

El cierre y llenado de la presa y su posterior desembalse provocaron la reactivación del deslizamiento ocurrido en 1930, con un movimiento de 60,000 m³ de tierra que afectó a la nueva carretera recién construida, obligando a rehacerla y a trasladarla hacia el norte. Posteriormente, entre 1961 y 1962 se intenta corregir el deslizamiento mediante desmontes y abancalamientos, pero durante unas lluvias en 1964 se reactiva el deslizamiento y los abancalamientos no soportan el movimiento y la ladera se viene abajo de nuevo.

En 1983, el *Diario de Navarra Hoy* publica una entrevista con el ingeniero de la presa de Yesa, René Petit, quien reconoce que la ampliación de Yesa es inviable, pues existen problemas geológicos que arrastra la presa desde su construcción. En 1993, Antonio Casas, geólogo de la Universidad de Zaragoza en un informe advierte de la peligrosidad de la ladera izquierda de Yesa. Ese mismo año, el ingeniero de la CHE, José Luis Uceda, solicita que se estudie la sismicidad y los riesgos de deslizamientos de la zona antes de aprobar el proyecto de recrecimiento.

El 23 de abril de 1999, se publica la Declaración de Impacto Ambiental del recrecimiento de Yesa sin mencionar los problemas geológicos de este embalse, ni detallarse medidas correctoras, ni aceptarse la solicitud de los Ayuntamientos de Artieda y Canal de Berdún, hecha en el periodo de alegaciones, para la realización de estudios geológicos. Posteriormente, en noviembre de 2003, una primera excavación del estribo de la ladera izquierda por parte de los operarios de la CHE, provoca la aparición de grandes grietas, así como deslizamientos en capas de unos 45 m de largo por 60 m de ancho. En la coronación se formó una grieta de 4 m de ancho y otros 4 m de profundidad que la CHE intentó ocultar. Posteriormente en el 2004, la excavación de un talud de la ladera derecha, en febrero de 2004, reactiva los deslizamientos anteriores.

Figura 116: extracto de la tesis doctoral: "*Entre embalses y trasvases. Territorio y resistencia social en la montaña de Aragón*" de Anahí Copitzky Gómez Fuentes.

La CHE, por su parte, ha colocado el mote de “alarmistas” a los afectados y al profesor de geología. Contraria a esta imagen, se colocan como la contraparte seria, científica, profesional y responsable.

“En la Cordillera Pirenaica se está convirtiendo en habitual las noticias alarmistas de ‘enfermedad de laderas’, cuando no de ‘laderas sanas’, que aparecen como Jinetes de la Apocalipsis. Nunca existe un trabajo técnico serio que respalde esas alarmas y son a menudo simples opiniones sin justificación técnica. Se están utilizando de plataforma para otros objetivos, que seguro serán lícitos, pero que nada tienen que ver con la geología, ni la geotécnica, ni el riesgo para las poblaciones (Lafuente y otros, 2007, 293)”.

Al presentar los dos tipos de argumentaciones de lo que podríamos llamar “los expertos”, se puede constatar que no hay un acuerdo científico sobre el problema de las laderas del embalse de Yesa. Lo que para unos supone un gran riesgo, para los otros supone una situación que es necesaria corregir, pero que sin embargo no es motivo de alarma social. En este sentido estamos hablando de las distintas percepciones del riesgo, además del manejo político que por conveniencia hace percibir el riesgo de una forma determinada. Sin embargo, el no ponerse de acuerdo sobre la seguridad o inseguridad de la presa hace que la expectativa y la significación social del riesgo crezcan entre las poblaciones involucradas en este asunto.

Figura 117: extracto de la tesis doctoral: "**Entre embalses y trasvases. Territorio y resistencia social en la montaña de Aragón**" de Anahí Copitzky Gómez Fuentes.

Ante un mismo problema, la ciencia puede ofrecer respuestas y resultados diferentes en función de los datos y metodologías usados, pero también de los objetivos planteados y especialmente de los principios asumidos. A menudo, los estudios científicos que valoran los impactos de la construcción de grandes presas, son realizados por importantes universidades o científicos que brindan su colaboración servicial a quienes pueden pagar. Es hora de asumir compromisos éticos que permitan desvelar los intereses políticos y económicos que a menudo condicionan estos estudios y dictámenes científicos.

Es importante abrir esa línea crítica que cuestione el tradicional papel colaborador de la ciencia con los sectores hegemónicos, para recuperar espacios de libertad presididos por los principios éticos que reclaman nuestros tiempos. En particular, los científicos involucrados en la construcción de presas debemos definir esos principios éticos, tal y como propugna la NCA. Principios desde los que debemos comprender que estamos hablando de comunidades y pueblos enteros, pero también de individuos con valores, intereses y sensibilidades.

Por tanto, debemos hacer esfuerzos específicos por relacionar los estudios serios que se hacen sobre los impactos socioculturales y ecoambientales con los movimientos de oposición social a la construcción de presas. De alguna manera, la investigación puede y debe contribuir a la movilización social, ofreciendo argumentos y alternativas. Respecto a las investigaciones que se desarrollan pagadas por los gobiernos, en muchos casos se han orientado en esa perspectiva y contribuyen a un mayor conocimiento de los afectados y de sus formas de actuación. En todo caso, esa debería ser la función de los fondos públicos en esta materia: ayudar a orientar la investigación en la perspectiva del interés general, con especial atención a los sectores más débiles y vulnerables, dotando a la ciencia de un importante compromiso ético.

Figura 118: Extracto de la tesis doctoral: "**Entre embalses y trasvases. Territorio y resistencia social en la montaña de Aragón**" de Anahí Copitz Gómez Fuentes.

7. OTROS RETOS GEOLÓGICOS A MEDIO PLAZO: ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Nuestro argumento principal para comunicar al Ayuntamiento de Sangüesa que deberá participar en las decisiones futuras en cuanto al recrecimiento de Yesa es que **la estabilidad del conjunto presa-laderas**, en un contexto con una dinámica a veces vehemente en un medio inestable, **ha sido y es una promesa**. El futuro de Yesa en el medio plazo, como hemos visto, mantiene aún una serie de retos y problemas de estabilidad que van a ser cada vez más difíciles de afrontar por lo que vamos a ver aquí.

