

Consideraciones metodológicas para la recuperación de tierras áridas degradadas

Juan URBANO*

RESUMEN

Se entiende por restauración ecológica al conjunto de operaciones que «devuelven a un ecosistema a su situación prealterada». En muchos casos la restauración de un ecosistema es bastante difícil al haber sido la degradación resultado de unos fenómenos climatológicos y biológicos únicos en intensidad, orden y duración, que han conducido a la desaparición de la base mínima necesaria para su restablecimiento. La dificultad para establecer especies vegetales en una superficie erosionada constituye un ejemplo de esta situación.

PALABRAS CLAVE: Tierras áridas, recuperación.

INTRODUCCIÓN

Actualmente es aceptado que se debe hacer todo esfuerzo para restaurar o rehabilitar lo que la acción humana ha alterado «para prevenir posteriores deterioros y regenerar el patrimonio natural que nos une histórica y biológicamente con el pasado»¹. No obstante, aquí se suscita un interesante debate. No cabe duda de que un ecosistema degradado ha perdido su potencial ecológico y que nuestros sucesores carecerán de esos recursos. Pero ese mismo ecosistema degradado, ese territorio alterado, también puede comprenderse como un nuevo recurso: habla de la historia de la región, da posibilidades a la exten-

Aceptado: 15/V/2001.

* Escuela Técnica Superior Ingenieros de Montes, U. P. Madrid.

¹ CAIRNS, J., 1993. «Ecological restoration: Replenishing Our National and Global Ecological Capital». Nature Conservation 3: Reconstruction of fragmented Ecosystems. Surrey Beatty and Sons, pp. 193-208.

si3n de nuevas formas de vida, posibilita un campo de ensayo en zonas alteradas (escorrentía, métodos de conservaci3n de suelos...)². Los que apoyan esta afirmaci3n basan su postura en que «la degradaci3n medioambiental es un juicio personal» (MCALLISTER, 1973)³.

La sucesi3n ecol3gica supone, en estos casos, una puerta para conseguir la restauraci3n pero a largo plazo. Para CLEMENTS (1936)⁴ la restauraci3n de la vegetaci3n pasaría por establecer una serie de especies cercanas a la sucesi3n que irían modificando el entorno de la forma más adecuada para las siguientes especies de la sucesi3n.

Para seleccionar la mejor alternativa restauradora se debe hacer una evaluaci3n pre-operacional y otra post-operacional⁵. Partiendo de los datos de la situaci3n del ecosistema pre-operacional y utilizando como patr3n un ecosistema comparable dentro de la ecorregi3n (principio de correspondencia). En este trabajo se pretende llegar a una metodología que describa la situaci3n pre-operacional de una zona apoyándose principalmente en las fuentes publicadas actuales.

Dejando de lado este debate, para el caso concreto de la desertificaci3n, entendemos que no se trata de una alteraci3n puntual dentro de una zona de alto valor ecol3gico, como podría ser una explotaci3n minera, más o menos grande, en un bosque. Se trata de grandes superficies ya alteradas con difícil alternativa para otras utilidades. Consideramos que toda zona desertificada debe ser restaurada o, en caso de que no sea posible, tratada de tal modo que se detengan los procesos degradadores y se posibilite la sucesi3n del ecosistema hacia su situaci3n clímax⁶.

² QUIMM, M. L., 1992. «Should All Degraded Landscapes be Restored? A Look at a Appalachian Copper Basin». *Land Degradation & Rehabilitation*. Vol. 3, n.º 2, pp. 115-134.

³ *Ibidem*, n.º 2 recoge este debate y muestra con datos las tendencias más apoyadas. La cita de Mc Allister también está tomada de este artículo.

⁴ CLEMENTS, 1936. Citado por: M. DEBUSSCHE y J. LEPPART, 1992 «Establecimiento de Plantas Leñosas en Tierras de cultivo Abandonadas en la Regi3n Mediterránea» *Landscape Ecology*, 6, n.º 3, pp. 133-145

⁵ M. DEBUSSCHE y J. LEPPART, 1992. «Establecimiento de Plantas Leñosas en Tierras de cultivo Abandonadas en la Regi3n Mediterránea» *Landscape Ecology*, 6, n.º 3, pp. 133-145.

⁶ En el artículo de J. CAIRNS (vid. 1) se exponen los distintos términos que se emplean en la literatura anglosajona para referirse a las distintas actuaciones medioambientales. Algunos de ellos no tienen traducci3n exacta en la literatura en castellano por lo que añadimos entre paréntesis el término en inglés.

Restauraci3n ecol3gica: devolver un ecosistema dañado a su situaci3n pre-alterada. Recuperando así sus atributos estructurales, funcionales y sus características físicas, químicas y biológicas.

Reparaci3n (repair): parte independiente y constitutiva de la restauraci3n (EJ: forma del suelo de una cantera que se quiere restaurar).

Construcci3n (construction): se parte de un sistema ecol3gico dañado y se crea un sistema compensatorio, distinto al sistema anterior.

Reclamaci3n, aumento y creaci3n (reclamation, enhancement and creation): establecer un ecosistema en un lugar en que se ha establecido un nuevo uso sobre el ecosistema primigenio y que pueda servir a alg3n propósito de la sociedad.

Rehabilitaci3n (Rehabilitation): acciones que incluyen la restauraci3n de características consideradas particularmente deseables y de otras características deseables no presentes inicialmente.

En este artículo se habla de los condicionantes que se deben tener en cuenta a la hora de planificar la restauración de una zona árida o semiárida. En este sentido entendemos la planificación «como aquella práctica profesional que busca específicamente conectar las formas de conocimiento con las formas de acción en el dominio público»⁷. Por tanto, se trata de recoger los conocimientos, la experiencia de algunos trabajos. Esta tarea se ha estructurado siguiendo algunos pasos comunes en la planificación «tradicional». No se pretende, como objetivo final, llegar a una metodología única, planteamiento por otra parte no deseable.

El marco referencial aparece como una serie de circunstancias a partir de las que se podrá elaborar una metodología marco de carácter más o menos general. No será exhaustivo. Antes de abordar un trabajo de recuperación de una zona árida habremos de reelaborar el marco referencial concretándolo a la zona problema y, posteriormente, desarrollar la metodología posible para esa zona problema. En este artículo se describen los marcos referenciales para el establecimiento de los objetivos, la realización del inventario y el estudio previo.

1. MARCO REFERENCIAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

El objetivo es el fin al que se dirige la acción. Los objetivos⁸ determinarán en gran medida las demás partes del estudio⁹. A su vez los objetivos estarán más o menos definidos según sea el nivel de planeamiento deseado¹⁰.

⁷ FRIEDMANN, J., 1993. «Toward Non-Euclidian Mode of Planing». APA Journal, Autumn. Traducida al castellano y recogida posteriormente en «Planificación e Ingeniería: Nuevas Tendencias». Ed. Adolfo Cazorla Montero. Octubre, 1995.

⁸ GÓMEZ OREA, D., 1992. «Planificación Rural» Ed. Agrícola Española. Madrid. Expone que es frecuente en la literatura especializada anglosajona hablar de fines, objetivos y metas por separado. Entiende por fines «la imagen ideal que se tiene a largo plazo», se refiere a una «formulación abstracta». El objetivo se define como el «estado específico... que se pretende alcanzar, actuando en una realidad y periodo de tiempo determinados». A su vez sería «el criterio para la medida del comportamiento de las alternativas del plan». Finalmente la meta es un «objetivo temporal y cuantitativamente determinado».

El autor concluye que dicha distinción es artificiosa y decide referirse a los tres términos con la palabra genérica objetivo.

Mantenemos dicha distinción cuando el uso del término objetivo pueda resultar confuso.

⁹ CEOTMA, 1992. «Guía para la elaboración de estudios del medio físico». Madrid.

Se citan aquí 4 niveles genéricos que exigirán un grado de definición de los objetivos, un modo de realizar el inventario, una escala de trabajo y un ámbito territorial adecuado. El primer nivel buscaría desarrollar una política territorial coherente y consistente de utilización de los recursos naturales, con objetivos muy genéricos (E:1/400.000-1/200.000). El segundo nivel sería el más genérico y proyecta una política territorial pero a una escala provincial o local (E:1/100.000-1/25.000). El tercer nivel sería el de anteproyecto (E: 1/25.000-1/5.000). Y el cuarto el de proyecto (E: 1/5.000-1/1.000 o de más detalle).

¹⁰ MAPA-ICONA, 1991. «Plan Nacional de Restauración Hidrológico Forestal para el Control de la Erosión» Madrid. Este documento aporta ideas sobre los problemas más importantes que se deben considerar en España. Sigue la misma estructura para caracterizar las pautas metodológicas.

En los siguientes apartados se recogen una serie de circunstancias para el establecimiento de los objetivos en un Plan de Lucha Contra la Desertificación. Obviamente no son exhaustivos; se refieren a situaciones muy distintas y en ocasiones opuestas. Esto explica su carácter tan genérico.

1.1. DE CARÁCTER SOCIAL

En general la agricultura y el pastoreo de las zonas áridas y semiáridas se pueden considerar como deprimidas. Los escasos rendimientos agrícolas hacen que se empleen terrenos, característicos de estas zonas, de dudosa aptitud con el fin de aumentar así la superficie trabajada. Se da entonces muchas veces una aceleración en los procesos erosivos y estos terrenos pasan rápidamente a ser terrenos inútiles para el uso agrícola y por tanto se abandonan.

El pastoreo presenta un diagnóstico semejante: con frecuencia se llega al sobrepastoreo¹¹, a la concentración de las cabezas de ganado en los escasos puntos de agua y a la compactación del suelo. Las frecuentes cabañas de caprino, menos selectivo en su alimentación, son consideradas causantes principales del deterioro de las especies vegetales existentes. El resultado es el abandono de la zona. Las condiciones de pisoteo, desaparición de la vegetación precedente y las condiciones climáticas desembocan en serias dificultades para el restablecimiento de la cubierta vegetal de modo natural.

Estas actividades, en la mayor parte de los países de las zonas áridas o semiáridas, no se pueden considerar marginales; suelen constituir el sustento de un alto porcentaje de la población. El nivel de instrucción de la población empleada en este sector se puede considerar muy bajo. Esto limita la iniciativa y la adaptación a nuevos trabajos.

El ritmo de transformación del territorio deberá tener en cuenta estas demandas sociales. No hacerlo de este modo podría suponer dejar sin el sustento más elemental a gran parte de la población. No sólo a las familias explotadoras de la tierra sino a la población que abastecen con sus productos.

Las obras y trabajos de lucha contra la desertificación tienen un fuerte componente de mano de obra. Se consigue de este modo una fuente elástica de trabajo temporal que beneficia y cualifica a la población. Para que este efecto sea lo mayor posible se deben acoplar las inversiones y obras a los momentos de paro estacional. Se debe tener en cuenta el posible beneficio económico de las medidas de lucha contra la erosión (la superficie reforestada

¹¹ DREGNE, H. E., 1983. «Desertification and Arid Land» Harwood Academy Publisher. London, pp. 96 y ss. Describe las características y causas del sobrepastoreo en Oriente Medio, Nigeria, Australia, USA y Chile.

puede ser fuente de combustible, zonas de matorral y pastos mejoradas, creación de suelo).

Un modo de crear riqueza, fijar parte de la población al territorio y asegurar el éxito de las medidas recuperadoras sería ligar la población afectada por la ordenación de usos a las tareas de conservación y mantenimiento de dichas medidas. Además, los indígenas presentan un conocimiento de la zona que con poca formación adicional les capacitaría para este nuevo trabajo. Esta medida parece realista sólo en países desarrollados donde el Gobierno pueda hacerse cargo de los gastos de conservación y exista una organización que posibilite la coordinación de esas labores y gastos. En muchos países afectados por la erosión no existen las condiciones mínimas.

Esto hace que los expertos deban considerar la estructura social, la estructura familiar y el nivel cultural para interpretar como afectarían las medidas correctoras a la población. Las creencias religiosas, costumbres diarias y el conocimiento de la historia de la zona son parte de la información que necesitamos para formular objetivos no sólo de acuerdo con las necesidades del medio físico sino al servicio de la población. En algunos casos los objetivos se encaminarán en esta línea introduciendo costumbres.

