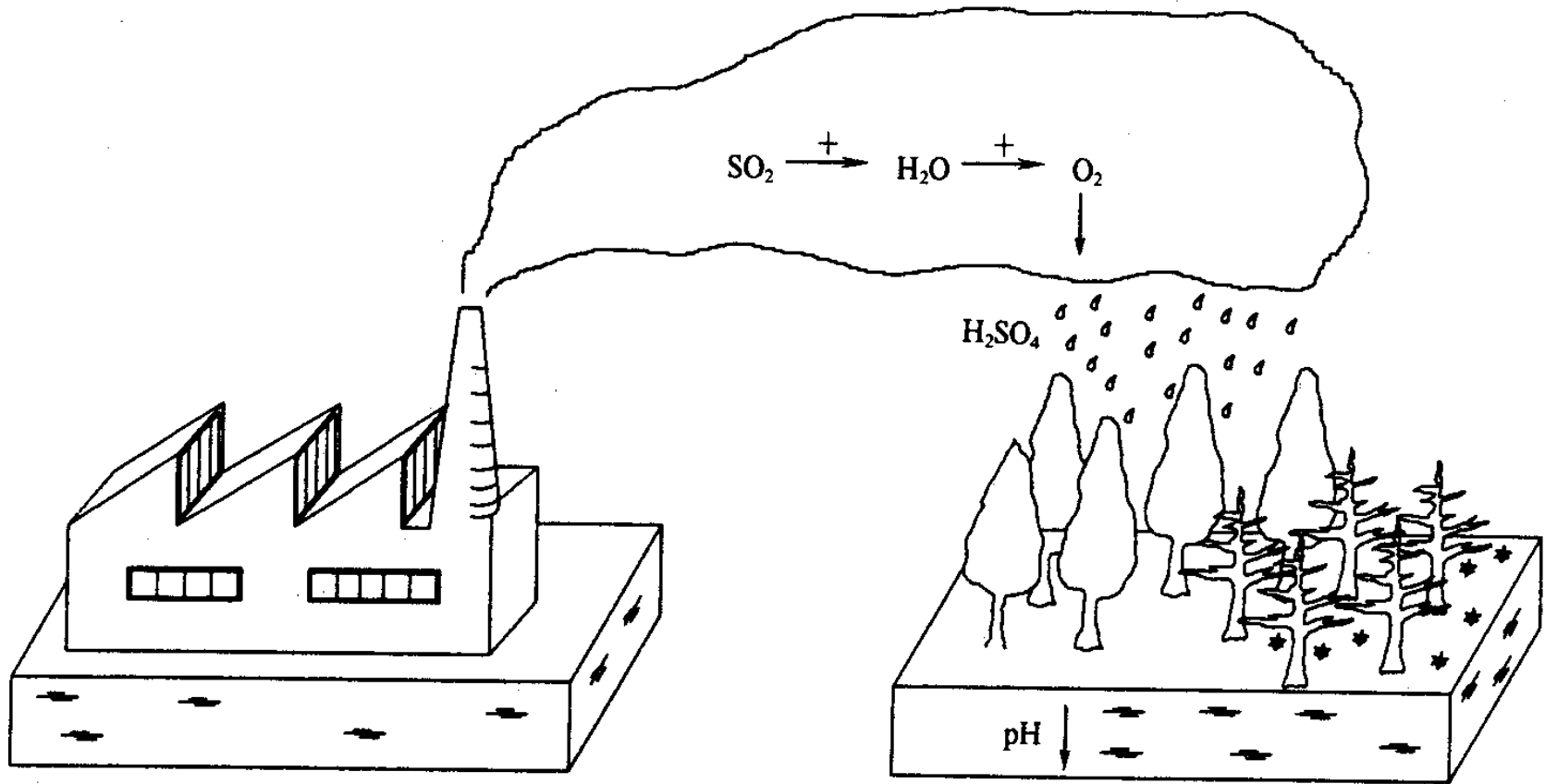


Fig. 8. *Impacto Indirecto o Secundario*

Degradación de la vegetación como consecuencia de la lluvia ácida

Por la Interrelación de Acciones y/o Efectos

- **Impacto Simple**

- Se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado.
- Ejemplo: La construcción de un camino de penetración en el bosque incrementa el tránsito

