

# Aprovechamiento Hidroeléctrico de Valparaíso (Zamora). Implantación y seguimiento de un Plan cautelar para la protección del Medio Ambiente.

Por GONZALO DE PINEDO  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
Iberduero, S. A.

Dentro del sistema hidroeléctrico del Duero, el río Tera, afluente del Esla, es aprovechado para la producción de energía eléctrica y regadíos mediante dos saltos de agua, Cernadilla y Valparaíso.

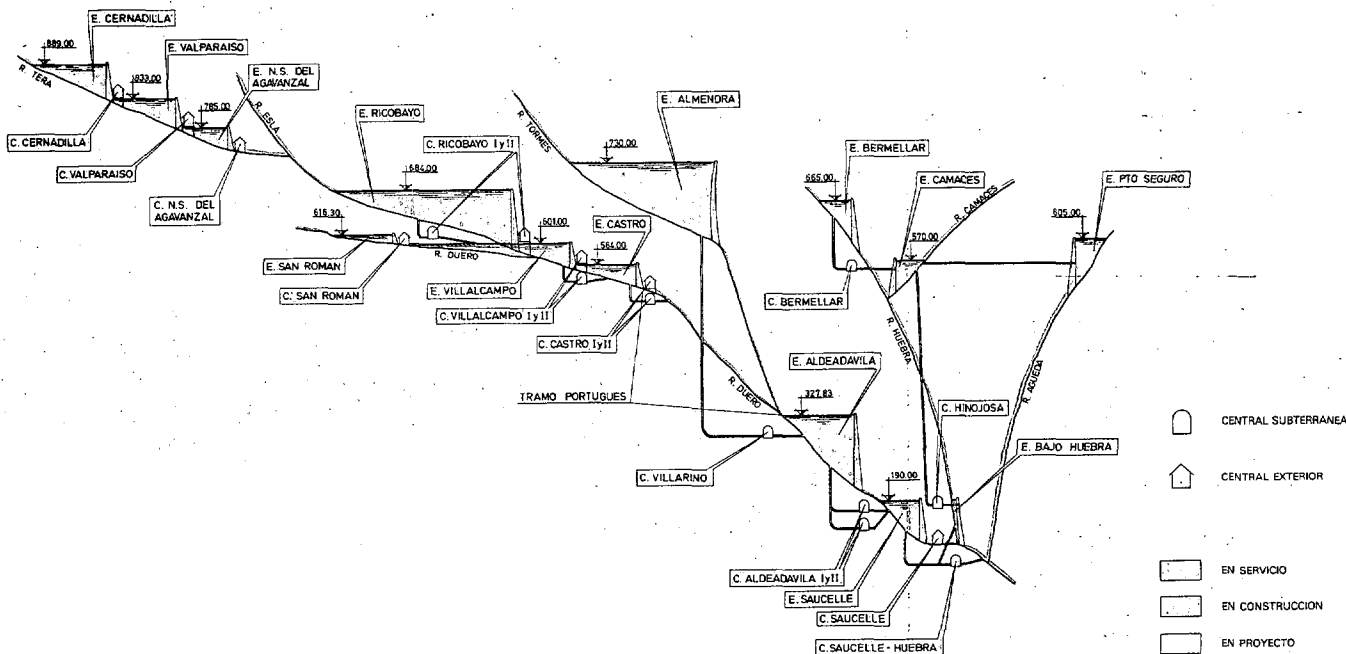
Cernadilla fue construido en las inmediaciones del Lago de Sanabria, al comenzar el río su curso; Valparaíso se construye actualmente en el curso medio del río que desemboca en el Esla en tierras de «La Polvorosa». (Dibujo n.º 1).

Iberduero construye el salto de Valparaíso mientras se lleva a cabo un trabajo minuciosamente planificado para impedir que la presa y

el embalse menoscaben irremediamente la riqueza ambiental del entorno, procurar la conservación de sus especies vegetales y animales y mantener la capacidad biogenética del agua.