En algunas zonas áridas y semiáridas existen problemas de inestabilidad política¹². Estados de reciente creación y gobierno independiente, muchas veces organizados generalizando modelos políticos válidos en otras culturas, acaban convirtiéndose en campos de batalla de largas guerras civiles y persecuciones étnicas. Todo esto tiene una repercusión directa sobre el medioambiente y suele traducirse, en las zonas áridas y semiáridas, en un aumento de la deforestación y desertificación¹³.

La guerra lleva al abandono de tierras de cultivo en una extensa franja entrefrentes. Las tierras que fueron de cultivo, desnudas, incrementan la velocidad de pérdidas de suelo y no se realizan medidas correctoras. Los incendios incontrolados eliminan la capa vegetal protectora de zonas que quedan expuestas a los fenómenos erosivos¹⁴. Agrava la situación el abandono de la población agrícola y el éxodo a zonas más seguras y a las ciudades. La destrucción de los medios de producción y la falta de reservas económicas propias, al tratarse de zonas con agricultura de subsistencia con escasos márgenes de beneficio, supone un retraso en la vuelta a la agricultura una vez acabado el conflicto.

¹² ALONSO CLIMENT, I., 1996. «Refugiados y Medio Ambiente en Africa» *Tiempo de Paz*, n.º 42, Madrid, pp. 36-47.

IDRIS, M., 1992. «La Ecología y el Tercer Mundo» *Guía del Tercer Mundo*. Madrid, pp. 198.

¹³ PÉREZ DE ARMIÑO, K., 1996. «Guerra y Hambruna en Africa. Consideraciones sobre la Ayuda Humanitaria». *Lan-Kuadernoak Hegoako*. Gasteiz, España, p. 27.

¹⁴ DE WALL, A., 1993. «War and Famine in Africa» *New Approaches to Famine*. *IDS Bulletin*, vol. 24, n.º 4, Brighton, pp. 33-46.

Otro fenómeno causado por la inestabilidad política son los movimientos de población a gran escala y los campos de refugiados. En condiciones de aridez y semiaridez suponen una degradación del medio. El establecimiento de un número alto de personas en una zona frágil lleva a la compactación del suelo aumentando los procesos de escorrentía y arrastres de sólidos. La población a su paso y en su asentamiento elimina la cubierta vegetal que se recuperará muy lentamente o no lo hará. La madera, escasa por sí, es la materia prima para la construcción de tiendas y se utilizan como combustible único. En ocasiones las personas van acompañadas por ganados y animales de carga que se alimentan de la vegetación de la zona. La sensibilidad frente al medio degradado es de segundo orden al lado de las desgracias humanas que las generan pero no prestar atención a estos problemas supondrá acabar con la fuente de riqueza que sostendrá en el futuro a esa misma población.

1.2. DE CARÁCTER ECONÓMICO

Una agricultura extensiva¹⁵, deprimida, de bajos rendimientos acaba suponiendo la utilización de grandes superficies para este fin. La falta de fuentes alternativas de ingresos y sustento hacen que aparezca el problema de disponibilidad de terrenos para establecer medidas correctoras.

Los terrenos suelen estar muy degradados y son de escaso valor pero insustituibles para sus propietarios. El bosque tardará tiempo en implantarse y su producción anual no será grande. En estos casos la alternativa de la explotación forestal ordenada atraerá difícilmente el interés del propietario. Muchas de las medidas correctoras de este tipo serán disfrutadas por las generaciones siguientes. Este no parece un planteamiento atractivo para una población, como se ve más arriba, que vive en presente y que, generalmente, encuentra en la constitución de grandes familias, la única seguridad frente al futuro.

Considérese entonces que los trabajos de restauración de la cubierta vegetal deben realizarse, en muchos casos a fondo perdido y el posterior mantenimiento de la cubierta vegetal debe ser subvencionada. Este posterior mantenimiento debe considerarse en objetivos y proyectos. En zonas donde la degradación sea extrema con una menor rentabilidad podría considerarse la adquisición en parte de los terrenos. Una vez que estos se han restaurado se podrían revender o alquilar su uso. Parece aconsejable la segunda medida para asegurar la explotación de la zona dentro de los márgenes aceptables de degradación.

¹⁵ DREGNE, H. E., 1983. «Desertification and Arid Land» Harwood Academy Publisher. London, pp. 106-119. Describe afecciones más frecuentes producidas por la agricultura. Recoge datos de Iraq, Pakistán y Egipto.

Resulta necesario desarrollar fórmulas que permitan incorporar a los propietarios de los terrenos degradados a la tarea de lucha contra la desertificación.

Los trabajos de recuperación aunque no precisan una alta especialización suponen la utilización de herramientas y maquinas específicas y el empleo de técnicas constructivas adecuadas. Esto supone una cualificación de la mano de obra. Si empleamos en estas tareas a la población afectada por la restauración surgirán nuevas oportunidades laborales.

En otras zonas donde las tareas agrícolas y ganaderas no son un sector deprimido, sino que se trata de una agricultura muy tecnificada, de alto rendimiento, que se aprovecha especialmente del clima (Por ejemplo Murcia y Almería en España) la creación de la cubierta vegetal estará ligada a terrenos marginales, eriales y tierras abandonadas. Aparece como materia importante la formación de los agricultores para la adopción de técnicas menos erosivas y contaminantes. El conocimiento de las subvenciones para transformación forestal de los terrenos abandonados constituye un punto interesante.

El sector industrial suele ser de pequeño tamaño, de explotación familiar y ubicado en los núcleos de población. Debemos considerar este sector como afectado por la posible disminución, incluso desaparición, de materias primas provenientes de la agricultura y ganadería. Se debe considerar el número de empleados en estas tareas. En ocasiones siendo todas las industrias pequeñas hay presentes un buen número de ellas y constituyen una importante fuente de ingresos en la población. La desaparición de las fuentes de materia prima llevaría al cierre de las industrias y a la depresión económica.

Las grandes instalaciones industriales son puntuales y suelen presentar una dependencia de materias primas locales muy inferior. Suelen estar situadas en núcleos de población más grandes. Como toda la economía presenta una escala familiar, el cierre de una de estas grandes instalaciones suele suponer el empobrecimiento global de la zona.

Las extracciones mineras son otra fuente de riqueza importante. El nivel de impacto ambiental que producen suele ser alto. Aunque se exige un plan de restauración, en algunos países desarrollados, el carácter ilegal —en algunos casos— de la extracción y la falta de control por la autoridad competente hace que no siempre se cumpla en el grado que se debiera. Las grandes explotaciones se suelen realizar por grandes compañías que transfieren parte del beneficio fuera de la zona. Aun así dejan en la zona una fuerte inversión y los salarios de la mano de obra local. Las pequeñas explotaciones suelen ser llevadas de modo familiar y queda en la región la mayor parte de la riqueza extraída. Estas explotaciones presentan un coste de recuperación más bajo y son más fáciles de restaurar.

Las extracciones ilegales son un problema frecuente. En estas no existe plan de restauración y rara vez, como es lógico, se realiza alguna medida co-

rectora. La riqueza que generan queda en la economía de la zona pero de modo sumergido.

La restauración de estos impactos será una nueva fuente de recursos para la zona que se ha cualificado en esta actividad.

1.3. DE CARÁCTER TECNOLÓGICO

Anteriormente se ha hablado de la falta de cualificación profesional de la población. El empleo de recursos de mano de obra y tecnología ya existentes en la zona para los trabajos de recuperación pasa en un primer momento por el conocimiento de las posibilidades existentes. Considerar el grado de mecanización, las técnicas más utilizadas, el estado actual de la maquinaria, la capacidad de utilización de estas tecnologías y la introducción de nuevos usos. Todos estos datos condicionarán finalmente la ejecución de las medidas recuperadoras.

Se podría hablar de que el empleo, o no, de tecnologías adecuadas, en todos los sectores, acaba significando una disminución del nivel de impacto y en muchos casos un aumento en la producción y renta. Lo que ocurre es que dichas tecnologías no están al alcance de los usuarios ni por su capacidad inversora ni por su cualificación técnica. Se deberán conocer las prácticas culturales más habituales en cada materia y aconsejar su mantenimiento o introducir nuevas tecnologías.

La implantación de nuevas tecnologías es un proceso lento, máxime si el nivel de alfabetización de la población es bajo. Las nuevas técnicas se miran con desconfianza hasta que pasado un tiempo se comprueba que le va mejor a quien las utiliza. Sólo entonces, por imitación, se extiende su uso. Esta situación supone plazos de ejecución largos y tener que favorecer al principio, el uso de las nuevas tecnologías.

Cuando se trata de maquinaria se observa un empleo de esta por debajo de sus posibilidades iniciales de diseño. Supone esto una pérdida de eficiencia. Podría resultar útil en estos casos el empleo de máquinas de una generación anterior. Siendo restos de serie no vendibles en los mercados de origen su coste será muy inferior. Al ser más baratas, con un mismo presupuesto para el programa, serían más los beneficiados.

Las acciones recuperadoras suponen proyectos concretos. El Plan de Lucha Contra la Desertificación debería fijar un tiempo máximo de redacción de estos. Este plazo se fijará teniendo en cuenta la velocidad de los procesos. Podemos sugerir cinco años como un tiempo medio adecuado dentro de los procesos desertificadores.

Estos proyectos deberían contener un procedimiento de evaluación continua que permita valorar las acciones que se vayan realizando y seleccionar en

cada momento las alternativas más adecuadas con un grado de flexibilidad tal que facilite la integración de los demás factores socioeconómicos. Dejar el periodo de redacción de los proyectos abierto supondría el peligro de no reflejar la situación alterada exacta, por tanto se proyectarían medidas que pueden resultar inapropiadas y por tanto ineficaces.

La gran diversidad de problemas y la gran diversidad de las características del medio donde se localizan esos problemas hace que no podamos hablar de soluciones tipo generalizables a ese problema. De aquí también resulta el problema de jerarquizar las actuaciones. Un modo de afrontar esta dificultad sería concretar la planificación hasta nivel de anteproyecto y calificar la gravedad de la alteración para posteriormente priorizar las actuaciones. Si se actuara de este modo el anteproyecto debería contar con una descripción del entorno —apoyado por un reportaje fotográfico—, descripción de cada una de las acciones correctoras cuantificando unidades de obra y plazo de ejecución, potencial recuperable o de conservación estimado y presupuesto de la acción desglosado en años. Este modo de actuar tendría la ventaja de facilitar en gran manera la realización de los posteriores proyectos.

Otras dificultades técnicas que aparecen con frecuencia son las relativas a la organización económica y política de la zona. Las áreas problema suelen ser de gran tamaño y es frecuente que dependan de distintos entes de gobierno. En España, por ejemplo, un problema de deforestación puede afectar a varios municipios, distintos organismos de cuenca y situarse entre dos o más Comunidades Autónomas. Para realizar acciones completas que sean eficaces se deben poner de acuerdo los distintos organismos de gobierno y sus presupuestos. No siempre se llega a un acuerdo y casi siempre suele suponer esto un trabajo suplementario.

El problema se agrava, evidentemente, si los afectados son dos Estados diferentes.

Se podría hablar de un plazo mínimo de establecimiento de las medidas de recuperación propuestas. Los proyectos en que se concretará la planificación deberían tenerlos en cuenta para ser eficaces. Estos plazos tampoco son fijos y dependerán de las condiciones iniciales y del medio físico donde se realicen. Sería muy interesante que estos plazos aparecieran expresamente en el Plan de Lucha Contra la Desertificación y se amoldaran los presupuestos de los proyectos de las medidas recuperadoras a estos plazos.

1.4. DE CARÁCTER BIOLÓGICO

Los fuertes procesos de erosión y la falta de vegetación, generalizables a todas las zonas áridas degradadas, pueden considerarse los principales facto-

res limitantes para las medidas recuperadoras. La erosión hídrica y eólica arrastran el suelo fértil de la capa superficial al no estar sujeto por la vegetación. De otra parte la falta de vegetación hace que no se regenere la capa de suelo o lo haga muy lentamente. El poco suelo que se forma vuelve a estar expuesto a la erosión hídrica y eólica sin llegar a formarse la capa de suelo fértil que hubo inicialmente. En este medio es muy difícil que arraiguen las semillas de plantas herbáceas, matorrales y árboles que son transportados por el viento. Estas plantas serían las formadoras potenciales del suelo, pero resultan ineficaces. Incluso los aportes de materia orgánica procedentes de las deyecciones del ganado difícilmente se incorporarán al suelo al ser arrastrados antes de mineralizarse.