Por la Interrelación de Acciones y/o Efectos

- **Impacto Acumulativo**
 - Incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto
 - Ejemplo: Construcción de un área recreativa junto al camino del ejemplo anterior
 - Ejemplo: Bioacumulación de tóxicos en peces

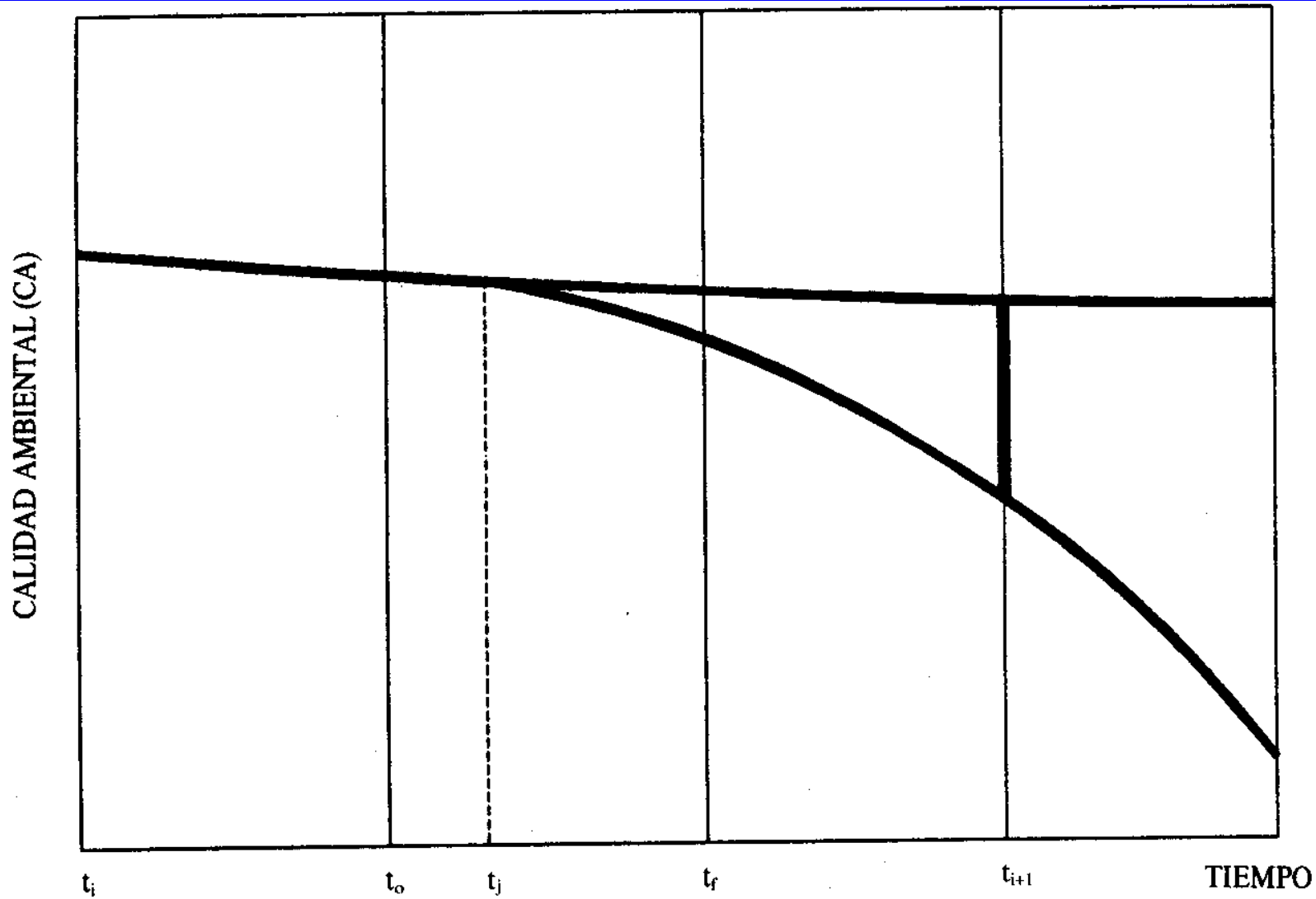


Fig. 9. *Impacto Acumulativo*

Por la Interrelación de Acciones y/o Efectos

- **Impacto Sinérgico**

- Efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente
- Ejemplo: La conexión de caminos incrementa el tráfico