## DESCRIPCION DEL SALTO DE VALPARAISO

El Salto de Valparaíso consta, en líneas muy generales, de una presa de gravedad de planta recta de 67 metros de altura máxima y 540 metros de longitud provista de dos desagües de fondo capaces para 45 m<sup>3</sup>/seg. cada uno, de



Dibujo 1.—Perfil esquemático del aprovechamiento del río Duero.

un aliviadero lateral de superficie de dos vanos con compuertas TAINTOR de  $8 \times 9$  m., canales de 200 metros de longitud y trampolín de lanzamiento y de una central situada a pie de presa en la que van instalados dos grupos reversibles de 30 MW de potencia cada uno.

El embalse tiene una capacidad de 168 Hm<sup>3</sup> e inunda una superficie de 1.223 Ha.

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Se realizó una evaluación de impacto ambiental en base a lo establecido en la DIRECTIVA sobre evaluación de los impactos en el medio ambiente de ciertas obras públicas y privadas, aprobada en el Consejo de las Comunidades Europeas de 27 de junio de 1985.

En ella se considera que los efectos sobre el medio ambiente de una instalación destinada a la producción de energía hidroeléctrica, deben ser evaluados para proteger la salud humana, contribuir con un mejor medio ambiente a la calidad de vida, velar por el mantenimiento de la diversidad de las especies y conservar la capacidad de reproducción del ecosistema como recurso fundamental de la vida.

La citada Directiva Europea ha tenido reflejo legislativo en el Estado Español que la ha adaptado a su derecho interno, con la aparición del Real Decreto Legislativo de 28 de junio de 1986, el cual considera igualmente a las grandes presas entre los proyectos que han de someterse a un Estudio de Impacto Ambiental.

El Real Decreto determina en su Disposición final primera que las obras, instalaciones o actividades incluidas en su Anexo y que se inicien a partir del 1 de julio de 1988 tendrán la obligatoriedad de disponer de un Estudio de Impacto Ambiental.

El estudio ha identificado, interpretado y cuantificado las afecciones del proyecto en los medios físicos, biológico y socioeconómico.

Con respecto al entorno físico se analizaron los medios terrestres, hídrico y climático.

En cuanto al medio biológico se efectuó una diagnosis de la vegetación, el paisaje y la fauna.

Referente al medio socioeconómico se estu-

diaron en profundidad las variables socioeconómicas, el urbanismo y la vivienda.

Realizado este primer análisis, el Estudio entra a prever los impactos del proyecto en los distintos medios ambientales, afrontando luego una serie de medidas correctoras y tratamiento medioambientales a aplicar durante el proceso constructivo de la obra y que son objeto de un Plan Cautelar.

### PLAN CAUTELAR DE MEDIDAS CORRECTORAS

Una vez identificadas y cuantificadas las repercusiones sobre el entorno por el Estudio de Impacto, se realizó un Plan Cautelar para la construcción de la presa y embalse de Valparaíso.

En Julio de 1985, tres años antes de la fecha estipulada en el Real Decreto de 28 de junio de 1986 se inició la construcción del aprovechamiento de Valparaíso y los tratamientos medioambientales han sido llevados a cabo siguiendo las directrices de los diversos Organismos competentes en la materia.

Como complemento de las actuaciones del Plan se elabora con los Organismos responsables, un seguimiento futuro de la eficacia de dichas medidas, a fin de poder arbitrar soluciones en caso de que se produzcan desviaciones.

#### El Plan tiene por OBJETO:

1. Que el paisaje no sufra modificaciones que salgan del contexto natural.
2. Que no se produzca una contaminación que pueda alterar las condiciones iniciales.

Las actuaciones que puedan implicar alteraciones al PAISAJE y las medidas cautelares asociadas se centran en tres aspectos:

#### Primero. La explotación de graveras

El emplazamiento del salto se sitúa en terrenos de edad cámbrica o precámbrica donde aparece un gneis glandular en el que el metamorfismo ha dado lugar a la formación de fenocristales de feldespato por lo que esta formación recibe el nombre de «Ollo de Sapo».

Este gneis es poco idóneo para la producción de áridos para hormigones dada su tendencia a producir lascas al ser sometido a machaqueo. Este hecho ha motivado el obtener los áridos necesarios de las graveras existentes en las márgenes del río Tera.