Muchos autores coinciden en que la primera medida que se debe adoptar se encamina a la creación de una capa fértil de suelo. El medio más eficaz pasa por un proceso de reconstrucción de la cubierta vegetal que tendrá por objeto conseguir cuanto antes una masa protectora. Esto supone definir qué tipo de asociación y masa protectora se persigue y cómo se pretende alcanzar. Las condiciones degradadas del suelo y la severidad del clima hacen que sea difícil establecer especies pertenecientes al clímax desde un principio. Se llega a la situación climática como resultado de la evolución a partir de especies de escalones inferiores en la sucesión ecológica. Por ejemplo reforestar en la cuenca mediterránea española con encina resultará casi siempre un fracaso (experiencia del IARA en Jaén), pero la reforestación con pino (*pinus halepensis* o *pinus pinaster*) generará suelo y posteriormente dará paso a las especies más cercanas al clímax (en España bosque esclerófilo mediterráneo)¹⁶.

Las tendencias actuales relacionadas con las técnicas de restauración de la cubierta vegetal proponen escalonar las acciones comenzando a partir de una cubierta de matorral, una vez establecido se introducirían especies arbóreas en rodales entre ellos y finalmente se introducirían especies herbáceas¹⁷. Las especies dependerán de la zona y el estado de degradación del que se parta.

A la hora de fijar los objetivos y posteriormente los proyectos resulta conveniente tener claro qué técnicas se emplearán y hacia qué situación climática se dirigen. Resultaría en este sentido muy práctico el conocimiento de otros proyectos y estudios anteriores de similar temática, así como su eficacia.

El déficit hídrico será otro factor limitante que se debe tener en cuenta. La adecuada preparación del suelo que mejore la retención e infiltración, evitar la vegetación competitiva con la que se pretende implantar, podrán ser algunas de las medidas objetivo para tener una mejor disponibilidad de este recurso.

¹⁶ GARCÍA SALMERÓN, J., «Forestación de Areas Degradadas». El Campo BBV.

¹⁷ GARCÍA CAMARERO, J., 1989. «Los Sistemas Vitales Suelo, Agua y Bosque: su Degradación y Restauración». MAPA Madrid.

Tanto la preparación del suelo como la eliminación puntual de la vegetación debe limitarse al mínimo y afectar lo menos posible, siempre de forma localizada, al suelo que haya en cada lugar, por escaso que este sea.

Además de objetivos que mejoren la disponibilidad y cantidad del agua se debería observar este recurso como un punto posible y eficaz para establecer medidas correctoras. En este sentido resultaría un buen marco de delimitación del problema la cuenca de drenaje.

1.5. DE CARÁCTER ECOLÓGICO

Un ecosistema está más desarrollado cuanto mayor es su diversidad. Cuanto mayor es la diversidad mayores son los flujos de energía que existen entre los componentes del ecosistema. Esto supone una mayor estabilidad es decir, una mayor capacidad de recuperarse de los impactos que reciba. Por tanto es muy importante que las acciones restauradoras tengan en cuenta preservar el mayor número de especies posibles en una zona tratada. El resultado final de las actuaciones debe consistir en un mosaico de situaciones diferentes fomentando de este modo la diversidad. Se lograra así una respuesta espontánea del ecosistema frente a un desequilibrio posterior.

Nunca debe estar justificada la afición a hábitats y ecosistemas valiosos o singulares. Se deberán tener en cuenta los efectos indirectos que puedan producirse sobre ellos como consecuencia de los cambios generales inducidos en la zona para corregir los procesos erosivos. Resultará importante conocer los endemismos de la zona y lugares de alto valor ecológico. Muchas veces no existen estudios que recojan las especies más genéricas y mucho menos las endémicas o las raras. En otros casos la existencia de esa especie está unida a estaciones concretas y resultan difíciles de registrar. Aquí la consulta a la población resulta muy útil.

1.6. DE CARÁCTER METODOLÓGICO

La diversidad de tipos de problemas que pueden presentarse, aunque se agrupen por procesos, es muy grande. Además cada problema presenta unas características físicas muy diferentes. Necesitaremos un equipo de expertos que realice el Plan de Lucha Contra la Desertificación.

La decisión de los expertos se hace especialmente importante a la hora de jerarquizar las actuaciones de recuperación. Los expertos deberían conocer todos los puntos que se consideren como objeto de actuación para tener una visión de conjunto de toda la zona con todos sus problemas. En la toma de de-

CUADRO RESUMEN DEL MARCO REFERENCIAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

<i>Carácter de los objetivos</i>	<i>Metas a que se dirigen</i>	<i>Restricciones que se deben considerar</i>
De carácter social	<ul style="list-style-type: none"> • Asentamiento de la población. • Digna subsistencia. • Conciencia social del problema desertificador. • Ocupación de la población en lucha contra desertificación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad política. • Falta de cualificación básica. • Falta de inversiones.
De carácter económico	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del nivel de vida. • Control de abandono de tierras. • Cualificación de la mano de obra. • Control de explotaciones industriales y mineras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos muy degradados. • Trabajos de restauración a fondo perdido. • Falta formación agricultores.
De carácter tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanización adecuada. • Redacción de medidas en plazo limitado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de renta de la población. • Medidas correctoras no generalizables. • Distinta dependencia administrativa de la zona.
De carácter biológico	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de capa fértil de suelo. • Reconstrucción de la cubierta vegetal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones edáficas. • Erosión eólica e hídrica. • Condiciones climáticas. • Déficit hídrico.
De carácter ecológico	<ul style="list-style-type: none"> • Implantación de un ecosistema estable orientado al clímax. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afecciones a hábitats y ecosistemas valiosos.
De carácter metodológico	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de la opinión pública. Participación pública. 	<ul style="list-style-type: none"> • Subjetividad.

cisión sobre las prioridades de actuación puede ser muy útil el establecimiento de una serie de criterios de elección por los expertos. Para lograr un entendimiento claro entre los distintos especialistas es importante que la comunicación sea buena entre ellos. El entendimiento en muchos casos no dependerá de la formación profesional sino de las condiciones humanas: afán de saber y aprender, interés por enseñar, escuchar y claridad en las exposiciones.

La consulta a la población puede completar la información existente dando datos que no se recojan en los documentos publicados. Conviene contar con la opinión de la población sobre las medidas que se tomarán y sopesarla, pero se deben tener en cuenta las influencias subjetivas y la general falta de visión de conjunto de la población. La decisión sobre el método de consulta pública que se debería emplear y el grado de consideración de las declaraciones deberá ser acordado por el grupo de expertos elegido. La formulación final de los objetivos específicos corresponde a los expertos.

2. MARCO REFERENCIAL PARA LA REALIZACIÓN DEL INVENTARIO

2.1. ANTECEDENTES

Antes de establecer el marco referencial del inventario se considera importante recordar los puntos que se toman como base:

- Conocer con el mayor detalle posible los objetivos propuestos. Sería conveniente que en el detalle se expresen tanto objetivos generales como específicos y si existe algún tipo de relación o prioridad entre ellos.
- El Nivel de planificación deseado. Debiendo ser más detallado y preciso al ir desde el nivel general hacia el de proyecto.
- Los datos previos: documentación existente y su calidad, enfrentándola con la que se considera necesaria para realizar el trabajo deseado; dificultades propias del elemento a inventariar (aves migratorias, endemismos difíciles de encontrar...); material técnico y humano disponible; y plazo del trabajo y presupuesto destinado a tal fin.

2.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En algunos documentos aparece la fecha de la última edición realizada que no es la de ejecución. Esto puede ser engañoso. De nuevo deben los expertos juzgar si es válida la información de esa reimpresión o se debe realizar una

actualización. En algunos casos, también a juicio de estos, puede bastar la actualización de uno o pocos de los datos reflejados en el documento dejando el resto como estaba a disposición del público.

La primera documentación con que se debería contar es con cartografía topográfica adecuada. Su escala dependerá del nivel de planificación que se pretenda alcanzar. Parece conveniente contar con una cartografía de gran escala que permite una situación general de las zonas problema (Se propone, según sea el nivel de planificación, las siguientes escalas: nacional, provincial 1/200.000-1/400.000; municipal 1/100.000-1/50.000; local <1/50.000). Esta cartografía resultará muy útil para las visitas de campo. Para esta finalidad es necesario que estén lo más actualizadas posible las vías de comunicación, poblaciones, red de drenaje primaria y secundaria más relevante y detalles que posibiliten la localización de las zonas problema aun por personas que no sean habitantes de la zona. Resultaría muy útil que apareciesen los topónimos más usuales aunque no sean los oficiales.

En el capítulo anterior se distribuían los distintos fenómenos desertificadores según procesos pero la mayor parte de ellos acababa manifestándose como erosión. Esto mismo ha sido observado por algunos autores que acaban identificando desertificación con erosión¹⁸.

Se necesitarían, por tanto, unos buenos estudios del riesgo de pérdidas de suelo por erosión de la zona en estudio. La información dependerá del modelo de pérdidas de suelo que se considere. En general se necesitan datos clinométricos, de cobertura del suelo, vegetación, edafología y medidas mecánicas de conservación del suelo... Estos estudios suelen estar referidos a grandes áreas y se acompañan de cartografía a escala grande (1/200.000-1/400.000). Inicialmente puede resultar suficiente para tener una idea del porcentaje de área afectada. Estudiando un módulo económico general de obras de hidrotecnia y reforestación resultaría una estimación económica de la inversión necesaria para frenar los procesos erosivos.

En general sería deseable que en el documento se asociara las distintas clases de pérdidas en pocas clases, para hacer manejables todos los datos (Por ejemplo en: leve, moderado, grave, muy grave). El número de clases variará según el modelo seguido para evaluar las pérdidas de suelo. En el documento es exigible que aparezca expresamente el umbral de pérdidas inadmisibles.

La escasez de agua caracteriza la zona árida. Al mismo tiempo una cantidad mínima de agua es necesaria para el establecimiento y desarrollo de los ecosistemas. De otra parte no sólo es importante la cantidad de este elemento, también, o incluso más importante, considerar su calidad.

¹⁸ MAPA-ICONA, 1991. «Plan Nacional de Restauración Hidrológico Forestal para el Control de la Erosión» Madrid, pp. 2.

Por una parte las aguas salobres no son aptas para la vida animal ni vegetal en general, de otra, las condiciones climáticas y edafológicas hacen que sea frecuente que las aguas de que se dispongan tengan una salinidad no recomendable para el uso agrícola. Estas aguas arrastran carbonatos, cloruros, sodio, boro y sulfatos presentes en los suelos y el contenido de sales se ve incrementado al estar sometidas a una fuerte evaporación. El empleo de estas aguas para riego, a falta de otras fuentes, supone una acumulación de estas sales sobre el suelo desestructurándolo, salinizándolo y, en casos haciéndolo tóxico.

La falta del recurso para aplicar riegos de lavado, la carencia de formación técnica y la necesidad de obtener alimentos de primera necesidad de una forma rápida llevan a desertificar de modo irreversible una zona. En algunos países hidrológicamente desarrollados se están realizando prácticas de desalación para mejorar la calidad de las aguas. Hoy en día resulta una práctica muy cara (alrededor de 140-90 pts/m³, según técnica empleada¹⁹) no generalizable al uso agrícola (existen algunos casos en España —Canarias— en cultivos de alto rendimiento económico que puede soportar costes de agua de riego de alrededor de 50 pts/m³)²⁰.

La cartografía de afloramientos salinos o de áreas de intrusión de agua de mar se recomienda en una escala de 1/100.000 a 1/50.000 para la planificación municipal.