Además de un deterioro geotécnico como nunca antes se había producido, el parcheado que durante años se ha llevado a cabo supone una pequeña ayuda en casos muy claros, pero escasos, que conllevan también más incertidumbres en otros. **Hará falta inyectar mucha energía en forma de hormigón y elementos de estabilización, tanto para su mantenimiento como para garantizar la seguridad futura**, tal ha venido siendo siempre la promesa en Yesa, pero la pregunta obvia es: ¿puede seguirse así mucho tiempo más?

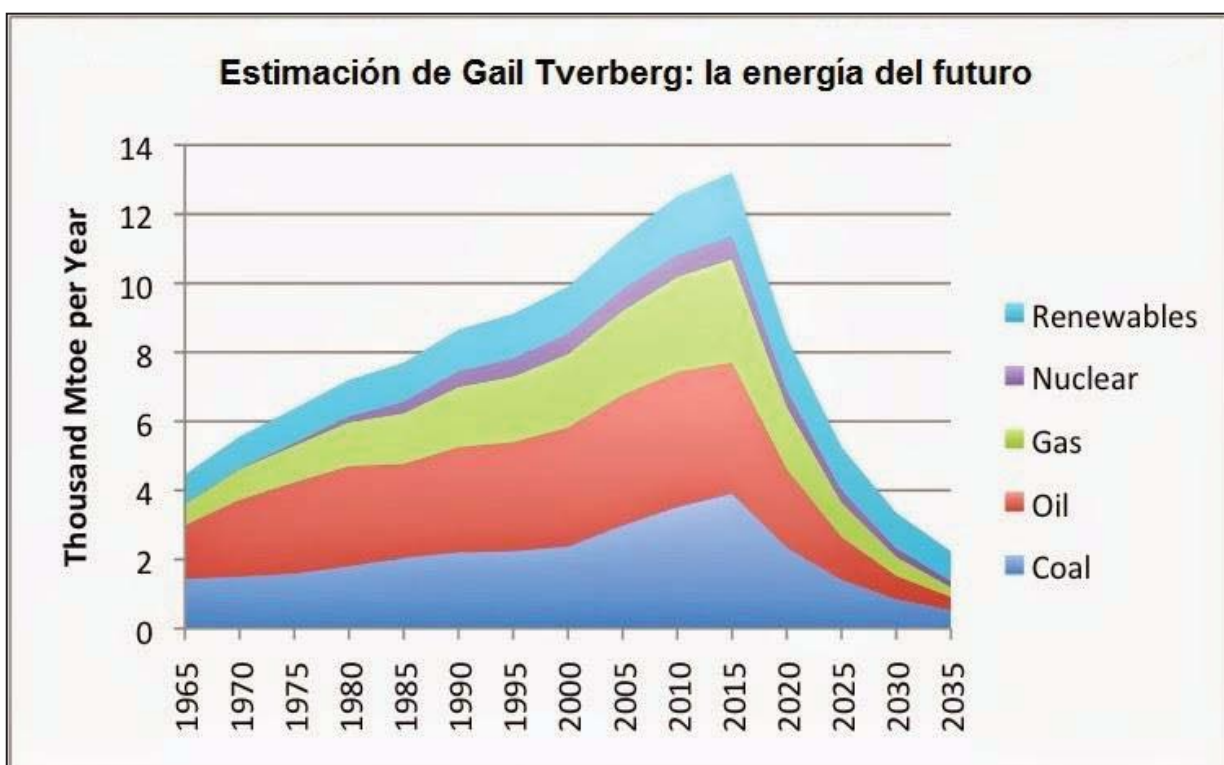


Figura 119: La disponibilidad de energía del futuro en términos netos (no en volumen como los presenta habitualmente la AIE) ha sido analizado y ajustado por varios autores, desde los españoles Antonio Turiel (CSIC) o Pedro Prieto vicepresidente en la Asociación Española para el Estudio de los Recursos Energéticos (AEREN), CiMA, o del consejo internacional de ASPO, hasta la investigadora Gail Tverberg, que nos presentó en 2014 después del informe de la OCDE cuál será la disponibilidad neta de energía en los próximos años.

El futuro geológico de una determinada comarca puede verse muy afectado por el devenir de otros aspectos geológicos globales como son la disponibilidad de recursos minerales, materias primas, o cambios medioambientales a escala planetaria. Yesa estará por lo tanto muy ligada al futuro energético de España, el cual a su vez no se puede desvincular del de los países de la OCDE.

Desde este organismo internacional nos advierten del impacto negativo del cambio climático con cada vez (como estamos viviendo) más eventos extremos que afectarán especialmente a las grandes infraestructuras en su aspecto de seguridad y mantenimiento, debido sobre todo a un menor flujo de energía disponible para contrarrestarlo; éste ya decae en un porcentaje de entre un 3% y un 6% anual al haber alcanzado el pico del crudo en 2005 como nos indica la sección de energía de la OCDE: la Agencia Internacional de la Energía (AIE), haciéndose especialmente notorio desde el inicio de la crisis con la caída de Lehman Brothers en 2008.

Como decíamos al principio de este informe, es mucho más fácil destruir que construir. En Yesa el tiempo, las ingentes inversiones destinadas a estabilizar, y la historia en general lo han corroborado, porque para construir, para avanzar en sentido contrario al principio de entropía, hace falta energía, inteligencia y contención. Para destruir no, en Yesa no deberíamos seguir afrontando paradojas.