Dada la importante cantidad de áridos (unas 700.000 toneladas) que habría que extraer del cauce del río y posteriormente transportar a la obra situada a una distancia media de 7,5 Kms. de las graveras, el tratamiento corrector considerado por el Plan Cautelar ha sido:

- Las graveras que se explotan quedan situadas aguas arriba de la presa y, posteriormente cubiertas por el embalse, a pesar de existir graveras aguas abajo a menores distancias de la presa.
- La evitación de cualquier vertido del tipo aceite, lubricante, etc., procedente de la maquinaria de extracción (retroexcavadora y camiones).
- Dejar siempre un bancal a modo de dique entre la gravera y el río para no contaminar éste con la turbidez producida al realizar la explotación. (Foto 1).
- El vertido controlado de estériles y control posterior de los yacimientos para que no se conviertan en vertedero una vez realizada la extracción.
- El vertido de los productos no útiles de

las graveras procedentes del desbroce de las mismas que se hace en las zonas limitrófes o en los bancales, donde es necesario reforzarlos o recrecerlos.

- Una pista afirmada con un trazado por cotas inundables por el embalse y que sustituyó a la carretera N-620, muy gestionada en verano, como vía de transporte de las gravas. (Foto n.º 1).

### Segundo. Las escombreras

Son dos, situadas ambas aguas abajo de la presa, una en la margen derecha que es visible desde algún punto concreto de la carretera N-525 y otra en la margen izquierda de mayor volumen y extensión pero visible únicamente desde el interior de la obra.

Como toda escombrera en su estado inicial, representarían un contraste en textura y color con el entorno por las características de material vertido procedente de las excavaciones de la obra, presentando además una ausencia total de vegetación.

El tratamiento corrector establecido por el Plan ante esta modificación paisajística ha sido:

- La ubicación y volúmenes de acuerdo con las características morfológicas del entorno traducido en el siguiente reparto:

La escombrera de la margen izquierda tiene un volumen de 270.000 m<sup>3</sup> y una extensión de 70.000 m<sup>2</sup>.

La de la margen derecha (visible desde la carretera) se plantea mucho más pequeña con 80.000 m<sup>3</sup> y 8.000 m<sup>2</sup> de extensión siendo además modificado su perfil con un potente Bull-dozer para adaptarlo al de los terrenos adyacentes.

- La recogida y acopio de tierra vegetal procedente del vaso del embalse para su posterior extensión sobre las escombreras.

Una vez comenzada la obra, ante la tremenda dificultad para recoger la tierra vegetal debido a dos causas, su pequeña potencia de apenas unos centímetros y los continuos afloramientos de roca que imposibilitan la mecanización de esta labor, se opta por recubrir las escombreras con los limos procedentes del lavado de



Foto 1.—Vista de una gravera y pista de acceso.

áridos, ricos por otra parte en materia orgánica y cuyo volumen total se estimó en cerca de 12.000 toneladas. (Foto 2).

- La siembra y plantación de especies vegetales autóctonas.

### Tercero. Las zonas de instalaciones auxiliares y obras provisionales.

Estas zonas de obras se sitúan en las cercanías de la presa y no representan un gran movimiento de tierras, por cuanto que se trata de un terreno de topografía suave y con pendiente media muy baja, salvo en la zona más cercana a la obra.

El aspecto que resulta más afectado es el derivado de la eliminación de la vegetación de la zona y de la permanencia de elementos auxiliares de desecho, cimentaciones, muros y pequeñas excavaciones.

El tratamiento corrector determinado por el Plan ante esta tercera alteración paisajística ha sido:

- El mantenimiento del estrato arbóreo.
- La retirada de obras de fábrica y maquinaria desechada.
- Una adecuación topográfica de las zonas en que se hayan realizado grandes movimientos de tierra.
- Recogida y acopio de tierra vegetal.
- Siembra y posible plantación de especies autóctonas.

Las actuaciones que podrían implicar alteraciones de CONTAMINACION y las medidas cautelares asociadas se centraron sobre tres aspectos.

### Primero. Contaminación del agua

Dadas las características de la obra y su en-



Foto 2.—Escombrera en fase de tratamiento.

torno, la contaminación del agua ha sido factor medioambiental muy atendido por el Plan Cautelar que ha establecido dos tipos de acciones.