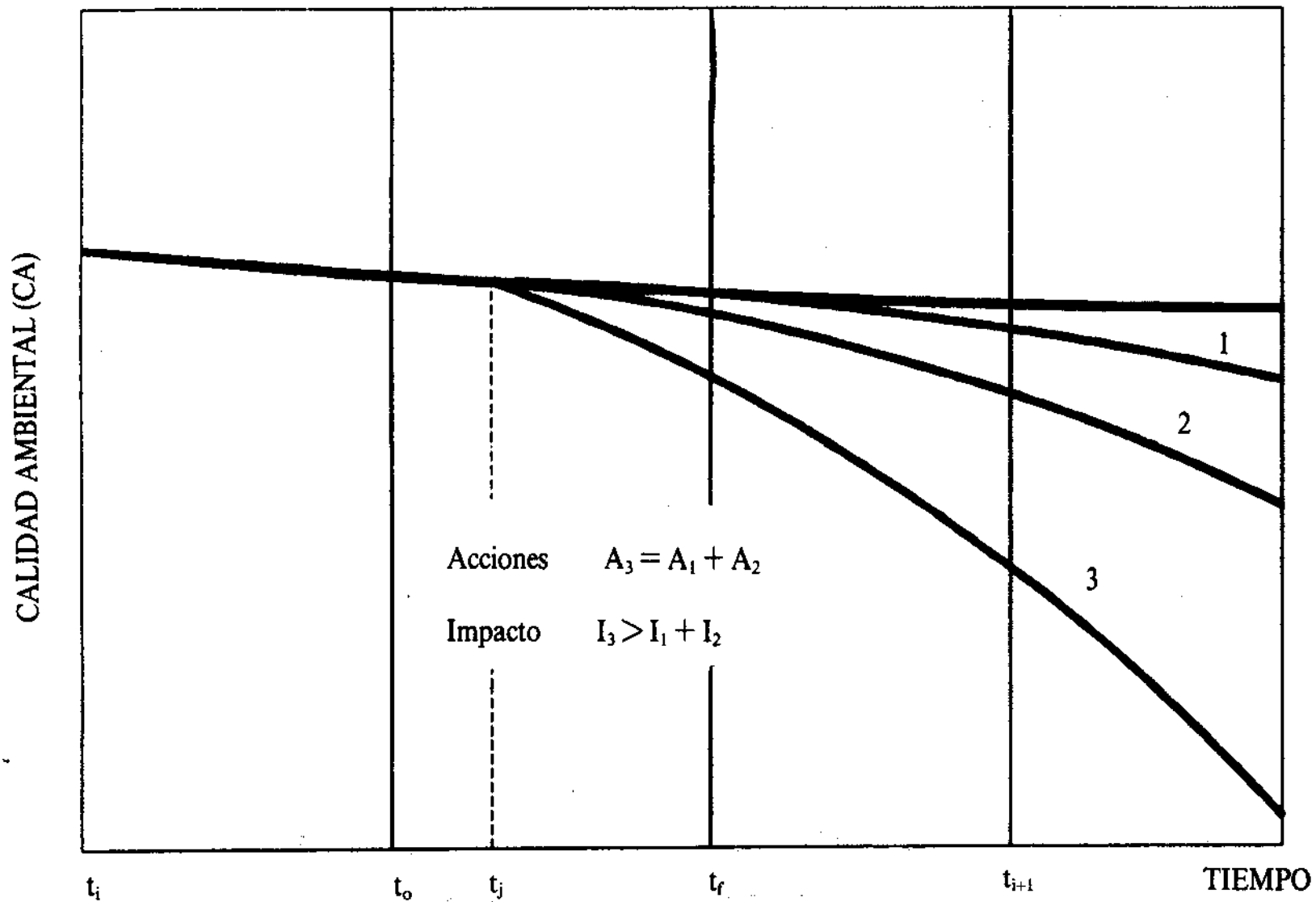


Fig. 10. Impacto Sinérgico (3)