España desde 2008 ha reducido su consumo de energía en cerca de un 25%; el primer encarecimiento del crudo hasta mediados de 2014, la volatilidad de los precios desde finales de 2014 y la introducción en el mercado de líquidos sintéticos y ligeros de bajas tasas de retorno energético (TRE), nos ha devuelto a una crisis que perdura ya en más de ocho años y de la que difícilmente se puede salir con tasas de retorno energético (TRE) más bajas y muy alejadas a las anteriores a 2005, cuando éstas permitían disponer de grandes cantidades de energía neta barata.

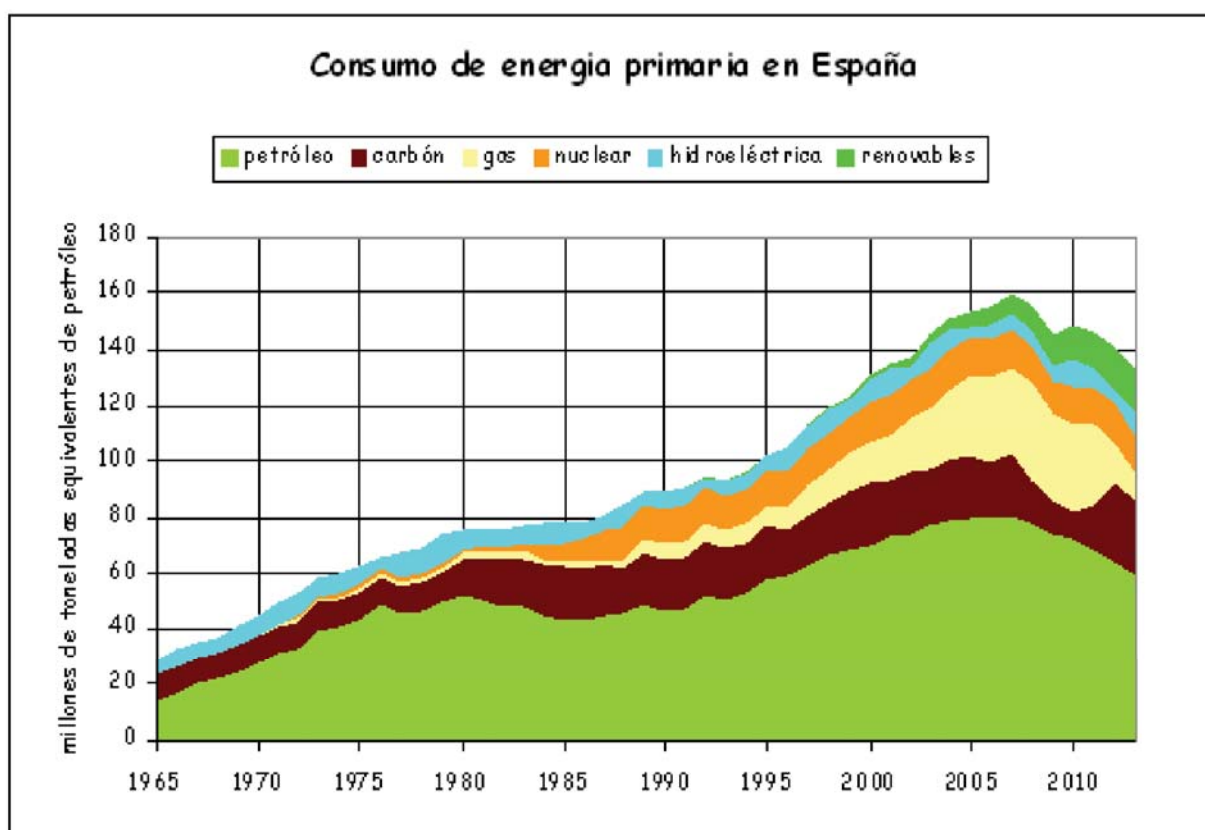


Figura 120: consumo de energía primaria en España a la baja, antes y después de las crisis del pico del crudo de 2005 y la crisis financiera de 2008 con la caída de Lehman Brothers, como sabemos, es el mejor indicativo de la evolución de la actividad económica, el PIB va paralelo a esta tendencia. Energía es actividad económica, PIB y mantenimiento de grandes infraestructuras dependen de ella, cuando ésta se encuentra en decrecimiento se sacrifican otras parcelas de nuestras conquistas sociales para paliar su declive.

El espejismo de hinchar la deuda no va a ser la solución a largo plazo, puede que ahora sea un bálsamo, pero como todo desequilibrio, pasará su factura medioambiental y de sufrimiento colectivo penalizando servicios básicos si no se cambia más pronto que tarde el enfoque de lo que significa desarrollo sostenible. Infraestructuras como Yesa representan sistemas clave, estratégicos y deberían ser los primeros en someterse a este tipo de análisis de viabilidad.



Figura 121: la pirámide de nuestras conquistas sociales (flecha verde de la izquierda y lectura de abajo arriba dentro de la pirámide): éstas fueron cada vez más complejas gracias a la disponibilidad de una energía accesible y poco costosa (especialmente el nunca mejor llamado "oro negro") pero este estado, aunque muchos científicos no se hayan dado cuenta, no es eterno y en términos de energía neta (TRE) ya está cayendo como consecuencia de haber extraído la energía más fácil y accesible durante los últimos 150 años. Toda la arquitectura de nuestros sistemas sociales basados en la disponibilidad de energía barata y accesible se ven afectados (flecha roja). Apelar al tecno-optimismo o el tecno-narcisismo para mirar a otro lado y pensar que más capas tecnológicas servirán para salir de esta crisis, es una falta de rigor intelectual indigna de ningún colectivo que busque explicar la realidad desde un marco científico. El tiempo apremia, las soluciones parche o las iatrogenias no sólo no nos van a salvar, sino que están acentuando un gran problema cuya factura económica, social y medioambiental no deja de apuntar hacia un abismo cada vez más cercano. Proyectos como Yesa pueden considerarse anacrónicos ya en este nuevo contexto en el que el ahorro de energía, la eficiencia y el decrecimiento son la tendencia como imposición geológica, no es una opción más, es la única, y el ser humano recorrerá ese camino obligatoriamente, y lo hará irremisiblemente con sólo dos opciones: hacerlo por las buenas o por las malas.