### DEFORESTACION PARCIAL DEL VASO DEL EMBALSE

Con objeto de que el embalse, una vez en explotación, acuse la menor eutrofización, y el agua desembalsada, principalmente por los desagües de fondo, presente escasa contaminación, se ha previsto una adecuación del embalse, antes de su llenado, a través de un plan de deforestación.

La deforestación es precisa si se tiene en cuenta la extrema calidad del agua del río Tera, que permite la presencia abundante de la trucha común y cuyas poblaciones podrían quedar afectadas durante los primeros años del embalsado si se produjera un descenso de la calidad de las aguas. Adicionalmente, es recomendable está retirada de vegetación por la alteración de la calidad aguas abajo del embalse debida al funcionamiento de los desagües de fondo, fundamentalmente en verano. Otro tercer aspecto que reafirma la necesidad de deforestar, es la localización del embalse ocupando una amplia zona del valle del río Valdalla, en la que el terreno está poblado por el estrato arbóreo de mayor densidad y el problema de contaminación por efecto del embalsado será mayor que en otras áreas.

Analizada esta necesidad, el Plan Cautelar define el alcance de la misma en función, a) de la tasa de renovación de las aguas, b) de la ausencia casi absoluta, en este caso, de aguas residuales tanto urbanas como industriales en su cuenca vertiente que pudieran aportar los nutrientes necesarios para desencadenar el proceso de eutrofización y c) de que entre los usos principales del embalse no se contempla el abastecimiento de núcleos de población.

El resumen de actuaciones previstas en este capítulo son las siguientes:

- Retirada de 420 Hectareas de roble, lo que representa una tercera parte de la superficie total del embalse.

- Retirada parcial del estrato arbóreo de ribera siendo los porcentajes del 50 por 100 de alisos, chopos y álamos en el río Tera y un 50 por 100 de alisos y un 100 por 100 de chopos y álamos en el río Valdalla.

Dada la orografía del vaso del embalse, ha sido imposible una explotación rentable del arbolado, por lo que salvo los chopos, el resto ha sido eliminado por medio de grandes piras en las que se amontonan los árboles una vez troceados.

Los medios empleados han sido un equipo humano compuesto por quince hombres durante diez meses dotados de seis motosierras y dos tractores agrícolas. (Fotos 3,4 y 5).

### TRATAMIENTO DE VERTIDOS AL RIO DURANTE LA CONSTRUCCION

El Plan ha analizado la incidencia medioambiental de dos tipos de vertidos al río:

- Los resultados del agua procedente del lavado de áridos, que están caracterizados por un gran contenido de sólidos en suspensión.
- Los procedentes de los vertidos humanos del personal de obra.

El tratamiento corrector considerado frente a estos efectos contaminadores del agua ha sido:

- Establecer un tratamiento del agua procedente de la planta de procesamiento de áridos a través de un proceso de coagulación-floculación, antes de su vertido al río.
- La depuración de aguas residuales procedentes del personal de obra.

El proceso de coagulación-floculación se consigue tratando el agua de lavado de los áridos con sulfato de alúmina en porcentaje de 60 p.p.m. en la entrada de un depósito decantador de lamelas, de los que existen dos en la obra, (Foto 6) de donde por gravedad el agua es conducida a un conjunto de balsas de decantación (Foto 7 y dibujo 2) situadas en serie, donde se depositan los finos que posteriormente son extraídos periódicamente con retroexcavadora y llevados a las escombros.



Foto 3.—Vista parcial del vaso antes de la deforestación.

ras. El agua, una vez clarificada, es utilizada nuevamente en el lavado de áridos circulando en circuito cerrado, o bien es devuelta al río si no es necesario su reciclaje.

Esta instalación fue proyectada para tratar un caudal máximo de 320 m<sup>3</sup>/h, siendo su funcionamiento de unas 10 horas al día.

La depuración de las aguas residuales procedentes del personal de obra se logra mediante una depuradora con capacidad para tratar 20 m<sup>3</sup>/hora, a la que mediante una red de colectores se canalizan todas las aguas negras de la Obra.