Interrelación de Acciones y/o Efectos por la
Construcción de Carreteras



Por su Periodicidad

- **Impacto Continuo**

- Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia
- Ejemplo: Las canteras

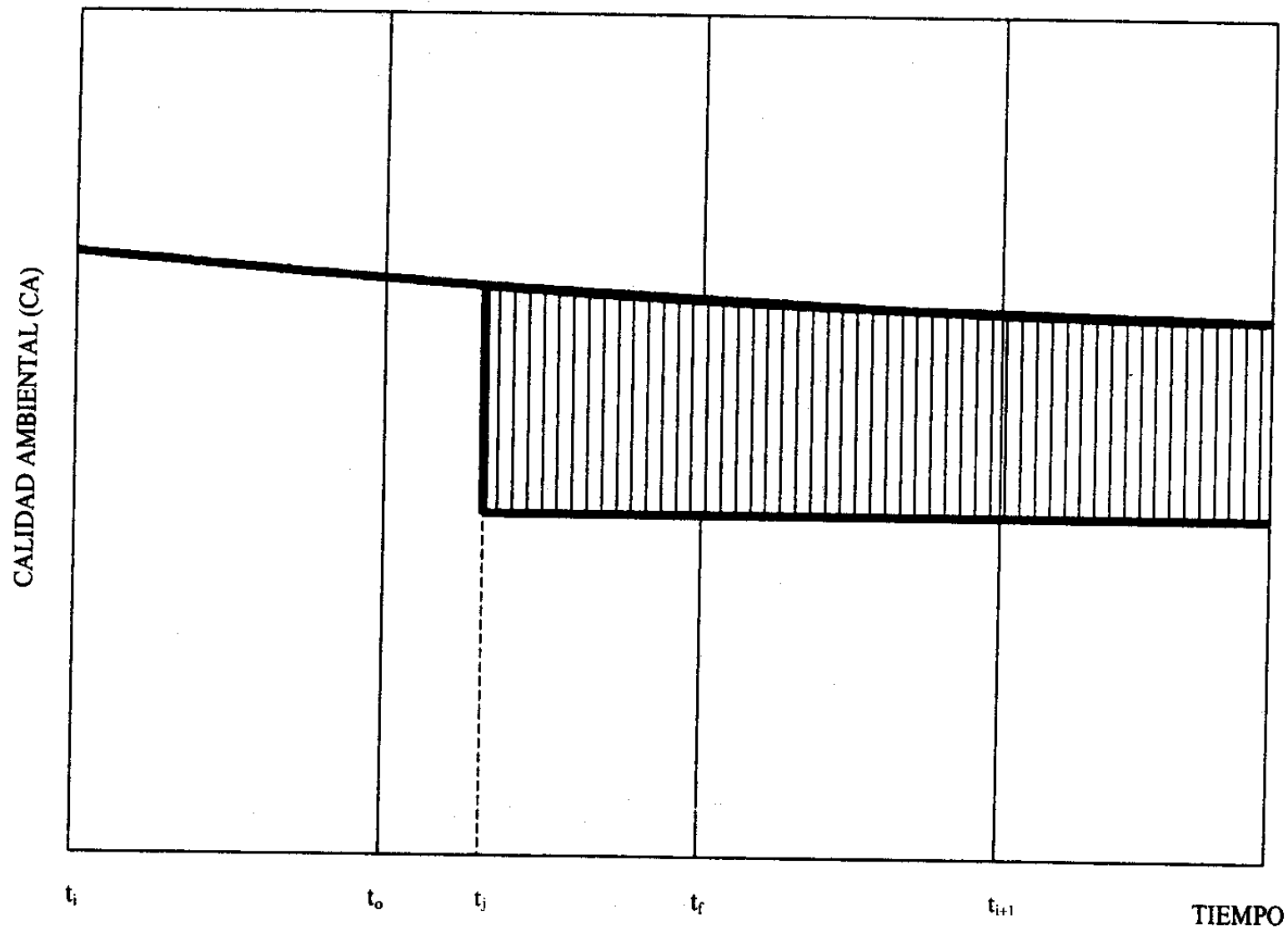
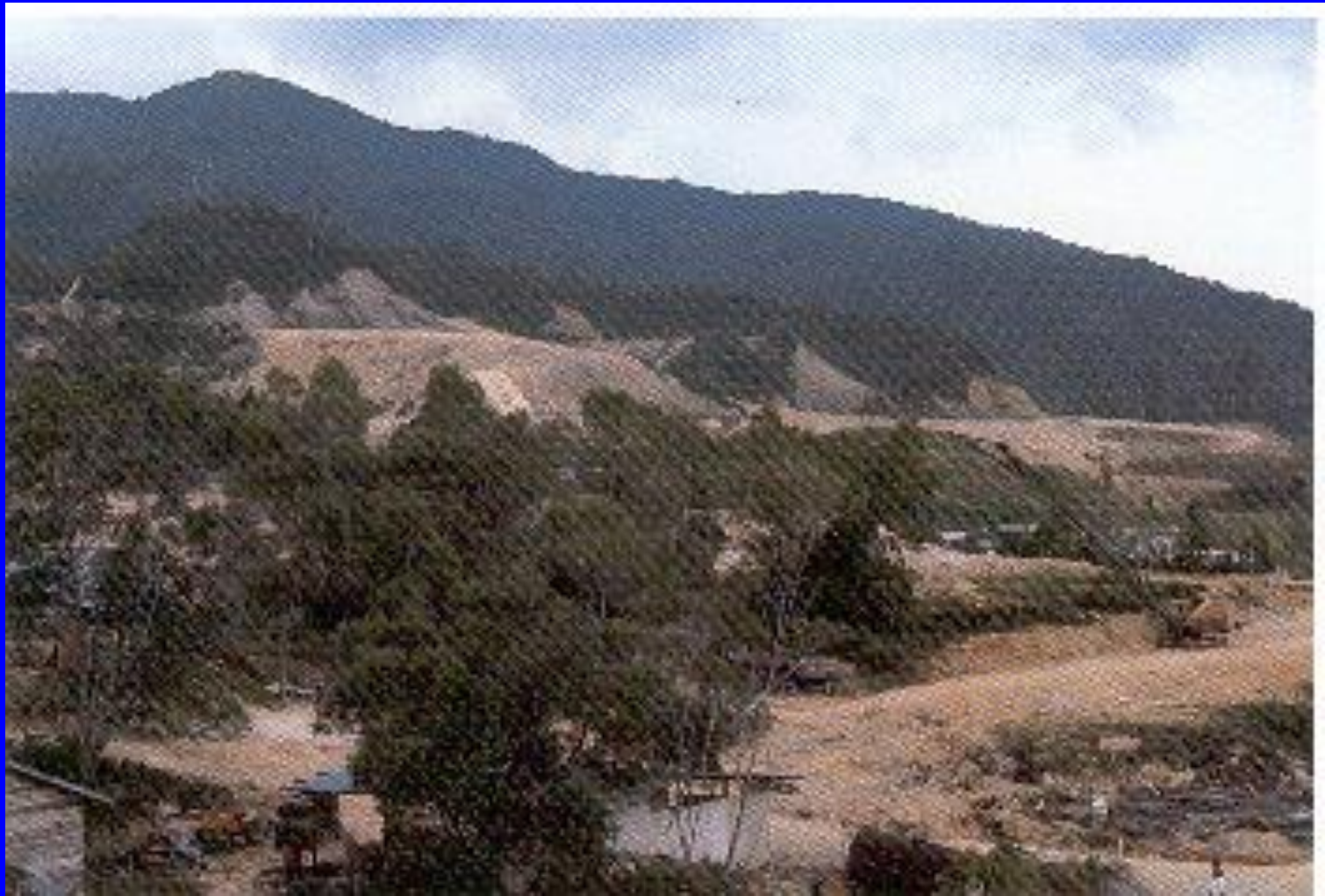