Si la razón predomina sobre la cabezonería, que ya ha demostrado en contextos incluso de alta energía disponible, que siempre pierde, ¡qué no podría suceder cuando ésta sea más cara y difícil de obtener! ***Yesa no sólo es cada vez más inestable desde el punto de vista geotécnico, lo es también desde el termodinámico, por lo tanto es cada vez más inestable desde el punto de vista social.*** Esta es la manera más científica que tenemos para explicar el inevitable creciente rechazo al recrecimiento, algo que la ciencia popular, por cierto muy llena de sentido común y sin entregarse a intereses sectoriales, ha percibido bastante antes que las instituciones.

Sobre el contexto medioambiental, tan ligado al anterior de disponibilidad de recursos geológicos, podemos adelantar que se ha hecho manifiesto calando hondo entre el sector de la gran obra pública a nivel internacional, se ha convertido en una mirada fuertemente emergente en países de la OCDE desde que los eventos extremos golpean con más violencia; varias infraestructuras críticas han fallado o se han visto muy afectadas debido a ellos, la viabilidad de proyectos futuros han sido modificados y revisados con el auge de una nueva percepción del medio que no se puede desligar del avance del ser humano y su sociedad de manera armónica con la extracción de recursos, explotación del medio y efectos sobre el ámbito humano.

El caso del metro de Nueva York en 2012 fue paradigmático con el huracán Sandy, ejemplifica bastante bien cómo nuestra sociedad industrializada dependiente de grandes infraestructuras se ha arriesgado a construir algunas de las obras de las que ahora dependemos casi de manera vital, pero cuyo mantenimiento requiere de grandes cantidades de energía y de materiales en continuo encarecimiento y escasez para ser viables.

Nuestras grandes construcciones devienen cada vez más frágiles a medida que pasa el tiempo, en parte por el envejecimiento y en parte porque sobre la propia infraestructura inicial, como es un recrecimiento como el propuesto en Yesa, se van añadiendo nuevas instalaciones para dar mayor seguridad y mejores servicios; en muchos casos, estos añadidos sobrecargan la estructura global, así como el entorno, y eso hace del apuntado conjunto o ente global, algo tan frágil como un castillo de naipes cuyos costes en operaciones garantes de la seguridad y del mantenimiento crecen exponencialmente con el número de funcionalidades añadidas.

En un momento dado se llega a un punto en el cual, por la caída inevitable de los insumos energéticos que llegan a la infraestructura, y por los costes crecientes de mantenimiento, sacrificando servicios básicos sociales, dicha infraestructura no puede ser mantenida por más tiempo, y sin un plan apropiado para su descenso, ésta seguirá un proceso semejante al de un cáncer, algo que puede acabar destruyéndola por completo. Idear un plan de descenso es algo políticamente muy impopular y contrario al programa del progreso que es santo y seña de todo gobierno; sin embargo no es nuevo, en el caso de Yesa ya se han propuesto en congresos o seminarios y en artículos científicos, alternativas sostenibles, como por ejemplo es el caso de ***Nueva Cultura del Agua*** que desde hace años lo ha hecho y en algunos casos ha sido seguida y aceptada por la propia CHE.

Pero en general, los representantes políticos preferirán siempre poner en marcha complejos y costosos programas de rehabilitación antes que diseñar programas de disminución y aprovechamiento de las partes más salvables y esenciales de la infraestructura comprometida.

En Yesa, como decimos, hay propuestas más efectivas que sí han contado con el reto de un futuro sostenible, es bien conocido en el ámbito científico que trata desde hace años con el problema de la inestabilidad de Yesa; embalses laterales y conducciones sostenibles pensados para un marco de estabilidad-sostenibilidad han sido también desde hace años santo y seña de esas propuestas. Sin embargo no es el cometido de este informe ni defenderlas ni criticarlas, solamente baste decir que el concepto de sostenibilidad es el pilar sobre el que se diseñaron, en contraposición, como estamos viendo, al de **"promesa de estabilidad"** imperante en las obras de recrecimiento de Yesa desde sus inicios.

El problema de la insostenibilidad de las infraestructuras de la sociedad moderna del siglo XXI es mucho más grave y tiene un alcance mucho más profundo de lo que la mayoría de la gente se imagina, y posiblemente incluso de lo que conocen muchos de los lectores de este informe, hasta el punto que se puede decir sin exagerar que el posible colapso de estas infraestructuras constituye una de las mayores amenazas a las que tendremos que hacer frente en los próximos años, por ejemplo, el mantenimiento de la red eléctrica en su conjunto está en peligro en un mundo que no puede permitirse pagar facturas energéticas crecientes, la situación no es mejor en el resto de infraestructuras.

El hormigón armado que garantizará la futura promesa de estabilidad de Yesa adolece de un problema de obsolescencia gravísimo sin contar con los terremotos, lo que limita la vida útil de las infraestructuras hechas con él a un siglo como mucho; 50 años en la mayoría de los casos. Muchas infraestructuras críticas ya están llegando a esa edad. El coste de reemplazar todos los puentes, autopistas, alcantarillas, presas y edificios se cifra en cerca de los 4 billones de dólares sólo en los EEUU. El problema es conocido desde hace tiempo y su solución es técnicamente sencilla, pero las alternativas constructivas son más lentas y caras, su rediseño considerando un ritmo de flujo de energía decreciente como el actual vivido en España se ha visto siempre con desdén.

Como siempre, el sistema que se ha impuesto en el sector de las grandes infraestructuras españolas se basa en la falsa creencia de asumir un acceso creciente a cantidades ilimitadas de energía, pero ya vemos que la falta de la misma genera un problema que se agrava exponencialmente a medida que el tiempo de vida de la infraestructura en servicio se agota. Los romanos construyeron calzadas, puentes y acueductos que sobrevivieron más de 2000 años, incluso en la zona de Yesa se pueden ver. Nosotros estamos dejando un reguero de urbanizaciones arruinadas, infraestructuras primero obsoletas, luego abandonadas y finalmente a medio dismantelar, e incluso amenazantes para la seguridad de las comunidades cercanas.