Además de los vertidos contemplados en el Plan, también han sido controlados exhaustivamente aquellos que por su contenido en cemento pudieran ser perjudiciales para la fauna y flora del río y de los que se identificaron dos fundamentales:

- Aguas procedentes del lavado y soplado de las juntas de hormigonado. Estas son conducidas por gravedad hacia una gran balsa de decantación situada aguas abajo de la presa. (Dibujo 2).

- Lechada de cemento empleada tanto en las inyecciones de consolidación del cimentamiento y en la pantalla de impermeabilización como en las inyecciones de las juntas de la presa.

En la inyección de las juntas, la lechada que fluye por los tubos colectores se recoge en el fondo de los pozos de inyección y posteriormente es bombeada al sistema de balsa de decantación de la presa.

En las inyecciones de consolidación e impermeabilización, además de canalizar los excedentes de lechada hacia los mencionados pozos, se ha mantenido una vigilancia permanente en las inmediaciones de la presa para detectar inmediatamente cualquier fuga a través de las diclasas del terreno. Esta medida que en principio parece exagerada, tiene su justificación en dos causas: El pequeño caudal de 3 m<sup>3</sup>/seg. que fluye por el río Tera cuando la Central de Cernadilla, situada a 23 kms., aguas arriba de Valparaíso, no turbinada, y el hecho de que inmediatamente aguas abajo existe un excelente coto truchero.



Foto 4.—Vista parcial del vaso después de la deforestación.

Con la adopción de las arriba mencionadas medidas se ha obtenido un resultado altamente satisfactorio, tanto por ser nula la mortandad de las especies piscícolas, como por ser posible la observación de truchas a muy pocos

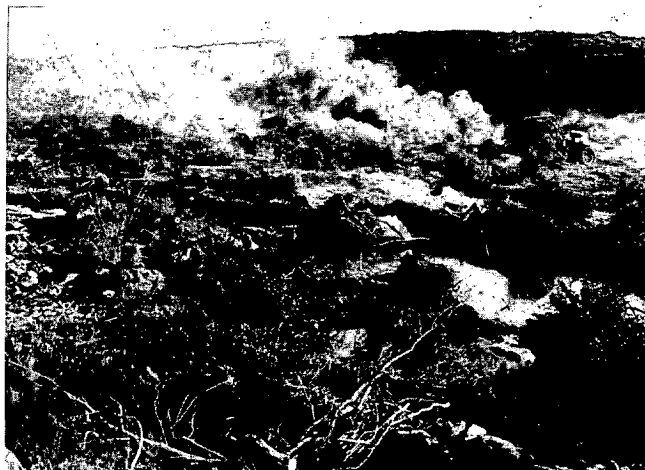


Foto 5.—Deforestación.

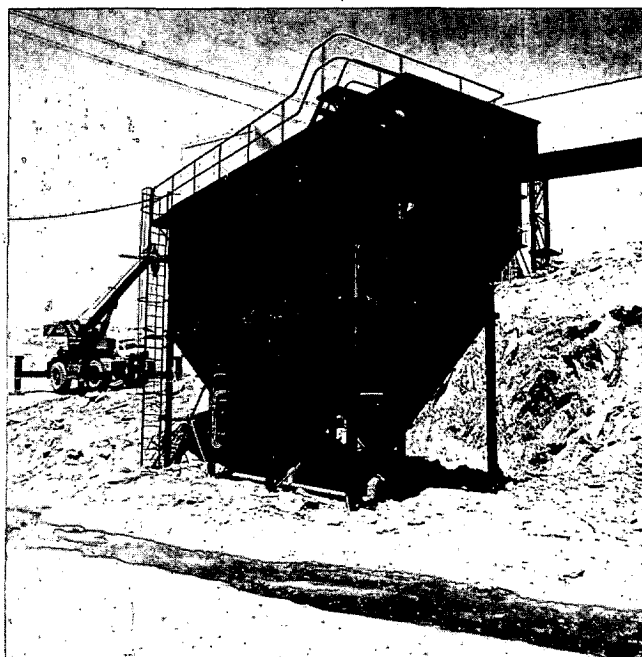


Foto 6.—Decantador de lamelas en fase de montaje.