Por todo esto otro documento con el que se debería contar para realizar el inventario es con una cartografía detallada de la red de drenaje de la zona, puntos de abastecimiento de agua, usos y volúmenes empleados y calidad a lo largo de esos puntos (deberíamos conocer, al menos, la conductividad eléctrica y su PH como datos esenciales). Si existen embalses de almacenamiento o de laminación, azudes o presas de derivación sería de mucha utilidad conocer datos concretos de su situación actual: volumen medio embalsado, volumen máximo y mínimo, calidad de sus aguas, peligros de colmatación... Estos datos orientarán a los expertos sobre procesos aguas arriba. También son importantes los datos de conservación de la cuenca vertiente (cubierta existente, prácticas agrícolas en la cuenca, cultivos más usuales, usos...). No son menos

¹⁹ MEDINA SAN JUAN, José A., 1997. «El tratamiento de Aguas Salinas. Tecnologías y Aspectos Económicos». II Curso sobre Utilización de Aguas Residuales y Salinas en el Riego: Aplicación de Tecnologías Avanzadas. Colegio Oficial Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias. Madrid, pp. 6-24. MATEO BOX, J. M. En las mismas Jornadas, en su intervención introductoria —«El Futuro de los Cultivos Agrícolas y de la Ingeniería»— recoge datos de la Universidad de las Palmas que van de 330,7 pts/m³ a 106,9 pts/m³.

²⁰ AGUIAR GONZÁLEZ, E., 1997. «Caso Práctico: La Reutilización de las Aguas Residuales Urbanas en Tenerife. Infraestructura Asociada y Problemática». II Curso sobre Reutilización de Aguas Residuales y Salinas en Regadíos: Aplicación de Tecnologías Avanzadas» Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias. Madrid.

importante los datos relacionados con la salida de agua del embalse: disipadores de energía, adecuación de los aliviaderos, erosión en desagües, arrastres, presencia de materiales sueltos...

Así mismo deben recogerse los puntos en los que el agua presenta una finalidad recreativa y si existe un plan de uso y explotación de las mismas. Estos puntos serán susceptibles de inventariado para su conservación o para realizar medidas recuperadoras que mejoren la calidad ambiental. En caso de que no existiese un plan de ordenación y uso recreativo, la escasez del recurso y su alto valor ecológico, hacen que la elaboración de este plan sea un objetivo claro de restauración. Para la cartografía que recoge el inventario final se recomienda, en general, una escala de 1/100.000 para las zonas recreativas y de 1/25.000 como máximo para las zonas de baño.

En esas zonas se indicará la superficie que se debe ordenar. Actividades que se desarrollan en la actualidad, actividades potenciales, infraestructuras necesarias para que las actividades potenciales sean de mínimo impacto. Se considerará también la capacidad de la zona y las medidas para evitar la asistencia de un número superior de personas.

Toda esta información se localizan puntos de restauración relacionados con la mejora de la calidad, ordenación de su uso o conservación del recurso. Otras veces la presencia de agua será el indicador de un punto óptimo para realizar determinadas prácticas recuperadoras. En ambos casos se debe contar con la información del caudal y calidad disponible.

En ambos sentidos sería interesante que toda la información relacionada con el agua apareciese en los mapas topográficos iluminados con las láminas de poliéster. El uso recreativo del agua resulta más complejo de señalar al no aparecer inventariado de modo total. De otra parte el uso recreativo que da la población no siempre corresponde a lo deseado por el gobierno o el organismo responsable, aparece donde quiere o ve oportunidad. Esta materia parece que debe ser consultada a la población a través de algún organismo cercano a la misma y debería considerarse no tanto lo que sería deseable cuanto lo que ya se hace y ordenarlo.

Otra información con la que se debería contar relacionada con la red de drenaje es la zona de riesgo de avenidas y zona de riesgo de salinización. La primera información suele estar recogida en los países hidrológicamente desarrollados. Se debe conocer las zonas habitualmente afectadas, caudal punta y tiempo de crecida. En muchos casos estos fenómenos están asociados a la invasión del cauce, estrechándolo. Como resultado de esto aumenta la velocidad del agua en ese punto y con ello su energía cinética. De este modo se hacen mayores los arrastres y menor la capacidad de desagüe del cauce.

En el caso de que no se disponga de estaciones de aforo a lo largo del cauce se puede recurrir a las estaciones de aforo de los embalses de la cuenca

para conocer el tiempo de avenida y el caudal de avenida. Estos datos no serán exactos para proyectar las obras de defensa hidrotécnicas pero considerando el estado físico (tipo y estado de la cubierta vegetal, pendientes medias de ladera, uso agrícola y sus características y tipo de suelo) del resto de la cuenca nos pueden dar una idea muy aproximada.

En los países menos desarrollados en los que no existan estos datos se recurre a la experiencia. Puede ser orientativo preguntar a los habitantes de la zona. En estos casos los lugares hasta donde llegó la lámina de agua se indicará por elementos singulares (una casa aislada, un edificio singular, un grupo de árboles, un camino...) que se gravan en la memoria.

Existen otros documentos que se podrían considerar de *consulta complementaria*. No refieren información de procesos desertificadores en sí o directamente causantes de ellos pero dan idea de como evolucionará el problema a medio y largo plazo y de los puntos de especial consideración para su conservación.

Entre otros se deberían tener en cuenta los planes urbanísticos, otros proyectos de restauración desarrollados en la zona, áreas naturales protegidas, áreas de alto valor ecológico no protegidas, planes de desarrollo industrial, planes de comunicaciones, patrimonio cultural de la zona, hallazgos arqueológicos.

2.3. ORGANISMOS Y DOCUMENTOS

Señalamos a continuación los organismos y documentos que se podrían considerar interesantes para la restauración de una zona árida o semiárida en España:

Organismos

- Direcciones Generales de la Administración Central: D. G. de Calidad de las Aguas, D. G. de Calidad y Evaluación Ambiental, D. G. de Conservación de la Naturaleza.
- Consejerías competentes de Medio Ambiente en las Comunidades Autónomas, Obras Hidráulicas, Calidad y Cultura.
- Ayuntamientos.
- Dirección General para la Conservación de la Naturaleza.
- Instituto Tecnológico GeoMinero de España.
- Instituto Geográfico Nacional.
- Confederaciones Hidrográficas.

Documentos

Cartografía y documentación básica. Podría considerarse de consulta y uso obligatorio para el desarrollo de estudios de recuperación de zonas áridas en España.

- *Mapas topográficos* (E: 1/400.000, 1/100.000, 1/50.000, 1/25.000, 1/10.000, 1/5000). En algunos casos existe cartografía de una escala más detallada (1/2.500, 1/1.000).
- *Mapas de Estados Erosivos* (ICONA, E: 1/400.000, 1987). Siguiendo el modelo USLE se determinan las distintas zonas que presentan niveles de erosión y su cuantía. La publicación incluye cuatro tipos de mapas (Mapa sinóptico de litofácies. Factor de Erosinabilidad (K); Mapa Clino-métrico. Factor Topográfico (LS); Mapa de Usos del Suelo. Factor de Cultivo (C); y Mapa de Niveles Erosivos) utilizados en la estimación de los estados erosivos. La escala no permite gran detalle.
- *Mapa de Uso y Aprovechamiento Agrícola* (MAPA, E:1/200.000, 1982-1988). Está basado en los mismos mapas de escala 1/50.000 de los años 1978 y 1980.
- *Mapa Forestal* (DGCONA, 1992 E: 1/200.000 y 1/50.000): Los trabajos para la elaboración de este mapa se realizaron a partir de fotografía aérea a escala 1/30.000. Los trabajos de campo sobre hojas cartográficas a escala 1/50.000 y la publicación, inicialmente, a 1/200.000; actualmente también 1/50.000.
- *Proyecto CORINE de la UE* (ICONA, 1992).
- *Proyecto LUCDEME* (MAPA, ICONA, 1982). Es un documento específico de lucha contra la desertificación. Se compone de ocho documentos sobre fenómenos erosivos (tanto hídricos como eólicos) y sus correcciones en las zonas de más intensa desertificación en España: Granada, Almería y Murcia.
- *Proyecto LINDE* (MOPTMA, 1995). El Proyecto Linde recorre los cauces primarios y secundarios de las redes fluviales españolas señalando en cada tramo las alteraciones en los límites de cada cauce. Para cada tramo se señala, en una ficha de campo, su accesibilidad, invasiones, morfología natural del cauce, estabilidad de taludes ribereños vertidos sólidos o líquidos y otras incidencias que se consideren como alteraciones al Dominio Público Hidráulico.
- *Proyecto PICRHA* (MOPTMA, 1995): La Dirección General de Calidad de las Aguas encarga un Plan Integral de Restauración Hidrológico Ambiental a la consultora INITEC. El objetivo es el inventario y propuesta de medidas correctoras de puntos degradados o que merecen una

especial conservación de todo del Dominio Público Hidráulico. El inventario se hace mediante fichas, muchas de ellas apoyadas en trabajos de campo. De estas fichas de campo un panel de expertos selecciona las afecciones de más urgente actuación y se realiza un anteproyecto. Con los cronogramas y presupuestos de todos los anteproyectos se realiza un calendario de actuaciones y un plan de inversiones.

- *Plan Nacional de Restauración Hidrológico-Forestal* (MAPA-ICONA, 1991). El Plan presenta una visión sinóptica del problema erosivo, su cuantificación y distribución a escala nacional, define criterios de prioridad para los trabajos de restauración hidrológico ambiental y determina el orden de magnitud de los recursos económicos para la ejecución del mismo.
- *Plan Nacional de Lucha Contra la Desertificación* (ICONA).

Documentación complementaria²¹ Incluye este grupo documentos útiles que deben ser tenidos en cuenta ya que completan la información utilizada en la elaboración del mapa de riesgos de desertificación y el análisis de la situación actual y su evolución a medio plazo. De ellos se podrán obtener fichas de inventario y de campo.

- Espacios Naturales Protegidos (CC.AA, ICONA).
- Catálogo de ZEPAS (ICONA).
- Inventario de las Zonas Húmedas.
- Estudio de las Zonas Húmedas de la España Peninsular. Inventario y tipificación.
- Cartas Arqueológicas Provinciales (CC.AA).
- Puntos de interés cultural (Ministerio de Cultura).
- Planificación Urbanística (CC.AA).
- Directivas UE.
- Estudios ONU.
- Estudios específicos de la cuenca en que se encuentre.

Cartografía necesaria para el establecimiento del Plan

Ciñendo el nivel de planificación en general y provincial se proponen las siguientes escalas de trabajo:

²¹ MOPTMA «P. PICRHA», 1995. «Revisión de la Documentación Complementaria del Proyecto PICRHA» Madrid, (no publicado) pp. 68.

<i>Cartografía</i>	<i>Nivel de planificación</i>	<i>Escala aconsejada</i>
Topográfica y Administrativa	1. General	1/400.000-1/200.000
	2. Provincial	1/100.000-1/10.000
Pérdida de suelo	1. General	1/400.000-1/200.000
	2. Provincial	1/100.000
Red fluvial	1. General	1/400.000-1/200.000
	2. Provincial	1/50.000-1/25.000
Dominios hidrogeológicos	1. General	1/400.000
	2. Provincial	1/400.000
Zonas de baño	1. General	< 1/50.000
	2. Provincial	1/25.000-1/10.000
Afecciones por embalses	1. General	< 1/50.000
	2. Provincial	1/25.000
Estaciones depuradoras	1. General	< 1/100.000
	2. Provincial	1/50.000
Clinométrico	1. General	1/400.000
	2. Provincial	1/100.000
Edafología	1. General	1/400.000
	2. Provincial	1/100.000
Uso agrícola	1. General	1/200.000
	2. Provincial	1/50.000
Invasión de cauces por agricultura	1. General	< 1/50.000
	2. Provincial	1/10.000
Tramos con caudales derivados	1. General	1/50.000
	2. Provincial	1/50.000
Afloramientos salinos	1. General	1/400.000-1/200.000
	2. Provincial	1/50.000
Riesgo de avenidas	1. General	1/400.000
	2. Provincial	1/100.000-1/50.000
Recreo	1. General	1/100.000
	2. Provincial	1/50.000

Cartografía complementaria

- Planes Urbanísticos.
- Proyectos anteriores.
- Planes precedentes.
- Áreas protegidas.
- Cartas Arqueológicas.

2.4. VARIABLES E INDICADORES

«Los indicadores miden el estado actual de la desertificación respecto al potencial de producción de la tierra y la tasa corriente de desertificación²²».