No es sólo el capital físico el que, por su baja calidad y su gran dependencia de la energía futura, se destruye, el humano también. La degradación de las infraestructuras y del capital físico y humano que las sustenta tiene una raíz profunda, como sabemos, en general y en particular en Yesa sobre todo desde la primera catástrofe de 2013, en el descenso energético, y éste va a ser la clave del futuro, además lamentablemente realimenta dicha degradación. Justo en el momento en que vamos a recrecer, vamos a necesitar incrementar más que nunca nuestra disponibilidad energética, pero ésta ya disminuye del orden de algo más del 30% cada década.

No obstante, lo verdaderamente alarmante va a ser observado con nitidez en el futuro de Yesa cuando se asuma el concepto de **"abismo de energía neta"** que sucederá cuando la TRE baje de un cierto umbral y la ciudadanía se replantee tamaños derroches de energía en un escenario de decrecimiento energético impuesto por la propia geología.

Dada la no-linealidad de la relación entre la energía neta y la TRE, el principio será de disminuciones progresivas de la TRE que se traducirán en muy bajos descensos en la energía neta; sin embargo, más allá del valor límite de diez, pequeñas disminuciones de la TRE conducen a grandes descensos de la energía neta. Es el citado precipicio o abismo de la energía neta.

Y si esta situación no será aplaudida por los ciudadanos, dado que no se consideró cuando algunas voces lo venían advirtiendo (entonces insignificantes o “conflictivas”, o también tachadas de “alarmistas”), el problema se verá agravado de nuevo por la decadencia de la propia infraestructura.

El concepto de TRE es muy útil para poder analizar la viabilidad de cualquier infraestructura, pero se tiene que tener en cuenta que es un concepto termodinámico y por tanto sólo tiene pleno sentido cuando se calcula en situaciones de equilibrio, es decir estáticas, los parámetros físicos no varían con el tiempo o lo hacen muy lentamente, y como hemos visto en Yesa éstos han cambiado hacia peor, sufren altibajos climáticos, es verdad, pero su tendencia ya es a disminuir irremisiblemente, y ello sin contar con un descalabro como pueda ser el aquí desvelado denso factor sismicidad que alberga la zona más propensa del norte de Iberia.

Aunque nos cueste reconocer los cambios, éstos son lo suficientemente lentos para el tiempo interno de la mentes y cultura humanas que observan e interpretan el itinerario de las obras de Yesa y sus rápidos cambios, de dirección, de presidencia, modificaciones al recrecimiento... Hemos construido todo un complejo modelo de sociedad con muy complejas infraestructuras, asumiendo que el flujo de energía siempre estará ahí para apuntalarlo, sin tener en cuenta que no sólo hacía falta energía abundante y barata, sino mantener toda esa infraestructura que lo apuntalaba y cuyos costes iniciales se pagaron cuando nos sobraba lo que ya comienza a faltar.

Este declive inevitable de las infraestructuras, esta incapacidad de reponer lo que se pudo financiar cuando el coste de la energía no era volátil, podría ser al final la causa última y profunda del rápido declive de las grandes infraestructuras, como apuntan muchos de los grandes expertos y especialistas en el análisis del devenir de nuestro modo de vida occidental, como Jeremy Rifkin, Richard Heinberg o el profesor Ugo Bardi. Bardi observa que las fases de declive y colapso son más rápidas que las de ascenso, lo cual él denomina "**Efecto Séneca**" en honor al insigne filósofo hispano que ya refería este efecto en sus escritos sobre la decadencia del Imperio Romano : "El camino a la ruina es rápido".

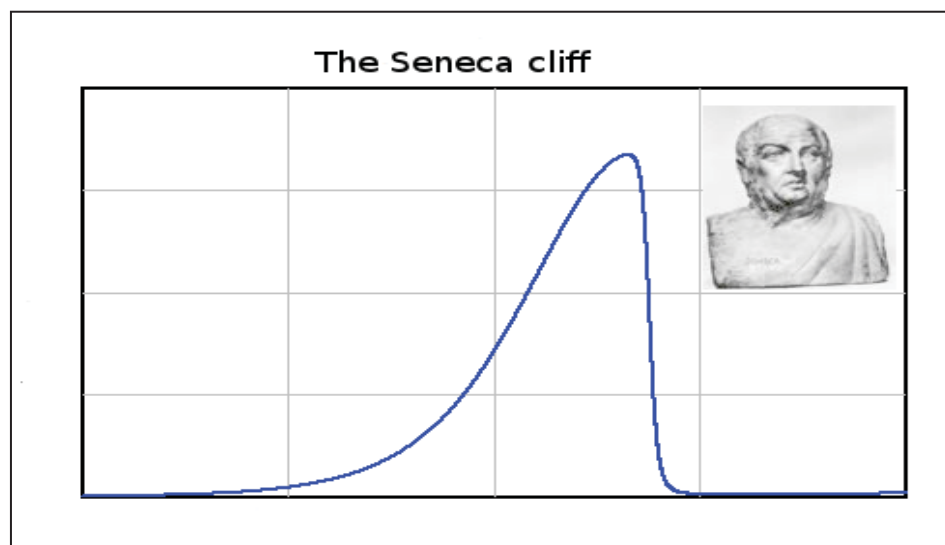


Figura 122: el Efecto Séneca, vale para cualquier sistema termodinámico

La conclusión de esta perspectiva energética y climática que afectará a una obra de la magnitud de Yesa es que nuestras infraestructuras, que hoy damos por garantizadas en su grandiosidad y eficiencia, están condenadas a decaer a un ritmo semejante al de nuestra disponibilidad energética neta, no podemos olvidarlo, y si queremos aumentarla se la vamos a quitar a otros servicios esenciales (figura 121).

