

# PRESENTACIÓN JORNADAS DE BALSAS.

PONENTE: RAMÓN DE LOS SANTOS ALFONSO.

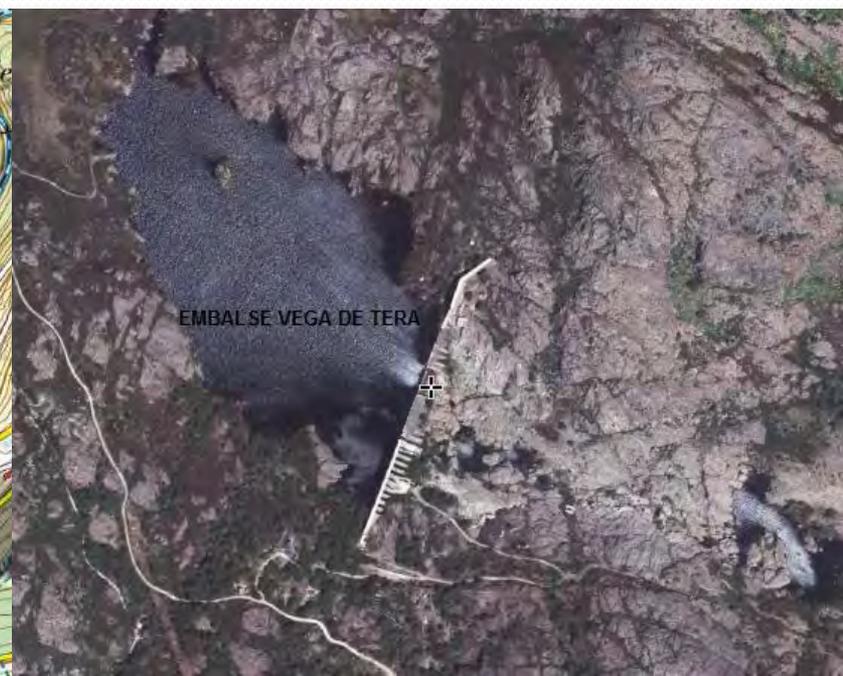
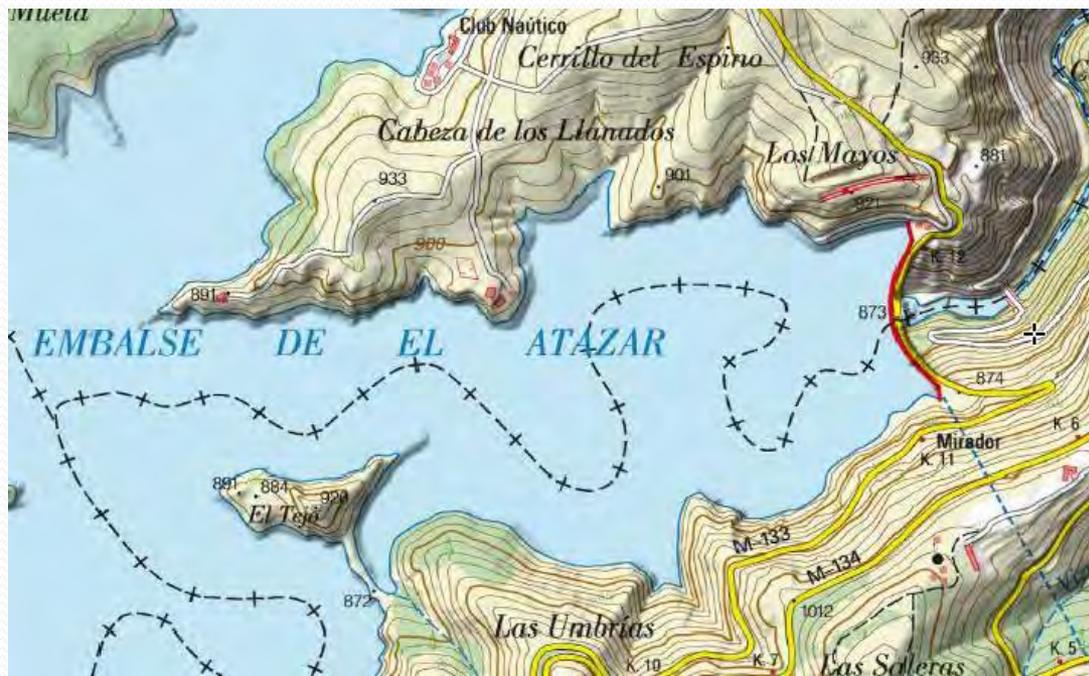
[www.ramondelossantos.com](http://www.ramondelossantos.com)

info@ramondelossantos.com

Madrid, Octubre 2019.



A LAS BALSAS LE PRECEDEN LAS EXPERIENCIAS DE PRESAS.