El mismo autor cita cuatro características exigibles a los indicadores. El indicador será más eficaz en función del número y grado de características que cumpla:

- Cuantificadores: su resultado debe darse en unidades medibles que resulten fácilmente comparables.
- Sensibles a pequeños cambios: indicando cuando está ocurriendo el fenómeno y en qué sentido. Cuanto más sensible sea antes tendremos noticia de la degradación y las medidas serán más eficaces y, generalmente, más baratas. Una de las dificultades señaladas más frecuentemente por los especialistas es descubrir el daño cuando es demasiado grande o, en algunos casos, cuando no tiene solución.
- Fáciles de medir.
- Pequeño número de ellos: no se considera mejor evaluado un proceso porque se hayan medido todos los posibles indicadores sino cuando se consideran los indicadores que realmente describen el proceso. Generalmente no todos los posiblemente implicados, están adecuadamente medidos y relacionados con datos anteriores. Esto supone un ahorro económico y un primer enfoque de la solución.

²² DREGNE, H. E., 1983. «Desertification of Arid Lands» Hardbook Academic Publishers. London, pp. 66.

Se han hecho varios esfuerzos por sistematizar los indicadores. Una primera clasificación la hizo BERRY AND FORD (1977)²³ asociando el tipo de indicador con la magnitud de la superficie a planificar. Aunque es una lista muy breve de indicadores dan una idea importante de las escalas de trabajo. Los autores distinguen tres escalas de trabajo: global —5 indicadores—; regional (que hace referencia a la escala internacional) —5 indicadores—; y nacional/local —3 indicadores—.

Atendiendo a sus características los indicadores propuestos son en su mayor parte indirectos: albedo, precipitación, productividad a escala global, clima, nutrición, productividad a escala nacional, bienestar humano y percepción humana. Con un número tan alto de indicadores indirectos, en relación al número total de ellos, se puede perder mucha información en las distintas interpretaciones de los indicadores y llegar a conclusiones muy distintas según —intereses, formación— los distintos expertos. Incluso puede resultar fácilmente manipulable según los objetivos que se quieran conseguir.

Esta clasificación resulta muy interesante al fijar ya los indicadores en relación con la escala de planificación. El problema de la interpretación de los indicadores indirectos puede disminuirse por el acuerdo entre los expertos del equipo y la exposición de los criterios a seguir. Se podría asociar a las distintos niveles de planificación las escalas de trabajo:

<i>Niveles</i>	<i>Escalas</i>
Global	1/1.000.000-1/400.000
Internacional (regional)	1/400.000-1/100.000
Nacional/Local	1/100.000

²³ BERRY, L. and FORD, 1977. «Recommendation for a System to Monitor Critical Indicators in Areas Prone to Desertification». The Program for International Development. Clark University, Worcester, Massachusetts, USA, p. 121.

La clasificación propuesta es:

<i>Niveles</i>	<i>Indicadores</i>
Global	a) albedo b) lluvia ácida c) precipitación, lluvia d) erosión del suelo y sedimentación e) salinización
Internacional (regional)	a) productividad b) biomasa producida c) clima d) nutrición e) salinización
Nacional/local	a) productividad b) bienestar humano c) percepción humana

La clasificación presenta la gran ventaja de la simplicidad al caracterizar ya los distintos indicadores según la escala de trabajo. Presenta las dificultades de la interpretación al ser los indicadores indirectos y de estar pensada para zonas áridas subdesarrolladas o en países en vías de desarrollo. La simplicidad limita la posibilidad de una planificación sectorial. No se consideran indicadores para fenómenos habituales en zonas áridas de países desarrollados: turismo, recreo, industria...

REINING (1978)²⁴ realiza otra clasificación con motivo de la Conferencia contra la Desertificación (1977). Agrupa los indicadores según subsistemas: fí-

²⁴ REINING, P., 1978. «Handbook of Desertification Indicators». American Association for the Advancement of Science. Washington, D.C. p. 141.

La clasificación propuesta es:

<i>Sistema</i>	<i>Subsistema</i>	<i>Indicadores</i>
Físico	Suelo	a) Profundidad efectiva de suelo. b) Materia orgánica en el suelo. c) Costras formadas en el suelo. d) Tormentas de polvo y arena. e) Salinización y alcalinización.
	Agua	a) Profundidad y calidad del agua del suelo. b) Área de agua libre c) Estado y superficie de drenaje.
	Otros	a) Reflectancia relativa de la tierra.
Biológico/agrícola	Vegetación	a) Cobertura. b) Biomasa sobre el suelo. c) Producción. d) Especies clave: distribución y frecuencia.
	Animales	a) Especies clave. b) Población de animales doméstico. c) Composición de los rebaños. d) Producción.
Social	Uso de la tierra y el agua	a) Riegos. b) Agricultura de las zonas áridas. c) Pastoreo. d) Minería. e) Incendios forestales. f) Agua.
	Pautas de colonización	a) Nuevos asentamientos. b) Expansión de asentamientos y sedentarización. c) Diversificación de asentamientos. d) Abandono de asentamientos.
	Parámetros biológicos humanos	a) Estructura de la población. b) Medida del estado de nutrición. c) Índices de salud pública.
	Parámetros de procesos sociales	a) Conflictos. b) Migración. c) Patrones de redistribución. d) Marginalización. e) Distribución de renta.

sico (agua, suelo, otros), agrícola/biológico (vegetación, animales), social (usos de la tierra y el agua, pautas de colonización, parámetros biológicos humanos, parámetros de procesos sociales). Este trabajo está claramente marcado por el enfoque propio de la Conferencia. Se entiende así que se considere en más profundidad el impacto social de la desertificación y su relación con la destrucción del potencial agrícola que la conservación del medio físico de un modo global.

En esta clasificación el número de indicadores indirectos también es muy alto: todos los sociales y biológicos animales, la producción vegetal y la mitad de los físicos. Las posibilidades de manipulación y pérdidas de información son también muy altas. La clasificación por subsistemas hace posible utilizarla para una planificación sectorial y adaptarla mejor a todas las zonas áridas ya sean en países desarrollados o en vías de desarrollo.

Con el avance de los métodos de cartografía automática y su empleo en los trabajos de ordenación del territorio es necesario tener en cuenta las virtudes y limitaciones de estas herramientas en el momento de elegir las variables que utilizaremos para describir el medio²⁵.

2.5. ELECCIÓN DE VARIABLES: DE PROCESO A INDICADORES

La elección de variables no debe ser un proceso cerrado, irá variando con los objetivos y fuentes de información. Un modo ordenado de proceder sería estudiar la realidad desde los fenómenos más globales a los más particulares.

Para evaluar el avance de la desertificación en una zona es necesario disponer de datos para relacionar la situación actual con la situación anterior. Si la evaluación se hace a través de elementos cuantificables el resultado es muy claro. Al mismo tiempo estos indicadores sugieren las posibles soluciones.

Los indicadores señalan los sucesos en que está teniendo lugar la desertificación como pérdida del potencial biológico, es decir, se puede decir que está ocurriendo, o ha ocurrido, un proceso desertificador cuando se presentan zonas con ese indicador. Las variables son el modo concreto en el que se manifiestan los indicadores en la zona. Un indicador puede ser representado por varias variables. Por ejemplo: la salinización del suelo es un indicador directo

²⁵ MACHÍN y NAVAS, 1995. «Land Evaluation and Conservation of Semi-Arid Agrosystems in Zaragoza (NE Spain) Using an Expert Evaluation System and GIS» Land Degradation & Rehabilitation. Vol. 6, pp. 206-214. El Sistema Experto de Evaluación es el MicroLESS, el Sistema de Información Geográfica es IDRISI y las salidas gráficas se hacen con CorelDraw.

MOHAMMED y FARSHAD, 1996. «Evaluating Land Degradation for Assesment of Land Vulnerability to desert Conditions in the Sokoto, Nigeria». Land Degradation & Development vol. 7, n.º 3, pp. 205-215. En este artículo los autores recogen los factores empleados en los modelos automáticos: ILWIS, ALES y GLASOD.

de la desertificación de una zona de regadío dentro del proceso agrícola. Podemos medir la conductividad eléctrica del agua de riego y en función del tipo de suelo y la dosis de riego saber si se va a salinizar el suelo y los efectos a medio y largo plazo. Se podrá, incluso, sugerir medidas para alargar el tiempo de uso de ese agua de riego para no llegar a la inutilización del suelo. Según avance el contenido en sales del suelo aparecerán señales en las hojas y puntas de las plantas, disminuirá la permeabilidad, aparecerán costras salinas, disminuirá la productividad de las cosechas... todas estas serán las variables que señalarán que estamos llegando a un proceso de salinización.

El modo de hacer el inventario dependerá del número y tipo de indicadores que se deseen evaluar, de las variables de estos y los métodos de medida de las variables que se establezcan. Este número debe ser el menor posible para simplificar la recogida de datos. El método de medida de la variable debe ser fácil de interpretar, debe estar claramente aceptada la relación entre indicadores y variables y deben ser métodos comúnmente aceptados por la comunidad científica.

Por tanto: el equipo de expertos decide qué procesos son los desencadenantes de la desertificación en la zona, a partir de ahí selecciona qué indicadores lo reflejan y considera qué variables definen cada indicador. Deben posteriormente fijar que método de medida se deben utilizar y su fiabilidad. Cuanto más se concrete este paso mejor se realizará la ficha de campo y mejor será el resultado del inventario.

2.6. ELECCIÓN DE VARIABLES SEGUN SUS INDICADORES

Vista la relación desde los procesos hasta los indicadores como una escala de lo general a lo particular y las características que deben cumplir los indicadores, es necesario establecer una serie de indicadores aceptados, sus variables y finalmente, el proceso en el que se encuadran.

Es muy importante establecer qué métodos de medida de estas variables se consideran aceptados para el trabajo. Estas condiciones se fijarán y escribirán de modo explícito o por los agentes o por el equipo de trabajo encargado del estudio.

A partir de los trabajos de DREGNE (1983)²⁶, principalmente, se desarrollan a continuación unas tablas considerando estos tres pasos. Estas tablas se han elaborado buscando que sean útiles en cualquier trabajo de restauración de tie-

²⁶ DREGNE, H. E., 1983. «Desertification and Arid Land» Harwood Academy Publisher. London, pp. 76-85.

MOHAMMED y FARSHAD, 1996, «Evaluating Land Degradation for Assesment of Land Vulnerability to desert Conditions in the Sokoto, Nigeria». Land Degradation & Development vol. 7, n.º 3, pp. 205-215

rras áridas, independientemente de la zona y escala de trabajo. Cuando se precisen esos factores —a la vista del informe previo— el equipo de expertos concretará su propia tabla de indicadores, variables y métodos de medida.

<i>Proceso</i>	<i>Indicador</i>	<i>Variable</i>	<i>Medida</i>
Agrícola	Erosión hídrica	Regueros. Cárcavas. Pérdidas de fertilidad y mat. orgánica. Variación de granulometría, Desaparición de cubierta vegetal. Color del suelo. Número e intensidad.	Deposiciones en las partes bajas. Disminución de productividad o toxicidad, número y tamaño de regueros y cárcavas en un transepto. Profundidad de referencia al horizonte de subsuelo. Turbidez de la corriente.
	Compactación y formación de costras	Disminución de permeabilidad e infiltración. Presencia de rodadas de maquinaria pesada. Encharcamiento del suelo. Crecimiento inhibido de las raíces. Crecimiento pequeño y achaparrado de las plantas.	Compactación del suelo. Medida de infiltración. Densidad de volumen. Módulo de ruptura del suelo.
	Abandono de tierras	Suelo desnudo, en desuso.	Planimetría. Catastro.
	Salinización	Costra salina. Color y puntas quemadas en las hojas. Cloro y boro en las hojas. Permeabilidad del suelo. Productividad de la cosecha.	Conductividad eléctrica y tasa de absorción de sodio en muestras tomadas a distintas profundidades SAR.
	Vertidos sólidos	Presencia de vertederos y restos. Olores. Alimañas relacionadas con los restos. Cascotes.	Cálculo de volúmenes. Distancia a vertedero tratado.
	Vertidos líquidos	Olores, turbidez. Sólidos en suspensión. Color del agua. Evolución de la población piscícola. Vegetación ribereña asociada. Algas.	Volumetría. Infraestructuras para depuración. Análisis de laboratorio (DBO ₅ , DQO ₅ , SS). Contenidos en Na, Cl y B.
	Derivación de Caudales	Disminución de caudal circulante. Invasión del cauce. Obstrucción al flujo. Desaparición de poblaciones piscícolas.	Medida del caudal derivado. Valoración de la población piscícola. Cálculo del caudal mínimo ecológico. Regulación de usos del caudal.
	Explotación de aguas subterráneas	Profundidad del nivel freático. Caudales concedidos.	Sondeos. Profundidad media e histórica de los últimos alumbramientos.
	Empleo de técnicas desertificadoras	Monocultivo. Cultivos esquilmanes. Laboreo excesivo e inapropiado.	Consulta al catastro. Visita a cooperativas agrícolas. Encuestas. Planimetría.
	Capacidad de desagüe del cauce	Invasión del DPH. Inundaciones eventuales. Aumento de arrastres.	Planimetría. Fotografía aérea (serie histórica).