Tal perspectiva introduce una nueva variable de preocupación, que se ve aún más agravada si tenemos en cuenta que mantener una buena TRE para la explotación de las fuentes de energía remanentes depende, precisamente, del mantenimiento de esas mismas infraestructuras que están condenadas. Es un nuevo efecto no lineal del declive energético (figura 120), y uno de los más perniciosos, y posiblemente clave del Efecto Séneca. En realidad, en vez de intentar mantener a toda costa esas infraestructuras que inevitablemente decaerán, lo que se tendría que estudiar y analizar es qué se puede mantener razonablemente en un contexto geológico, económico, social, humano..., cada vez mejor conocido, y hacerlo **antes** de afrontar el decrecimiento.

De lo contrario, estas grandiosas infraestructuras nos arrastrarán con su gigantesco peso en su caída, gastando rápidamente los pocos recursos que nos vayan quedando; así visto queda claro que la problemática no es baladí, y si bien existen posibilidades por ejemplo de eficiencia tecnológica como dragados más baratos o recuperación de capacidad en el caso de embalses pequeños cuyo coste energético y por lo tanto económico es mucho menor, en un contexto de sequías más intensas y períodos de lluvia como los de 2013 o aún más violentos, y a pesar de que la CHE los califique de “altamente improbables”, éstos serán cada vez más frecuentes.

La relación asimismo entre el incremento de los eventos extremos y la sismicidad está muy bien estudiado en EEUU, Reino Unido, Italia, Alemania, Suiza, Brasil..., algo que aún en España se desdeña; ejemplos de terremotos con una clara componente climática aún por aclarar los tuvimos muy cerca, en Navarra entre 2012 y 2013 en la Sierra del Perdón al sur de la capital, Pamplona; más de 500 terremotos, dos de ellos $M > 4$ y con más de una veintena bien sentidos en el área metropolitana de la Cuenca de Pamplona, llevaron a una comparecencia en el Parlamento de Navarra a quien suscribe. Las reparaciones del daño sísmico a priori son siempre una incógnita, pero desde luego serán muy graves en una zona tan propensa y deteriorada, su reparación en el contexto aquí expuesto, las puede convertir en prácticamente imposibles.

Una solución efectiva para la sostenibilidad futura pasará por reducir la erosión de la cuenca del río Aragón, disminuyendo los cultivos y la deforestación, con el vaciado periódico de los embalses que arrastrarían buena parte de los sedimentos y los volverían a poner en movimiento. El inconveniente es que, por un lado, dejar los cultivos no va a ser una opción, la reforestación de las cuencas es muy lenta e incluso una fantasía, y el vaciar los embalses, con lo que implica de dejar de producir electricidad o dejar de tener agua para regar, la industria, el turismo, beber, etc., es misión imposible en un contexto de descenso energético, cuando toda solución por pequeña que sea se convierte en costosísima.

En un marco de flujo de energía decreciente y de cambio hacia eventos extremos cada vez más frecuentes, la rápida e inevitable colmatación con la incertidumbre de la garantía de seguridad (no la promesa de ella) podrían suponer ya las claves para sopesar las ventajas e inconvenientes de la presa recrecida, incluyendo las últimas novedades que se pueden estudiar y que se ocupan de presas y embalses bajo las aceleradas y cambiantes condiciones ambientales y socioeconómicas que vivimos.

Es un reto de gran importancia para los profesionales de la ingeniería y de las presas, para las entidades y gerentes del agua, organizaciones gubernamentales y consultores que han venido siendo y serán responsables del diseño y de la gestión de la presa.

Para las próximas décadas se espera que las lluvias disminuyan algo más de un diez por ciento, según varios estudios que cuentan con el Cambio Climático. Habrá una reducción significativa en la cantidad de agua que fluye a través del sistema del río Aragón, y lo hará con períodos mucho menos regulares, pero cuando las lluvias caigan, van a ser más intensas, lo que deberá ser tenido muy en cuenta en términos de más inestabilidad.

En definitiva, el hombre moderno que dispuso de flujos de energía creciente y barata, pensó que los ríos eran un recurso particular, un “patrimonio” natural del que poder adueñarse gracias a esa disponibilidad, una actitud muy moderna sí, pero encerraba un problema: el adueñarse de un medio que apenas conocemos y comprendemos y menos aún podemos controlar; no tuvimos en cuenta el hecho de que las redes fluviales son un sistema natural, con sus dinámicas particulares y ahora muy cambiantes, totalmente al margen de los también cambiantes intereses humanos, los cuales antes de impulsarnos a actuar deberían estar enfocados a comprender esas dinámicas naturales para actuar en consecuencia.

Esto significa que si no hacemos las cosas acomodándonos a la realidad física, dinámica geotécnica o geohistórica y teniendo en cuenta lo que vamos a ser capaces de imponer y dominar con mucha menos energía (dejando caudales libres, retirando presas obsoletas y racionalizando el consumo de agua), la propia naturaleza acabará por quitárnoslo, y en Yesa ya lo está haciendo desde hace años.