Fig. 11. *Impacto Continuo*

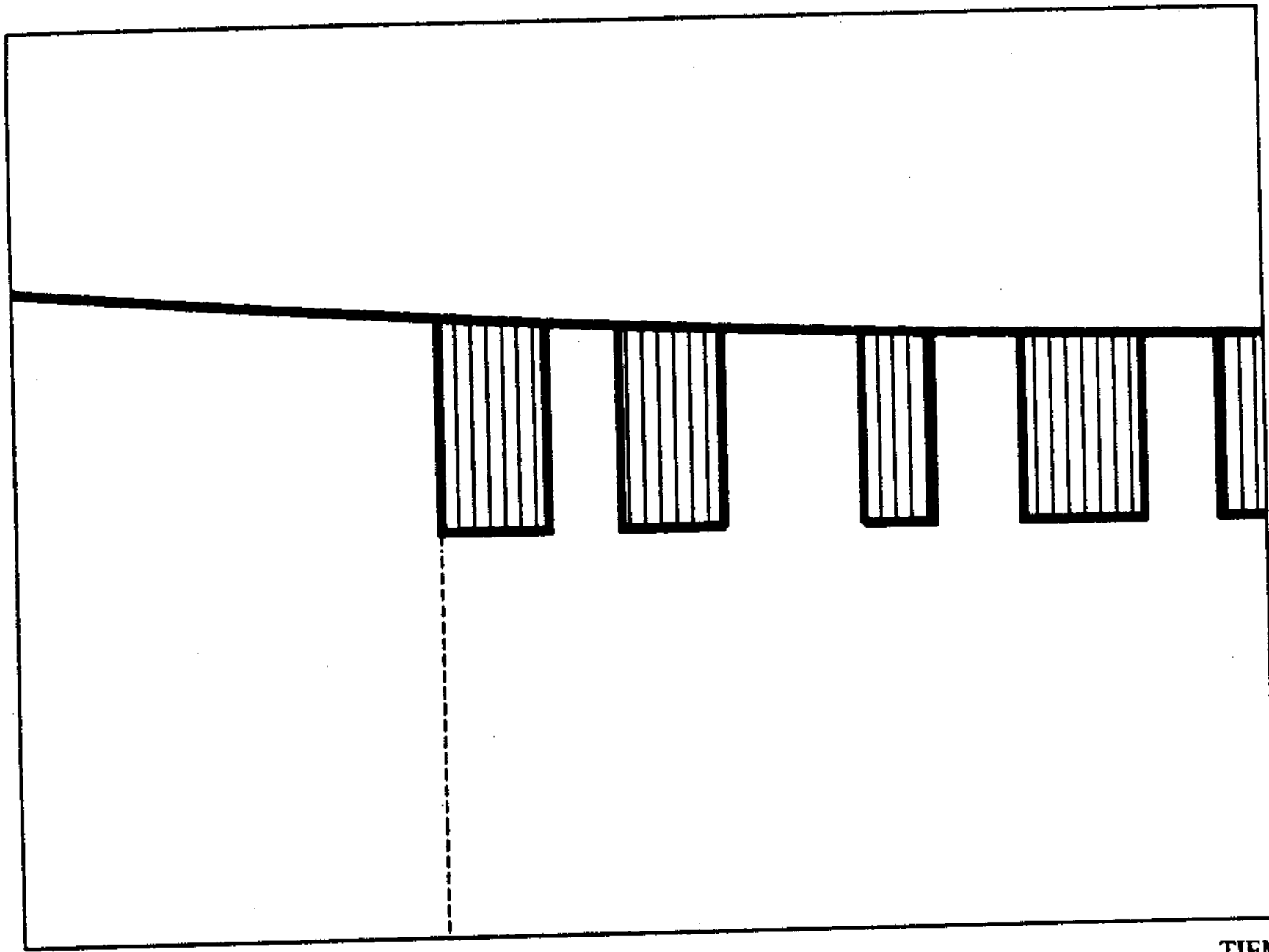


Extracción continua de materiales para la construcción

Por su Periodicidad

- **Impacto Discontinuo**
 - Aquel cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia
 - Ejemplo: Las industrias poco contaminantes que eventualmente desprendan sustancias de mayor poder contaminante

CALIDAD AMBIENTAL (CA)