<i>Proceso</i>	<i>Indicador</i>	<i>Variable</i>	<i>Medida</i>
Ganadero	Erosión del suelo	Regueros. Cárcavas. Desaparición de la cubierta vegetal. Pérdida de horizonte superficial. Sobrepastoreo. Tala a mata rasa. Señales de pisoteo. Color del suelo y brillo. Número de remolinos de polvo. Turbidez de la corriente. Sacado por los animales.	Planimetría. Depositiones. Carga ganadera por unidad de superficie. Profundidad de referencia al horizonte subsuperficial. Número y tamaño de regueros y cárcavas en un transepto.
	Compactación y costras	Señales de pisoteo. Disminución de infiltración. Sobrepastoreo. Disminución de porosidad.	Compactación del suelo. Infiltración. Granulometría. Número de cabezas de ganado por unidad de superficie.
	Degradación de la vegetación	Composición y frecuencia de la vegetación. Producción de leche. Biomasa. Vigor vegetal. Carga ganadera. Composición del rebaño. Reservas de carbohidratos en las plantas. Tala de árboles.	Distribución de especies en transepto y en parcelas. Peso en verde y en seco de muestras vegetales. Producción anual de hierba. Establecimiento de malas hierbas. Cantidad de restos descompuestos en parcelas muestreadas.
	Vertidos líquidos	Contaminación de acuíferos por purines. Color y olor del agua.	Análisis laboratorio (DBO ₅ , DQO ₅ , SS).
Minería	Erosión del suelo	Cambios en la escorrentía. Cárcavas. Regueros. Movimiento en masa. Desaparición de la cubierta vegetal. Arrastres. Contenido de materia orgánica.	Infiltración. Deposition. Planimetría.
	Costra	Rodadas de maquinaria pesada. Escorrentía. Afloramientos de roca madre. No suelo.	Compactación del suelo. Planimetría.
	Vertidos sólidos	Presencia de restos industriales. Sólidos arrastrados por el agua. Depósitos de escombros y escorias. Restos de minerales metálicos en el suelo y agua.	Volumetría de los escombros. Planimetría de áreas influidas por los arrastres.
	Vertidos líquidos	Lavado de minerales. Vertidos de líquidos necesarios para la maquinaria pesada (aceite, lubricantes, gasolina...).	Cálculos volumétricos de emisiones. Análisis de laboratorio de las aguas (DBO ₅ , DQO ₅ , SS). Turbidez. Sabor. Análisis de elementos metálicos disueltos.
	Alteración morfológica del cauce	Invasión del DPH. Aumento de arrastres. Disminución de la capacidad de desagüe del cauce. Retenciones de caudal. Alteración de la dinámica fluvial.	Cálculo del volumen invasor. Comparación de la forma final del cauce con la inicial. Longitud de ribera afectada.

<i>Proceso</i>	<i>Indicador</i>	<i>Variable</i>	<i>Medida</i>
Industrial	Erosión del suelo	Regueros. Cárcavas. Cambios en la escorrentía. Alta escorrentía. Taludes mal fijados. Entorno deforestado. Ausencia de vegetación.	Deposición. Número y forma de regueros y cárcavas en un transepto.
	Costras	Rodadas de movimiento de maquinaria pesada. Restos de placas de hormigón. Zonas auxiliares de las infraestructuras.	Compactación del suelo. Planimetría de zona afectada.
	Contaminación atmosférica	Olor. Deposición de polvo. Emisiones gaseosas de la maquinaria.	Volumen emitido. Composición de la emisión. Radio de acción de la emisión.
	Materias primas	Reforestaciones productivas. Extracciones de materias primas.	Planimetría de zonas afectadas.
	Vertidos sólidos	Cascotes. Restos de producción industrial (cartón, plástico, vidrio, metal...).	Volumen de los vertidos. Conocer distancias a un vertedero.
	Vertidos líquidos	Olor. Color. Turbidez. Presencia de espumas y aceites. Población piscícola. Fauna asociada.	Análisis del agua (DBO ₅ , DQO ₅ , SS). Inventario de instalaciones depuradoras.
	Utilización del agua	Derivaciones de caudal. Volumen necesitado en procesos industriales. Nivel freático. Concesiones. Saltos hidroeléctricos.	Cálculos de volúmenes necesario. Profundidad de alumbramiento. Volumen extraído. Volúmenes de las concesiones.
	Alteración morfológica del cauce	Invasión del DPH. Inaccesibilidad al cauce. Estrechamiento del cauce. Aumento de la erosión.	Comparación de la forma final con la inicial. Volumen depuesto. Planimetría de área invadida.
Uso Social	Erosión del suelo	Abandono de tierras. Desaparición de la cubierta vegetal. Regueros. Cárcavas. Costra.	Planimetría de áreas abandonadas. Deposición. Número de regueros y cárcavas en un transepto.
	Asentamiento	Cambios laborales que implican cambio de uso del suelo. Población. Costumbres. Deforestación. efectos urbanísticos. Consumo de combustibles forestales.	Padrón. Estadísticas de empleo y renta. Análisis de usos y costumbres. Estudios demográficos (tasa de fertilidad, mortandad, esperanza de vida, natalidad...).
	Vertidos sólidos	Cascotes. Basuras. Restos plásticos y metálicos.	Cálculo de volúmenes. Distancia a vertedero. ¿Recogida selectiva de basuras?
	Vertidos líquidos	Olor. Color. Turbidez. Presencia de espumas y aceites.	Volumen emitido. Existencia y tipo de depuradoras. Análisis de aguas (DBO ₅ , DQO ₅ , SS).

<i>Proceso</i>	<i>Indicador</i>	<i>Variable</i>	<i>Medida</i>
Uso Social	Recursos hidráulicos	Altura del nivel freático. Volumen de agua necesario para uso social. Nivel de vida (renta). Costumbres.	Cálculo de volumen estimado y disponible. Nivel medio de renta.
	Morfología del cauce	Invasión del DPH. Inaccesibilidad. Obras de defensa y encauzamiento.	Planimetría y cartografía del cauce. Catastro. Informes y opinión de la Guardería Fluvial.
	Recreativo	Repoblaciones productivas. Zonas de esparcimiento. Red de acceso.	Planimetría. Valores que se deben conservar.

2.7. ELECCIÓN DE VARIABLES SEGÚN LAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes más empleadas (MYER y SHELTON, 1980)²⁷ son tres: documentación publicada, sensores remotos (fotografía aérea e imágenes de satélite) y visitas de campo (como fuente principal o para completar otros métodos)²⁸.

En función de la fuente utilizada se empleará una escala de detalle y se seleccionarán unas variables. A través de las variables se pueden conocer las causas.

Según el nivel de planificación y las fuentes de información se podrían considerar los siguientes criterios para las zonas áridas degradadas:

<i>Fuentes</i>	<i>Niveles de Planificación</i>			
	<i>N1</i>	<i>N2</i>	<i>N3</i>	<i>N4</i>
Documentos	++	+++	+	?
Sens. Remotos	+++	++	—	—
Visitas Campo	—	?	+++	+++

La leyenda se basa en tres calificaciones: + si es un una fuente válida; – si no lo es; y ? puede en algunos casos ser utilizada como fuente para completar a otras. Estas valoraciones se matizan a su vez con tres grados de idoneidad: óptima (3), buena (2), normal (1). Los niveles de planificación corresponden a los establecidos en la «Guía Metodológica para la Realización de Estudios del Medio Físico».

²⁷ MYERS, W. y SHELTON, R., 1980. «Survey methods for ecosystem management» John Wiley and Sons. New York.

²⁸ CEOTMA, 1992. «Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico». Madrid, pp. 46-92. Recoge este documento las distintas fuentes y las características deseables y limitantes en su empleo.

Otra clasificación interesante es ver la idoneidad de las fuentes según el tipo de variable. Seguimos, en este punto los estudios de DREGNE²⁹:

VALIDEZ DE LA EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES PRIMARIAS
DE DESERTIFICACIÓN EN CAMPO Y POR SENSORES REMOTOS
PARA UNA ESCALA 1/20.000

Proceso	Variables primarias	Fuentes de información			
		Campo	F. Aérea	F. Aérea	I. Satélite
			Bajo nivel	Alto Nivel	
Regadío	Salinidad del suelo	+	+	+	-
	Profun. del nivel freático	+	?	?	-
	Extracciones de agua	+	+	+	-
	Dureza de la costra.	+	-	-	-
Secano	Pérdida suelo y deposición.	+	?	?	-
	Contenido en nutrientes.	+	-	-	-
	Extracciones de agua.	+	+	+	- -
	Dureza de la costra.	+	-	-	-
Ganadería	Composición y frecuencia. de especies vegetales.	+	+	-	-
	Biomasa vegetal.	+	+	+	+
	Vigor de las plantas.	+	-	-	-
	Dureza de la costra.	+	-	-	-
	Pérdida suelo y deposición.	+	?	?	-
Uso social	Biomasa vegetal.	+	+	+	+
	Vigor de las plantas.	+	-	-	-
	Pérdida suelo y deposición.	+	?	?	-
Minería	Pérdida suelo y deposición.	+	?	?	-
	Biomasa vegetal.	+	+	+	+
	Calidad del agua.	+	-	-	-
	Calidad del aire.	+	-	-	-
	Composición y frecuencia de animales y pájaros.	+	-	-	-
	Aspecto de las escorias y excavaciones.	+	+	-	-

+ = fuente válida

- = fuente no válida

? = la fuente es válida según las condiciones

²⁹ DREGNE, H. E., 1983. «Desertification and Arid Lands». Hardbook Academic Publisher. London, pp. 86-87.

En la adaptación del cuadro se han introducido algunas variaciones respecto al original con el fin de adecuar la terminología del autor a la empleada hasta el momento³⁰.

2.8. ELABORACIÓN DE LAS FICHAS DE INVENTARIO

CLAPHAM (1980)³¹ establece 4 exigencias a las fichas de inventario:

- a) Deben formular cuestiones que sean posibles de contestar con una selección entre 2 alternativas. Si esto no es viable se selecciona una solución entre varias bien determinadas.
- b) Tienen que reducir al máximo o evitar las preguntas con libertad de respuesta (redacción libre).
- c) En un glosario se debe explicar o definir cualquier término o concepto que pueda dar lugar a errores de interpretación.
- d) Es preferible plantear varias preguntas directas sobre las características de un elemento que codificarlo directamente sobre el terreno de acuerdo con un determinado sistema de clasificación.

La información sobre el medio físico se puede recopilar mediante fichas. Estas fichas de inventario se redactan primero en gabinete. Toda la información que contienen se podría agrupar en tres bloques:

1) **Situación general:** donde aparece el topónimo de la zona alterada; la división administrativa en que se encuentre (municipio, región y Comunidad Autónoma en España); hojas topográficas, refiriendo escala; coordenadas

³⁰ Concretamente (escribimos en inglés los términos empleados por el autor y en dos columnas primero la forma traducida acorde con la terminología empleada hasta el momento y en la siguiente la traducción «literal» del término empleado por el autor):

<i>Término en inglés</i>	<i>Término acorde</i>	<i>Traducción literal</i>
Land use	Proceso	Uso del suelo
Assessment method	Fuente de información	Método de evaluación
Pastoralism	Ganadería	Pastoreo
Recreation	Uso social	Recreo

Algunos términos difieren bastante la traducción literal del término acorde con el texto pero sí se da una correspondencia con el significado que el autor le da en el texto.