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

- El presente informe se realiza a petición del Ayuntamiento de Sangüesa.
- Se han consultado informes previos sobre la estabilidad de las laderas, sobre las inestabilidades actuales y se han visitado las obras en varias ocasiones, tomando medidas y fotografías de la evolución de la zona afectada. También bibliografía actualizada del problema y general sobre mecánica de suelos, geotecnia, archivos históricos, parroquiales y religiosos.
- La historia de inestabilidades de las laderas de Yesa están siempre ligadas a descalces realizados por el ser humano al pie de los taludes, bien sea para viales, carreteras, estribos o excavaciones con otros cometidos. También se han detectado inestabilidades por acumulación de materiales.
- Las condiciones climáticas son importantes a la hora de afectar a las condiciones mecánicas, afectan directamente a los parámetros geotécnicos que una vez hechos teóricos se reflejan en modelos analíticos, éstos en general y salvo excepciones, no han sido acordes con lo observado en la realidad.
- Se han presentado al menos dos modelos geológicos incompatibles, a partir de ellos se han realizado modelizaciones geomecánicas y geotécnicas que mostraban estados de estabilidad congruentes con cada modelo teórico, pero no con la realidad.
- Después de la primera catástrofe de 2013 queda claro que se han sobrestimado los ángulos de rozamiento y se ha subestimado la permeabilidad del macizo rocoso.
- El causante de la inestabilidad actual que comienza con el descalce de finales de 2011 y principios de 2012 y se detecta a finales de la primavera de 2012 alcanzando su zénit en enero-febrero de 2013 no es otro (como siempre) que el propio descalce, las labores de estabilización aliviando de peso la parte alta y reponiendo material a pie, logran (también como siempre) estabilizarlo temporalmente.
- La estabilización que se ha visto funcional desde los tiempos de Jiménez Salas de aliviar peso en coronación, también se ha visto que tiene una validez temporal, no se puede garantizar de momento que vaya a ser eternamente estable, como se ha comprobado históricamente, se puede reactivar.
- La relación de lluvias y acontecimientos importantes carecen de relación causa efecto respecto del origen de las inestabilidades. El agua dependiendo de las condiciones climáticas, es una de las responsables de la variación de los parámetros de peso específico, cohesión y ángulo de rozamiento. Por ello se puede ver como un factor desestabilizante si la mirada se dirige desde la creencia de estar posicionado en un estado de continua estabilidad.
- La afirmación recíproca además de ser igual de cierta, aporta la visión científica que desde el principio debió adoptarse: las laderas en Yesa después de la construcción del embalse, viales, infraestructuras, etc., con descalces asociados, son inestables, y a veces, con ayuda del agua en su “óptima medida”, atraviesan períodos de estabilidad. Si se hubiera ejercitado esa perspectiva hace ya muchos años, se hubieran evitado muchos problemas.
- El presente informe no pretende ser un análisis técnico más, o en su caso un informe de marcado carácter analítico, lo que se quiere es ayudar a entender físicamente el problema que se ha creado, en contraposición a analíticamente; se muestran los efectos que se pueden producir con las decisiones finales al tomar los modelos desviados de la realidad, como fieles reflejos de ella y que una y otra vez se empeña en negar su convergencia a aquellos. Las expectativas son que al menos se reconozcan esos errores como primer paso necesario para poder subsanarlos.

- No hay segundas interpretaciones, la Naturaleza ha marcado su itinerario y el ser humano ha perdido la visión holística en sus actuaciones, el único camino al éxito es retomar esa visión y hacerla práctica e inteligente.
- La sismicidad es un factor inherente a la zona, se trata de la zona más propensa del norte de Iberia, si históricamente los parámetros geotécnicos fueron sobrestimados, la seguridad sísmica lo ha sido mucho más. Los análisis de estabilidad sísmica infravaloran la aceleración sísmica básica capaz de generarse en las fallas de la zona.
- El recorrido histórico sobre la sismicidad de la zona, presentado oficialmente por primera vez en este informe, muestra que se ha actuado bajo un desconocimiento preocupante a la hora de valorar el potencial sísmico que afectará a la futura presa.
- Nuestras instituciones son las responsables de transmitir esta información a la ciudadanía, ésta debe conocer el medio sobre el que vive y estar preparada para las nuevas amenazas que se ciernen sobre sus vidas, el nuevo conocimiento del medio es una cultura que deberá impregnar toda actividad humana.
- En un inevitable contexto de disminución en la disponibilidad de energía, asegurar el mantenimiento y la estabilidad futura será cada vez más costoso.
- La seguridad de las obras de Yesa ha venido siendo siempre una promesa, a partir de ahora deberá ser una realidad, para ello deberá tenerse en cuenta un pasado histórico vehemente y accidentado en una zona que manifiesta inestabilidades continuadas y recurrentes.
- El denominado recrecimiento puede aportar cierta estabilidad geotécnica al conjunto presa-laderas, pero no es la solución. Recrecer significa soportar las laderas inestables, pero en el espíritu de las presas está el que sean éstas soportadas por laderas estables, y no buscar la estabilidad de aquellas con las propias presas.
- Las condiciones geotécnicas han empeorado con los años y las obras; para el cálculo de estabilidad general y al impulso sísmico en particular, deberán tenerse en cuenta no sólo los factores históricos aquí desvelados, sino el cambio hacia las peores condiciones geotécnicas a las que se ha forzado al medio que sustentará la futura presa.

Este informa consta de 140 páginas enumeradas correlativamente.