Foto 7.—Balsa de decantación.

metros de la obra. Podemos también afirmar que los pescadores han podido disfrutar del coto con toda normalidad durante los veintinueve meses que ha durado el hormigonado de la presa.

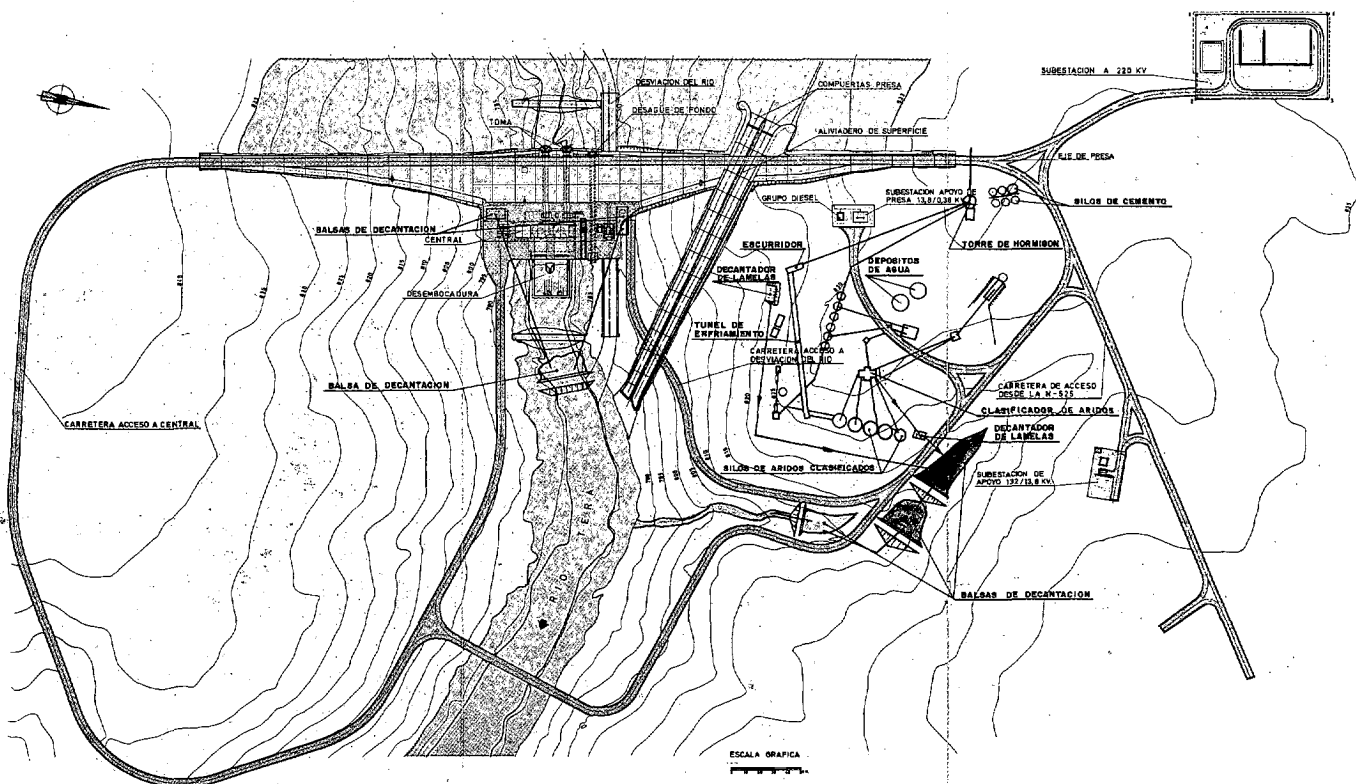
## Segundo. Contaminación del aire

La contaminación del aire provendría funda-

mentalmente del manejo y transporte, en especial desde los puntos más alejados y por caminos peor adecuados, de los materiales a emplear en la construcción. En las instalaciones de obra la contaminación provendrá especialmente de la clasificación y transporte de los áridos, fabricación del hormigón y manejo del cemento.