³¹ CLAPHAM, A. R., 1980. «The IBP Survey of Conservation Sites: an Experimental Study». Cambridge University Press. Cambridge.

—la precisión dependerá del tamaño de la zona— que enmarcan la zona afectada; y copia del mapa topográfico donde aparece la zona, indicando su escala.

2) **Afecciones y Valoración de la afección:** generalmente harán referencia a los indicadores del proceso. La información más importante en este bloque es la referida al grado de alteración de la zona. Se fijarán distintos grados pero no deben ser muchos, de modo general podrían ser de 3 a 5 grados. La gradación se puede hacer nominal o numéricamente. Es interesante que se indique si la alteración se considera reversible o irreversible.

Esta valoración de la alteración podría utilizarse como primera jerarquización para las posteriores actuaciones. En este sentido será muy útil hacer una descripción breve de la alteración indicando algunas dimensiones de la afección —área alterada, volumen de agua contaminado, superficie incendiada, longitud de ribera deforestada, número de cabezas de ganado...— y su grado. Estas medidas pueden estimarse, confirmándolas o detallándolas una vez que se decida actuar en esta alteración. La descripción debe ser lo más clara posible de modo que lo entiendan personas no implicadas en el desarrollo del Plan. En la descripción será muy útil que se reflejen las especies animales y vegetales y los procesos que se ven o pueden verse alterados por la afección y el modo. La descripción debe ser aclaratoria y no necesariamente extensa. Si el grupo de expertos considera la ficha lo suficientemente clara no hará falta que se reserve un espacio para esta descripción.

3) **Causas:** se reflejarán de modo sintético, y claro. A cada problema se referirán una serie de causas, las principales que originan la alteración.

Será muy útil, siempre que se pueda hacer, un listado de los problemas más frecuentes en la zona, o de aquellos que por la causa que sea —presupuesto, sectorialización del plan, objetivo de planificación— se desean resolver. Esta lista se puede elaborar a partir de un informe previo por el equipo de expertos. Paralela a esta lista se desarrollará fácilmente la lista de las causas más frecuentes en la zona. De este modo logramos un única formulación para los problemas y un inventario con los mismos problemas. Con un breve glosario donde se explique qué se quiere incluir bajo ese título de problema se puede hacer un inventario con criterio homogéneo por personas de formación muy diferente.

En la redacción de los listados de causa, así como del glosario explicativo, deben participar todos los miembros del equipo de expertos. También debe hacerse en un lenguaje fácilmente comprensible a los no especialistas, pensando en los que posteriormente rellenarán las fichas.

Las fichas de inventario de problemas son concretas y sintéticas al tener como finalidad indicar en que lugar aparece un problema, de qué tipo es, sus causas y el grado de alteración de la zona. La toma de datos se realizará tanto en gabinete como en campo. Esta técnica tiene las siguientes ventajas: homogenei-

za los criterios de toma de datos por personas de muy diferente formación, se abaratan costes, de este modo al no ser necesario personal especializado; evita la pérdida de información por prisas, falta de atención o por considerarla innecesaria; se fija la precisión con que debe tomarse la información; y se agilizan las visitas de campo dando tiempo a hacer más en menos tiempo.

En definitiva: en cada zona problema el equipo de especialistas desarrollará su propia ficha de campo para sus problemas más habituales y las manifestaciones de los problemas más frecuentes.

A la ficha de campo se le podría añadir el potencial recuperable de la zona alterada. Esta descripción debe ser lo más concreta posible indicando, en la medida de lo posible las especies que deben establecerse y en qué pasos debe hacerse. También resultará interesante saber el horizonte temporal que se considera para conseguir dicho restablecimiento.

Contar con un reportaje fotográfico de la zona será una ayuda para completar la ficha de campo en gabinete. Las fotografías deben reflejar las zonas potenciales o problema descritas y medidas y, si es posible, una parte que se considere en buen estado para ver la diferencia.

Debiera entonces recogerse en la ficha de campo los puntos desde los que se han tomado las fotografías y la dirección. Esta información se podría reflejar en un mapa topográfico. La escala de este mapa dependerá de la amplitud de la fotografía. Podríamos generalizar en una escala máxima de 1/50.000.

3. EL EQUIPO PLANIFICADOR

Las alteraciones van a ser de muy distinto tipo y bajo distintas condiciones físicas. Es muy difícil que una persona posea la formación adecuada en profundidad y extensión a todas las características que se deben tener en cuenta en un problema.

Por esta razón el equipo debe ser interdisciplinar. Téngase en cuenta, para la elección del equipo, no sólo las características curriculares del candidato sino su experiencia en esta modalidad de trabajar, incluso la compatibilidad de caracteres y sociabilidad entre los candidatos que se van eligiendo.

Los trabajos realizados en equipo pueden verse enriquecidos por las ideas y experiencias de los componentes. Cuando los trabajos son realizados por un único experto fácilmente se repiten métodos y soluciones perdiéndose frescura y originalidad.

Para acelerar el trabajo de campo se podrían constituir equipos de visita de campo que actuaran independientemente unos de otros. Esto presenta la dificultad de homogeneizar el criterio entre los propios representantes y el especialista. La solución podría ser realizar una serie de visitas de campo acompañados por el especialista hasta que este considere que el grado de uniformidad es aceptable.

De este modo se gana tiempo en campo pero el especialista en gabinete deberá revisar las fichas realizadas y aceptarlas.

La complejidad del entramado social, sus necesidades, evolución estimable y capacidad de respuesta hacen necesario un experto sociólogo. Se debe llegar a la comprensión de los mecanismos sociales y como les afectará el plan, no a un conocimiento de los mismos. En este sentido pertenecer al mismo país, provincia o raza puede llegar a ser un factor importante.

El análisis de la situación social de una zona dependerá en gran medida de los datos demográficos registrados (población, mortandad, natalidad, tasa de fecundidad...). Dependiendo del país estos pueden considerarse fiables o no. Registrar estos datos en el momento del plan puede ser costosísimo y podrían carecer de la perspectiva histórica para interpretar el nuevo dato. En el caso de que los datos no sean suficientes para extraer conclusiones debería quedar claro en función de qué datos se realizan las estimaciones y qué supuestos se consideran.

En estas zonas los estudios sociales encuentran una dificultad peculiar como es el nomadismo. Precisamente las difíciles características del medio llevan a este modo de vida.

El predominio de la actividad agrícola a lo largo de las zonas áridas y semiáridas del mundo justifican al experto en agronomía. Por las condiciones de la agricultura debe estar especializado en producción vegetal y economía agraria.

Ya se vio como casi todos los procesos desembocan en procesos erosivos de mayor o menor magnitud. La falta de acciones correctoras agravan rápidamente el problema eliminándose rápidamente la capa de suelo fértil.

En algunas zonas donde existen redes de drenaje fluvial se hará necesaria la presencia de un especialista en dinámica y ecología fluvial. Su misión se relaciona con la conservación y corrección de las riberas y ríos y con la cuenca vertiente. Otro fenómeno que deberá prevenir es el de avenidas. En ocasiones, estos fenómenos son la fuente de fertilidad de las riberas y limitarlos tiene consecuencias catastróficas en la agricultura, economía y sociedad de la zona. El especialista debería conocer las evoluciones cíclicas del río y sus repercusiones.

Hasta el momento se describen los especialistas más genéricos que compondrán el equipo de trabajo. La composición y peso de estos especialistas dependerá de la zona. Otros especialistas que, dependiendo de la zona o la sectorialidad del plan, pueden formar parte del equipo son: urbanistas, expertos en minería o industria, ecólogos, promotores de tiempo libre....

4. PARTICIPACIÓN PÚBLICA

No se debe perder de vista que cada zona problema se encuadra en una nación con sus circunstancias políticas, económicas y sociales particulares. Pre-

cisamente este es uno de los argumentos que hace implanteable la proposición de un modelo único. También supone que todas las anteriores consideraciones tengan un carácter de aproximado o relativo.

En los países desarrollados existen mecanismos de participación pública. En los proyectos públicos está previsto un periodo de información pública en el que se pueden sugerir aspectos no considerados o incorrectamente considerados. La participación depende del carácter de la población y de su educación. En España la participación es muy baja³² las protestas suelen presentarse una vez comienza la ejecución del proyecto y en muchos casos está ligada a intereses personales o locales³³.

Pese a esto la consulta pública dará a conocer aspectos que pueden no haber sido tenidos en cuenta por el equipo de expertos o incluir especies de difícil localización o migratorias no catalogadas. Se deben incluir estas declaraciones en el plan pero las decisiones finales debe determinarlas el equipo.

Respecto a la recuperación de zonas áridas o semiáridas alteradas podría ser interesante conocer que lugares considera la población que han sufrido una degradación más severa o cuales deben ser recuperados antes por su valor cultural, histórico, afectivo o recreativo. En esos casos la consulta podría encauzarse a través de algún organismo oficial con sede local. El representante del organismo, habitualmente, vivirá en la zona y participará de las aficiones y costumbres de la zona, será un punto de referencia válido. Aunque el equipo planificador acepte la validez de estas fuentes de información conviene que en las fichas de inventario o campo aparezca el nombre del informador para poder preguntar detalles de la información dada.

Por lo dicho hasta el momento la consulta pública va a tener un valor complementario de la información, no será decisivo por sí mismo.

En los países en vías de desarrollo, de modo general, no existen mecanismos de consulta pública y la preocupación de la población se centra casi exclusivamente en la subsistencia³⁴.

³² Los motivos señalados por los estudios son muy diversos. Algunos se quejaban de la falta de accesibilidad de la información. En otros casos se vio que se desconocían las convocatorias. En las consultas hechas por los organismos públicos no solía haber contestación.

³³ GONZÁLEZ DEL PINO, A., 1995. «La Participación Pública en la Formulación de la Declaración de Impacto Ambiental» I Semana de Evaluación de Impacto Ambiental. Alcalá de Henares.

³⁴ A modo de anécdota recuérdese lo sucedido al encontrar el primer ejemplar de celacanto en la costa africana. En el año 1938 un barco de guerra alemán pesca un celacanto y ante el asombro de un biólogo que estaba a bordo se lo come la tripulación indígena. El celacanto era un pez que se conocía por sus fósiles. Pero desde el Cretácico no aparecían restos ni fósiles de él. Se suponía que estaba extinguido desde hace 100 millones de años. La anécdota acaba bien: posteriormente se encontraron más ejemplares vivos. («El Origen de las Especies». Ediciones del Serbal, S. A. Barcelona, 1994.)

Mientras en los países desarrollados la participación pública tenía un carácter complementario en los países en vías de desarrollo puede tener mayor importancia al no existir documentación de los procesos estudiados. Los habitantes de la zona sabrán como se comporta la escorrentía, la frecuencia de inundaciones, la evolución de los incendios, especies vegetales y animales que existieron. La fiabilidad de estos datos es difícil de valorar pero recordemos que en muchos casos son culturas que se han desarrollado sin libros y en la naturaleza. Esto significa un fuerte desarrollo de la memoria, transmisión oral de la «sabiduría» y una admiración por el medio que les sostiene. Se puede utilizar estos conocimientos desarrollando un cuestionario con aspectos concretos y determinando un método de consulta pública.

Las acciones recuperadoras tendrán en ocasiones repercusión directa sobre los medios de producción. En los casos en que las actuaciones mejoren el nivel de vida la población las aceptará gustosamente. Si las actuaciones suponen retiradas de tierras, reducción de cabezas de ganado...; en definitiva medidas que reducen la fuente inicial de recursos se deben pensar medios alternativos de subsistencia.

4.1. APRENDIZAJE SOCIAL

La planificación como aprendizaje social está constituyendo la punta de lanza de las nuevas tendencias en planificación. En este sentido existen interesantes experiencias, ya en funcionamiento, de desarrollo rural³⁵. En estas experiencias el planificador (empresario de la planificación) es un intermediario entre el poder público y el privado. Su papel es de conector de las energías públicas con las demandas sociales.