En Pamplona, 25 de agosto de 2015

Fdo.: Antonio Aretxabala Díez

Geólogo, Director Técnico del Laboratorio de Arquitectura

Universidad de Navarra

9. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS

1. *CATÁLOGOS SÍSMICOS POR PROVINCIAS (IGN)*
2. *LISTE DE SEISMES EN FRANCE (RENASS)*
3. *HEMEROTECA DE ABC , DIARO DE ALMERÍA, LA LIBERTAD, DIARIO DE NAVARRA Y OTROS.*
4. *TECTONIC EVOLUTION OF THE PYRENEES (P. CHOUKROUNE)*
5. *A SUBSURFACE STRESS ANALYSIS AND ITS POSSIBLE RELATION WITH SEISMICITY NEAR THE ITOIZ RESERVOIR, NAVARRA, NORTHERN SPAIN (A. SANTOYO ET AL.)*
6. *SEISMIC HAZARD ASSESSMENT FOR THE ITOIZ DAM SITE, WESTERN PYRENEES, SPAIN (J. GARCÍA MAYORDOMO, J.M. INSUA ARÉVALO)*
7. *SEISMICITY IN CENTRAL-WESTERN PYRENEES (FRANCE): A CONSEQUENCE OF THE SUBSIDENCE OF DENSE EXHUMED BODIES (ANNIESOURIAU ET AL.)*
8. *INFORME SOBRE LOS TERREMOTOS OCURRIDOS EN ITOIZ, NAVARRA (E. CARREÑO, IGN)*
9. *EXTREMEFLOOD ABATEMENT IN LARGE DAMS WITH GATE-CONTROLLED SPILLWAYS (ALVARO SORDO-WARD)*
10. *ESTABILIDAD DE LADERAS Y RIESGO DE DESLIZAMIENTO E INUNDACIÓN EN EL EMBALSE DE YESA (A. CASAS)*
11. *PLAN ESPECIAL DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO SÍSMICO EN LA COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA (AGENCIA DE EMERGENCIAS, GOBIERNO DE NAVARRA)*
12. *EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO MEDIANTE TÉCNICAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. APLICACIÓN EN LA COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA (ALICIA RIVAS MEDINA)*
13. *HISTORIA DE LA VIDA Y HECHOS DEL ÍNCLITO MONARCA DON FELIPE TERCERO (C.G. DAVILA)*
14. *LA GEOGRAFÍA E HISTORIA DE LOS SISMOS (F. RODRIGUEZ DE LA TORRE)*
15. *ESTUDIO PRELIMINAR DEL SISMO DEL 15-II-1956 EN LA CANAL DE BERDÚN (J.M. MORENO)*
16. *SISMICIDAD INDUCIDA POR EMBALSES ANÁLISIS DEL EFECTO CARGA (M. HERRAIZ, R. LINDO)*
17. *RALPH B. PECK, ENGINEER, EDUCATOR, A MAN OF JUDGEMENT (NORWEGIAN GEOTECHNICAL INSTITUTE)*
18. *EL PERÍODO SÍSMICO DE LA CANAL DE BERDÚN (PIRINEOS) 1923-1925 (A. REY PASTOR)*
19. *AFTERSHOCKS SERIES MONITORING OF THE SEPTEMBER 18, 2004 M = 4.6 EARTHQUAKE AT THE WESTERNPYRENEES: A CASE OF RESERVOIR-TRIGGERED SEISMICITY? (M. RUIZ ET AL.)*
20. *WEB DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (CHE)*
21. *INFORMES SOBRE ITOIZ (CHE)*
22. *INFORMES SOBRE LA LADERA DERECHA DE YESA (CHE)*
23. *EL TERREMOTO DE PAMPLONA DE 1903 (A. ARETXABALA)*
24. *SISMICIDAD EN LOS PIRINEOS OCCIDENTALES (A. ARETXABALA)*
25. *CIENCIA Y CONCIENCIA SÍSMICA EN NAVARRA (A. ARETXABALA)*
26. *GEOHISTORIA Y TERREMOTOS EN ESPAÑA (A. ARETXABALA)*

27. YESA EN EL PUNTO DE MIRA (A. ARETXABALA)
28. AMNESIA SÍSMICA (A. ARETXABALA)
29. SISMICIDAD INDUCIDA POR INYECCIONES DE GAS EN EL GOLFO DE VALENCIA (A. ARETXABALA)
30. YESA: SUBIR LA COTA PUEDE SUPONER MÁS SEGURIDAD O NO... (A. ARETXABALA)
31. EL TERREMOTO DE MARTES (HUESCA) DE 1923 (A. ARETXABALA)
32. SISMICIDAD EN GALICIA (A. ARETXABALA)
33. NAVARRA 2013: EL AÑO DE LOS TERREMOTOS (A. ARETXABALA)
34. LA FUERZA DEL AGUA, TEMPORALES E INUNDACIONES, UNA PEQUEÑA DEMOSTRACIÓN DE PODER DE LA NATURALEZA (A. ARETXABALA)
35. SISMICIDAD INDUCIDA POR EL SER HUMANO (A. ARETXABALA)
36. ESPAÑA Y LAS CATÁSTROFES EN 2013 (A. ARETXABALA)
37. PAMPLONA, FIESTAS Y FERIAS A SAN FERMÍN
38. CATÁLOGO SÍSMICO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA, 880 A.C – 1900 (J.M. MARTINEZ SOLARES, J. MEZCUA RODRÍGUEZ, MINISTERIO DE FOMENTO)
39. ENTRE EMBALSES Y TRASVASES. TERRITORIO Y RESISTENCIA SOCIAL EN LA MONTAÑA DE ARAGÓN (TESIS DOCTORAL DE ANAHÍ COPITZY GÓMEZ FUENTES)
40. SENTENCIA DE LA AUDIENCIA PROVINCIAL DE MADRID 43/2006, DE 16 DE MAYO
41. ASPECTOS SÍSMICOS DE LAS PRESAS (FRANCISCO BLÁZQUEZ PRIETO, XXI CONGRESO INTERNACIONAL DE GRANDES PRESAS)
42. MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD DE RIESGO POR SISMOS (DEPARTAMENTO DE POLÍTICA TERRITORIAL E INTERIOR DEL GOBIERNO DE ARAGÓN, MARZO DE 2014)
43. MONITORING THE PERFORMANCE OF A STEEP ROCK SLOPE EXCAVATION FOR THE CONSTRUCTION OF THE RAVEDIS GRAVITY DAM
44. EL AYUNTAMIENTO DE SANGÜESA Y ALGUNOS CULTOS RELIGIOSOS (J.C. LABEAGA)
45. SAN SEBASTIÁN, PATRÓN DE SANGÜESA. CULTO ARTE Y TRADICIÓN (J.C. LABEAGA)
46. DIARIO DE NAVARRA, EDICIÓN DEL 19 DE NOVIEMBRE DE 2012
47. MITOS DE LA GEOTECNIA FRENTE AL SENTIDO COMÚN DE LA GEOLOGÍA I (IGNACIO MORILLA ABAD)
48. EARTHQUAKES HAZARD PROGRAM (USGS) SCIENCE FOR A CHANGING WORLD
49. THE OIL CRASH (A.M. TURIEL ET AL.)
50. LA PERCEPCIÓN DEL RIESGO EN SANGÜESA RESPECTO AL EMBALSE DE YESA. XABIER ERREA CORVILLO (UPNA)