El tratamiento correcto establecido ante estos efectos contaminadores del aire ha sido:

- El regado de las pistas interiores mediante camiones cisterna para evitar la emisión de polvo.
- La clasificación de áridos por vía húmeda, ya prevista por ser obligatorio su lavado y cubrición de las cintas transportadoras.
- El almacenamiento de los áridos en silos.
- El transporte neumático del cemento en sus diversas fases.
- La disposición de filtros para el tratamien-



Dibujo 2.—Planta general de la obra y sus instalaciones provisionales.



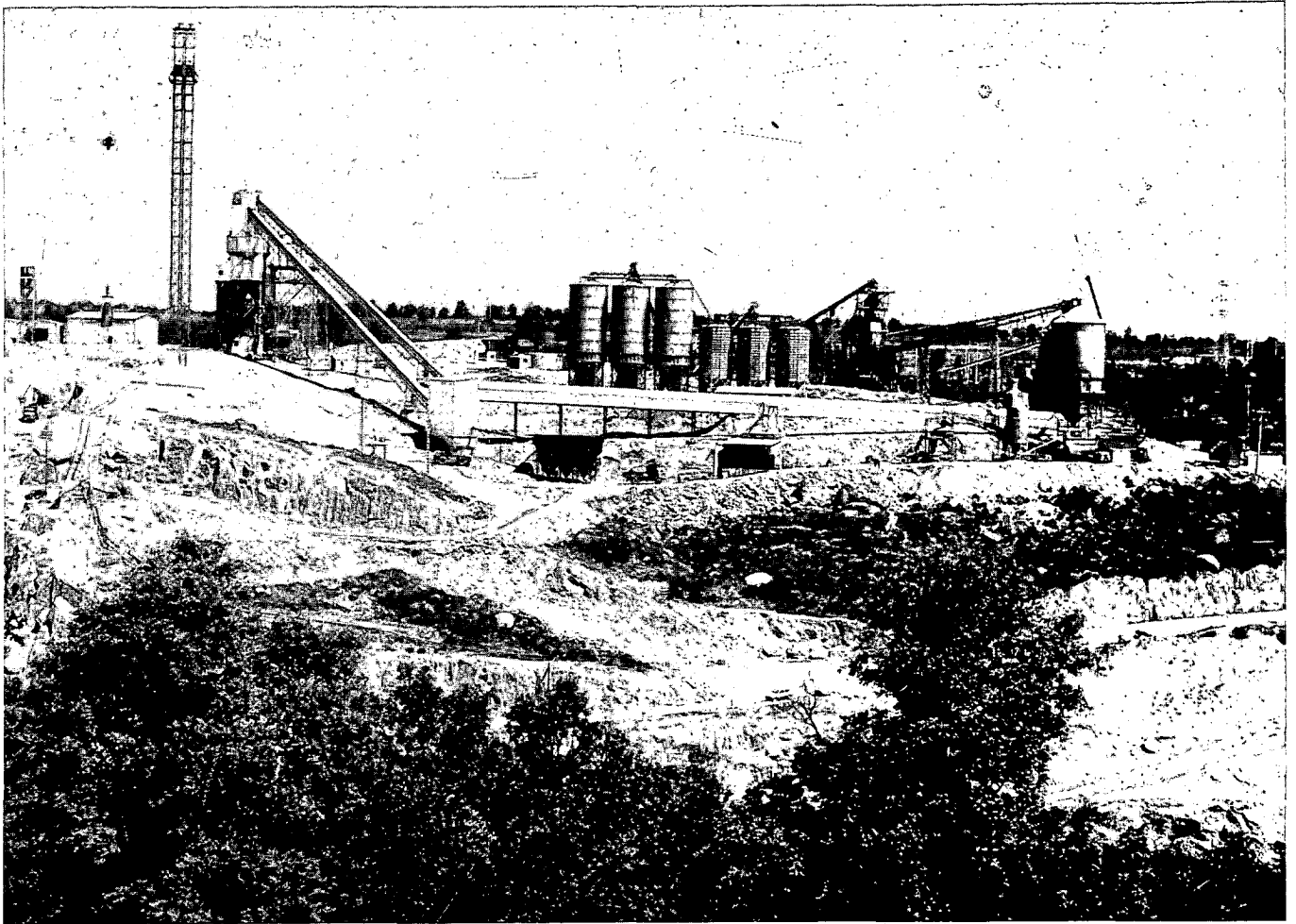


Foto 8.—Vista general de las instalaciones de obra.

to del aire empleado en el transporte del cemento.