$t_0 = t_j$

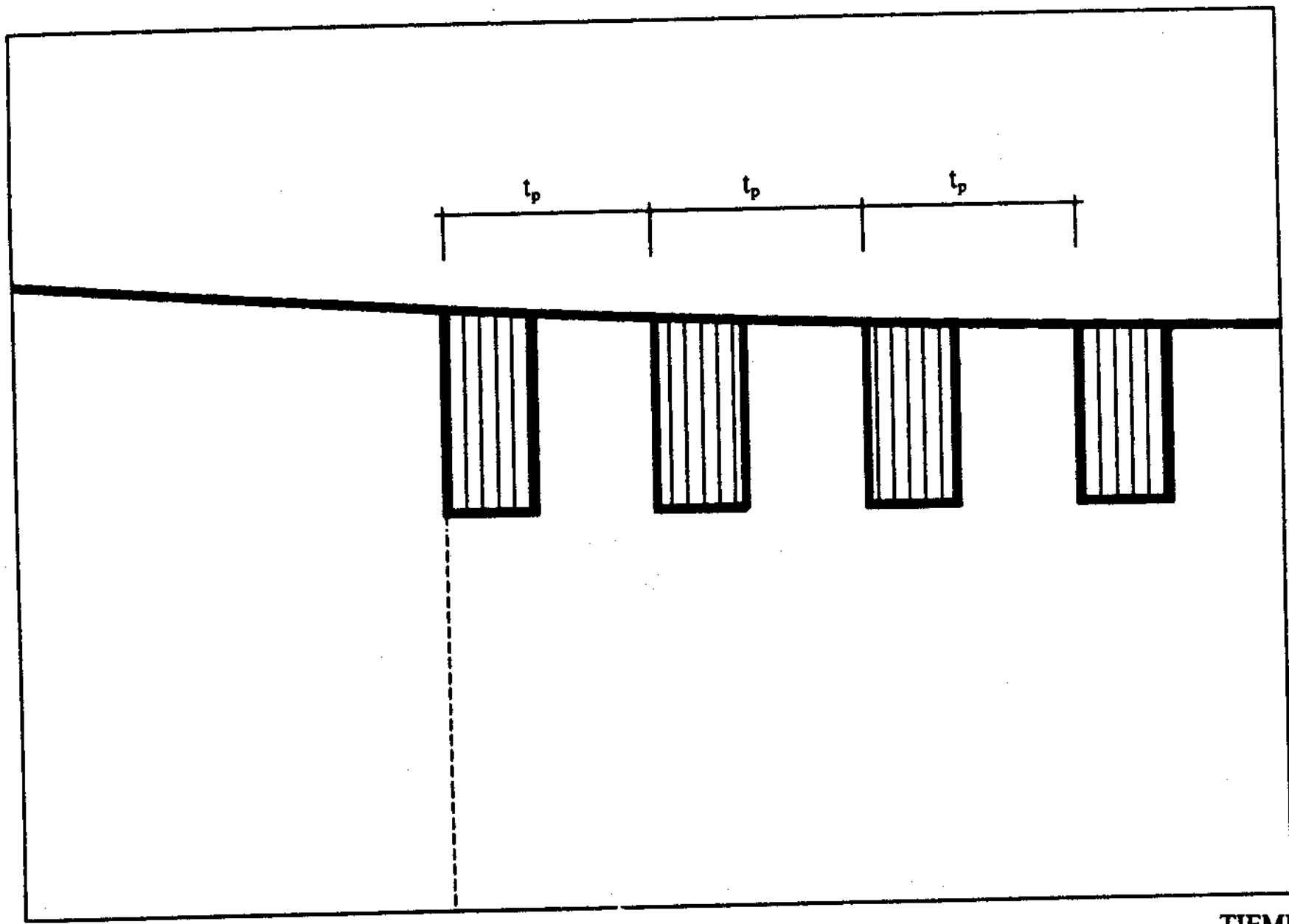
TIEMPO

Por su Periodicidad

- **Impacto Periódico**

- Se manifiesta con un modo de acción intermitente y continúa con el tiempo.
- **Ejemplo: Las industrias con emisiones de gases a la atmósfera periódicamente**
- **Ejemplo: Fuerte incremento de los incendios forestales en la época de sequía.**

CALIDAD AMBIENTAL (CA)



TIEMPO

$t_0 = t_j$

Fig. 13. Impacto Periódico

Por su Periodicidad

- **Impacto de Aparición Irregular**
 - Se manifiesta de forma imprevisible con el tiempo.
 - Se evalúan en función de una probabilidad de ocurrencia
 - Ejemplo: Incremento del riesgo de incendios por mejora de la accesibilidad a una zona forestal

CALIDAD AMBIENTAL (CA)