Las citadas experiencias previeron dos tipos de actuaciones: primero se analizan las actividades que ya existen y se ven medios de mejora. Posteriormente se diseñan nuevas actividades que sean aptas a la zona. Según sea el tipo de actividad se exigirán una serie de condicionantes —filtros—. Dan así cabida a todo el tipo de planificaciones sectoriales que se quieran hacer. La implementación no se impondrá, responderá a un saber de la población o a una decisión de incorporar un nuevo saber. La actividad la desarrolla gente de la zona y revierte en ella. El resultado ha sido la satisfactoria implantación de nuevas actividades creadoras de riqueza en las zonas de trabajo. Para la implantación de las actividades se ha precisado inversión estatal pero el desarrollo y mantenimiento de las actividades es privado.

³⁵ CAZORLA MONTERO, A., 1994. *et al.* «Experiencias de Desarrollo Rural en una Iniciativa Leader». Dirección General de Agricultura y Alimentación. Madrid.

En el caso de la recuperación de zonas áridas degradadas la incorporación del aprendizaje social es más complicado.

En primer lugar aparece que las prácticas desarrolladas, en muchos casos único camino para la subsistencia, son altamente degradantes y la mejor alternativa pasa por el abandono absoluto de la actividad. Puede ser eficaz la educación e introducción de nuevas técnicas. La eficacia y velocidad de la implantación dependerá del nivel de instrucción de la población y del beneficio que se derive de la medida. Diseñar actividades a costa del beneficio de los habitantes no parece muy realista en la generalidad de las zonas degradadas.

El segundo aspecto que se debería considerar es que las experiencias de desarrollo rural acaban midiéndose en un incremento de renta, en la mayoría de los casos, o en otro índice parecido. En las zonas áridas degradadas, principalmente, se pretende recuperar el medio físico y posteriormente ordenar su uso. Podemos incorporar habitantes de la zona a las tareas de recuperación y a las de posterior mantenimiento. Por el tipo de tareas —reforestación, hidrotecnia— es difícil que éstas generen riqueza a corto plazo. Quede claro que si se lograra entender la recuperación como una tarea de la población y para la población se aseguraría la permanencia de las actuaciones y su eficacia.

Las posibilidades de este aprendizaje social son mayores en los países desarrollados en los que se puede subvencionar durante un tiempo más largo las medidas que serán deficitarias en los primeros momentos o comprar tierras para recuperarlas posteriormente. Por otro lado en los países desarrollados se están poniendo de moda actividades respetuosas con el medio ambiente con un alto valor añadido como son el turismo rural, rutas a caballo, artesanía... Aunque parezca mentira algunos desiertos se encuentran entre los ecosistemas naturales más visitados, siendo su principal proceso de degradación el derivado del turismo (Ayers Rock, Australia; o el Desierto de California).

En los países en vías de desarrollo el aprendizaje social se limitará a la adquisición de nuevas técnicas de mínima degradación y a la educación ambiental. Sus resultados serán muy desiguales pero, cabe esperar, estables, al transmitirse el modo de hacer de padres a hijos. En este sentido las técnicas promocionadas deben ser aplicables sin necesidad de medios técnicos indispensables de modo que si estos medios faltasen se pudieran realizar las prácticas. De otro modo la nueva técnica acabaría desapareciendo al poco tiempo y se volvería a las prácticas anteriores.

5. REFLEXIONES FINALES

Se puede plantear la recuperación desde dos puntos de vista. El primero desarrollaría un plan de recuperación de zonas ya degradadas. El problema ya se ha producido y, según sea la causa y el proceso afectado, la degradación

será más rápida o lenta, pero seguirá avanzando. En algunos casos, cuando el estado de desertificación es muy avanzado, las medidas que se considerarán no serán de recuperación de la zona afectada sino de frenar la expansión de la desertificación. Este primer modo de considerar la desertificación lleva a una planificación actual: el problema está servido y debemos resolverlo. Es un caso claro en el que la planificación será la acción misma.

Un segundo punto de vista sería planificar las medidas de reducción de riesgos de desertificación y prevención de la desertificación. La planificación en estos casos se dirigirá a zonas cuyas características suponen un potencial desertificador alto. Estos planes se proyectarán en un plazo largo, medio o corto según sea el interés del planificador. Contra este modo de proceder aparece que todas las zonas áridas, por sus mismas características climáticas, edáficas..., tienen riesgo de desertificación. Son ecosistemas frágiles que degeneran a desiertos por acciones externas. Este segundo modo de planificar daría como resultado una ordenación de usos del territorio como guía para las acciones posteriores.

Las mismas características de los problemas hacen recomendable realizar una planificación local o regional frente a una nacional o internacional (E: 1/100.000-1/200.000).

Todos los autores coinciden en la complejidad de las zonas desertificadas o en proceso de desertificación. Las muy distintas condiciones del medio físico en cada lugar, combinadas con los distintos procesos desertificadores hacen que la casuística de zonas alteradas sea grandísima.

Otro motivo por el que se recomendaría la planificación local o regional frente a la nacional o internacional es la presencia cada vez mayor de una sociedad civil organizada en los procesos decisivos públicos. Pensar en la crítica de los grandes planes por parte de la sociedad civil no parece realista y hasta el momento ha cumplido un papel de práctica democrática, casi demagógica. Donde sí se podrá tener participación ciudadana significativa es en los barrios y en los pueblos.

La tercera razón es que la vida ciudadana discurre en pueblos y regiones, ese es el marco geográfico que a las personas concretas les interesa. El nivel nacional o internacional es el marco de las multinacionales o de las estructuras superordenadas. Si estamos trabajando en planificación, saber los intereses de aquellos a quienes se dirige nuestro trabajo es esencial. No quiere esto decir que deba hacerse de espaldas a los intereses nacionales o de colectividades mayores a las locales. Evidentemente esa visión global es exigible al equipo planificador pero se deben considerar en un puesto relevante los intereses y necesidades de los primeros destinatarios de la planificación.

Lograr que la población participe en las medidas de recuperación supone distribuir riesgos y lograr la permanencia de las medidas.

Toda acción humana sigue unas pautas o principios. La planificación al conectar unos conocimientos y unas acciones lo hace apoyándose en normas concretas. Esto explica que la planificación sea **normativa**. Estos principios rectores cambiarán según el tipo de realidad que deseemos planificar, la época y la zona. Para hablar de normas que se caractericen por su universalidad deben ser muy genéricas y referentes a aspectos universales.

Dentro de las sensibilidades contemporáneas habría que considerar sobre todo valores humanistas y de respeto al medio ambiente. Los criterios económicos deben considerarse como medio para lograr una mejor calidad de vida no como un objetivo a toda costa. Las normas que observaremos en la planificación pasan por el desarrollo sostenible, participación pública, dar voz a los estratos más desfavorecidos, diversidad, calidad de vida, igualdad de derechos y respeto al medio natural.

Todas estas normas limitan las posibilidades técnicas que se pueden emplear y su modo. El establecimiento de estos criterios marcará grandemente el modo de planificar, deben estar acordados por todos los miembros del equipo planificador.

Cuando la planificación se hace exclusivamente desde arriba es fácil que no se tengan en cuenta características únicas de la zona problema. Las soluciones que se imponen pueden funcionar teóricamente y dar el resultado técnico o económico previsto pero lo hacen violentando las costumbres, hiriendo, en ocasiones, lo más profundo de una comarca o región. Las acciones en que se concrete la planificación deberían insertarse en el tejido vital existente. En este sentido quienes van a realizar un cambio novedoso pero a la vez armónico con la realidad existente, serán los propios habitantes que **innovarán** los modos de hacer en la materia que se trate.

En la recuperación de tierras áridas actuar de este modo supone incorporar a las prácticas tradicionales de una zona los medios técnicos avanzados. Supone crear una preocupación eficaz por la conservación y mejora del medio más que realizar una serie de obras de hidrotecnia o reforestación de espaldas a la opinión de la población. Como todas las acciones relacionadas con la educación tiene unos plazos de ejecución largos y de eficacia incierta.

La planificación innovadora supone estudiar las prácticas desarrolladas en la actualidad, escuchar que desea o necesita la población y que es capaz de hacer y aprender. En estos momentos el planificador es un **negociador**, debe saber hasta donde la población puede dar y hasta donde está decidida a dar. Puede ser una buena práctica exigir ligeramente por encima de sus posibilidades con intención de que se supere la población. En este caso se debe tener cuidado para no llegar a ahogar las iniciativas por una exigencia excesiva. A su vez el planificador entrará en contacto con el

conocimiento experto de todos aquellos que desarrollan su vida en el medio a recuperar.

El diálogo supone tiempo y encontrar el interlocutor adecuado. El tiempo dependerá del plazo del trabajo y rara vez dependerá del planificador. Este tendrá en cuenta, según su experiencia, el tiempo mínimo necesario para la planificación con estas características. El interlocutor válido debe decidirse en cada caso. Si la negociación se lleva a cabo con un grupo este no debe ser grande —un máximo de veinte personas—.

En muchos casos, el diálogo, hará que las personas se impliquen directamente en las soluciones consideradas, en otros casos se chocará con le resistencia al cambio. El planificador debe actuar en estos casos como **político** desarrollando estrategias que hagan posible el desarrollo de lo planificado.

Esta faceta del planificador es especialmente importante en el medio árido y semiárido donde las alternativas no degradantes del medio suponen una pérdida de renta y en algunos casos estar por debajo de las condiciones mínimas de subsistencia. Debe mirar el planificador cómo repercutirán las medidas propuestas y diseñar una estrategia que lleve a la población a aceptar lo propuesto. No es generalizable, en la recuperación de tierras áridas, considerar que la población tendrá una sensibilidad medio ambiental para aceptar pérdidas de renta y ordenación de actividades.

Las acciones estarán diseñadas teniendo en cuenta la opinión de la población y, en la medida de las posibilidades, ejecutadas y mantenidas por la misma población. La función del planificador cambia: «son principalmente movilizados de los recursos que buscan concertar las energías públicas y privadas en soluciones innovadoras para los desafiantes problemas en el dominio público»³⁶. Se producirá una retroalimentación entre población y planificadores. El planificador diseñará actividades con la experiencia y necesidades de la población. La población las ejecutará con ayuda técnica y económica de los planificadores que, a su vez, rectificarán y guiarán la ejecución en función de los cambios y de la evolución de la actividad. En todo momento es una planificación en tiempo real.

Las actividades recuperadoras en tierras áridas presentan un tiempo largo de establecimiento. Esto supone una facilidad para la adaptación de la población y para el proceso de **aprendizaje social**³⁷.

En definitiva se puede afirmar que la planificación de la recuperación de tierras áridas y semiáridas degradadas tiene unas características que hace po-

³⁶ FRIEDMANN, J., 1993. «Toward a Non-Euclidean Mode of Planning» APA journal, 482. Autumn.

³⁷ FRIEDMANN, J., 1987. «Planning in the Public Domain. From Knowledge to Action» Princeton University Press.

sible su planificación desde una perspectiva abierta, no-euclídea (Friedmann). Las características para esta planificación son:

- tiempo real,
- locales,
- normativos,
- políticos,
- negociadores,
- innovadores y
- basada en el aprendizaje social.

Estas características son más que una descripción o unas pautas previas a tener en cuenta, sobre todo describen un tipo de planificador más relacionado con sus facetas humanas (debe mezclar la originalidad del artista, los conocimientos técnicos, sociológicos, económicos y de otras disciplinas con la capacidad para dialogar, interesarse por los demás y aprender) que con el conocimiento estricto de una serie de técnicas que probada eficacia³⁸.

³⁸ Como se hace ver la formación de los futuros planificadores está mas allá de las meras técnicas. En algunos aspectos recuerda a los planes de estudios de los arquitectos que armonizan una formación técnica propia de la construcción con teorías estéticas, historia del arte y urbanismo. Se trata en una fusión entre técnicas y humanísticas. Sobre los aspectos que debería abarcar la formación de los planificadores escribe CAZORLA, A, 1995. en «La Planificación y el Planificador en el medio Rural Europeo: Relevancia para América Latina» (pp. 119-124) dentro del libro «Planificación e Ingeniería. Nuevas Tendencias». Madrid.