En la foto 8 se observa una vista general de la obra.

### Tercero. Contaminación sonora

El Plan Cautelar consideró que este efecto medioambiental no tendrá incidencia negativa por encontrarse la obra ubicada a tres kilómetros de las viviendas más próximas y lejos de cualquier punto de actividad que no sea la propia obra.

### OTRAS ACTUACIONES

Una constante a lo largo de la construcción de la obra de Valparaíso ha sido la colaboración

de IBERDUERO, S. A. con los organismos oficiales para recuperar antes del embalsado todo cuanto dichos organismos consideran de importancia. Cabe destacar la colaboración en acciones como:

- La pesca y posterior traslado en vehículos especiales al coto de las truchas que quedaron aisladas al desviar el río. (Foto 9).
- El estudio de la arquitectura de las viviendas de los dos pueblos que serán anegados por el embalse.
- La recuperación de todos aquellos elementos existentes en dichos pueblos y que por sus características, bien de originalidad o antigüedad, fueran considerados interesantes. Elementos tan variados como: puertas, cerraduras, tinajas de

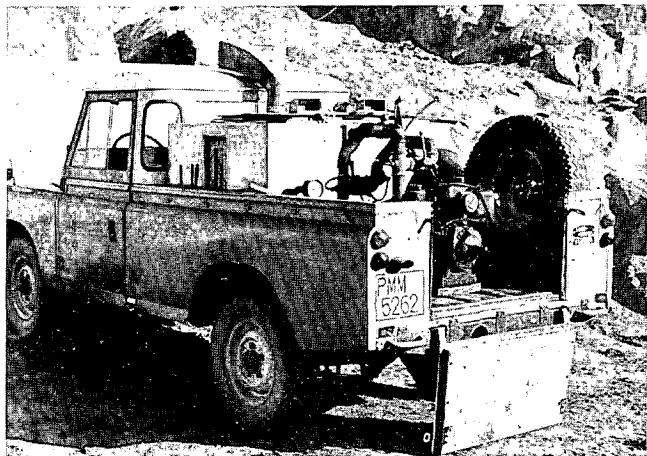


Foto 9.—Vehículo para el traslado de las truchas.



Foto 10.—Excavaciones en el «Castro del Castillo» (Cortesía de la Junta de Castilla-León)

barro, arados y herramientas, artesas, muebles, dinteles de piedra, etc., etc.

- Las excavaciones arqueológicas en el «Castro del Castillo» situado en la confluencia del río Tera con su afluente el Valdalla, donde se han encontrado restos de una muralla y utensilios domésticos y de caza y cuya edad parece fijada en el 500 A. C. (Foto 10).

### PLAN ESPECIAL DE PROTECCION

Por otra parte, la implantación en el medio de una instalación de las características de Valparaíso originá unas determinadas alteraciones en el sistema de asentamientos, que hace conveniente reconsiderar la compatibilidad de los usos y sus intensidades en orden a la defensa de los recursos agropecuarios, el suelo y la vegetación, la fauna, las aguas, y aquellos otros recursos de carácter cultural como el paisaje, y el patrimonio histórico-artístico o arqueológico.

En este sentido, el territorio que constituye

el ámbito del aprovechamiento, reúne una serie de características ecológicas específicas, que han hecho aconsejable la preparación de un Plan Especial de Protección, actualmente en curso, que permita la salvaguarda de los recursos naturales, establezca limitaciones de uso y estudie los efectos derivados en la ordenación integral del territorio.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos muy sinceramente su colaboración a todos aquellos que con sus conocimientos y su esfuerzo nos han ayudado a llevar a buen fin el Plan Cautelar del Salto de Valparaíso y muy especialmente a:

- Junta de Castilla y León.
- Confederación Hidrográfica del Duero.
- Comisión Provincial de Urbanismo de Zamora.
- U.T.E. Dragados y Construcciones, S. A. y Entrecanales y Távora, S. A.
- Gibbs and Hilles Española, S. A.
- Cimentaciones Especiales Procedimientos RODIO, S. A.