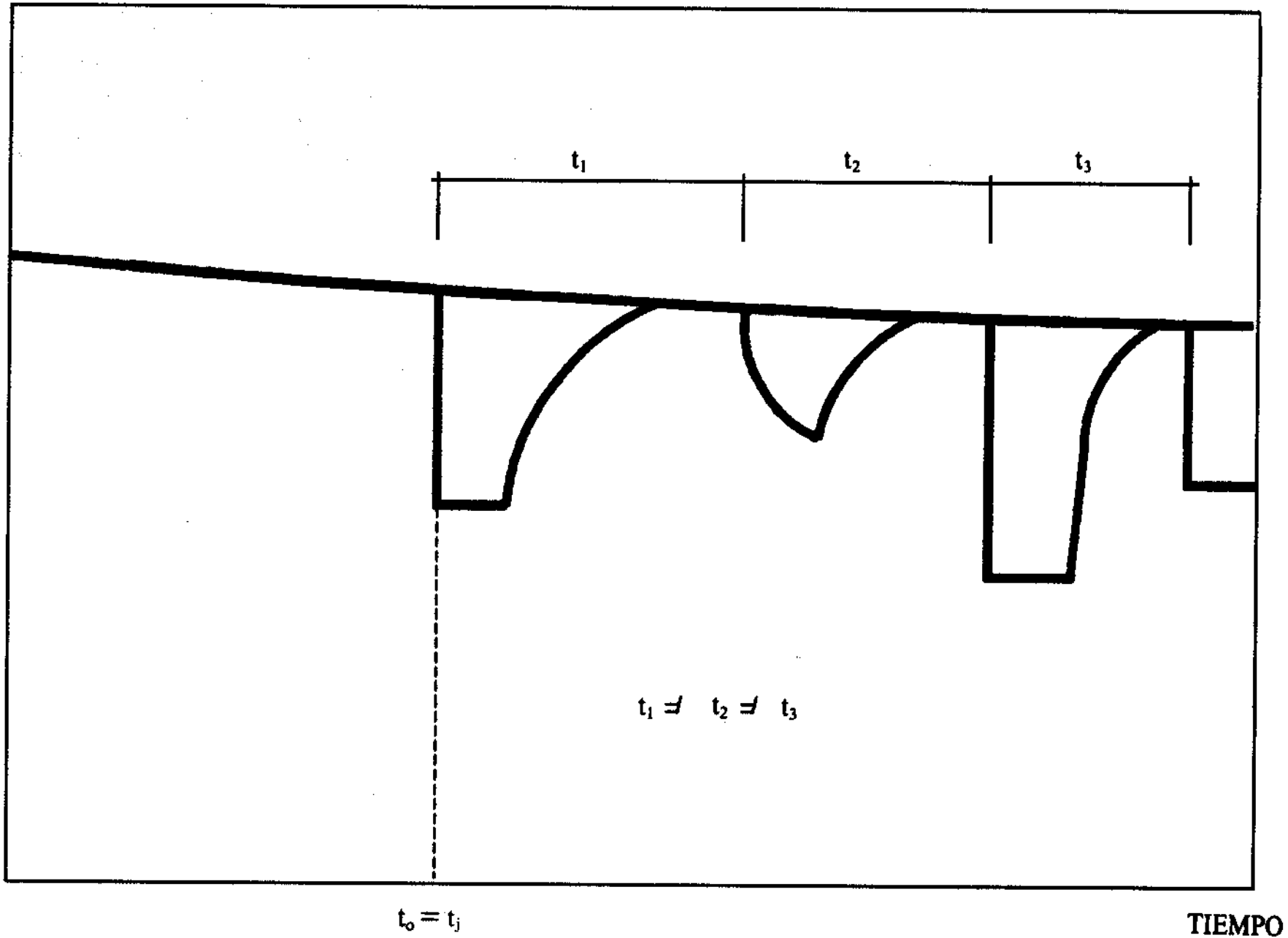


Fig. 14. Impacto Aperiódico

Por la Necesidad de Aplicación de Medidas Correctoras

- **Impacto Ambiental Crítico**
 - Es un impacto irrecuperable
- **Impacto Ambiental Severo**
 - Es un impacto recuperable, requieren la introducción de medidas correctoras
- **Impacto Ambiental Moderado**
 - No requiere medidas correctoras
 - El retorno al estado inicial del medio ambiente no requiere un largo espacio de tiempo

Ética Ambiental

- ¿Cumplen las manifestaciones de impacto ambiental su objetivo?

- ¿Cuál es el compromiso del ingeniero en el equilibrio ecológico y social?

- ¿Qué calidad ambiental queremos heredar a nuestros hijos y/o generaciones futuras?