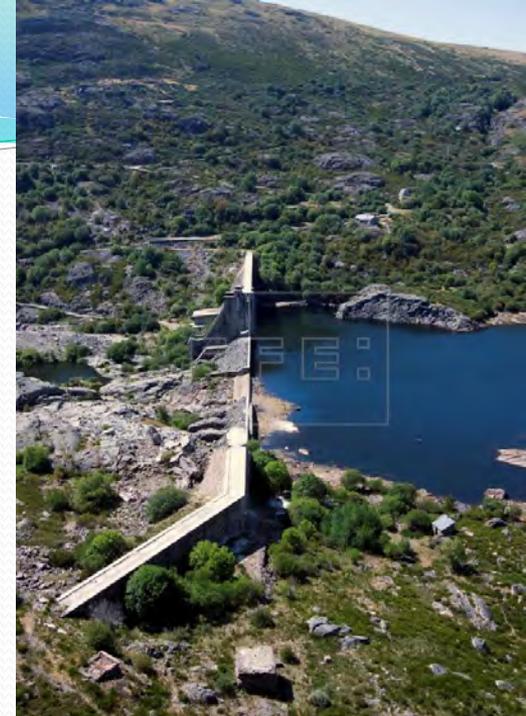
ANTECEDENTES:  
ROTURA PRESA  
VEGA DE TERA.

9-1-1959

INFORME  
EDUARDO  
TORROJA

>>>> IGP 1966

TOUS 1982 >>>



**Reglamento Técnico sobre seguridad de Presas y Embalses de Marzo 1996. Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica.....**



# DESCRIPCIÓN DE BALSA

- El Reglamento del D. P. H, la define como la "*obra hidráulica consistente en una estructura artificial destinada al almacenamiento de agua situada fuera del cauce y delimitada, total o parcialmente, por un dique de retención*".
- El almacenamiento del agua puede proceder de canalizaciones de presas, de cauces, de sondeos, depuradoras..., donde la Administración empieza a regular la dotación a la que tiene derecho el titular.
- Usos: **Abastecimientos de riegos**, aguas potables de poblaciones, industriales...
- La definición de **embalses** se refieren a Presas que retienen aguas de un cauce, contenidos en una CUENCA y a balsas, cuyas obras son más económicas que las anteriores, proliferando sus construcciones por su costo menor, sencillez y seguridad, promovidas en su mayoría por iniciativa privada.

# Necesidades de las balsas.

- La distribución continua de las dotaciones de riegos en canales, obligan a los agricultores a horarios de repartos de los tablares formando tandas....
- Aparte de la función de ALMACENAMIENTOS, posee la de **REGULARIZACIONES** de las demandas de los riegos en el caso agrícola.
- En los años 70 se producen los comienzos de las primeras balsas, al venir acompañadas de las posibilidades de **PLASTIFICAR** el vaso con láminas impermeables (PVC, PEBD...), sin necesidad de exigir un terreno arcillosos, obras de fábricas....
- Formaciones de balsas con movimientos de tierras y plastificaciones, sin rigor técnico para almacenar su dotación y regular el riego, según necesidades.
- LAS BALSAS NACEN COMO NECESIDAD DE UNA AGRICULTURA QUE SE TECNIFICA, DEJANDO A UN LADO LOS RIEGOS DE INUNDACIÓN POR EL DE ALTA FRECUENCIA.

# CARACTERÍSTICAS GENERALES

- LOCALIZACIÓN: Al regadío, accesos, cercanía a infraestructuras hidráulicas (entrada, salida), seguridad.
- TERRENO: Precio, caracteres geológicos, de geotecnia (manejo del suelo para la construcción), relieve (pendientes), hidrología (cauces...).
- RIESGOS: Población cercanas, sísmicos
- CLIMATOLOGÍA.
- SERVIDUMBRES: Tendidos eléctricos, caminos, ambientales..
- GEOMETRIA: Abundan diseños tronco-piramidales inversas
- CONSTRUCCIÓN: Materiales sueltos de la zona.
- IMPERMEABILIZACIONES: Arcillas; MBA (asfaltos); hormigones, LÁMINAS IMPERMEABLES.

# AUMENTO DEL DOMINIO DE RIEGOS

- **Producción:** Las balsas se organizaron motivados por la iniciativa particular de las zonas del regadío del Levante, en los años 70, donde comenzaba a surgir una economía emergente en la agricultura que demandaba nuevos métodos.
- **Técnicos:** Se cambiaron los riegos “a manta” por goteros, donde las balsas permitían regular mejor los caudales de entregas en las zonas regables.
- **Aumentos de zonas regables:** Las balsas propiciaron el aumento de riegos apoyados por planes de inversiones de la administración y particulares (agro-negocio), subiendo la cota de dominio de la red hidráulica.

# Equilibrio de las masas de aguas subterráneas...

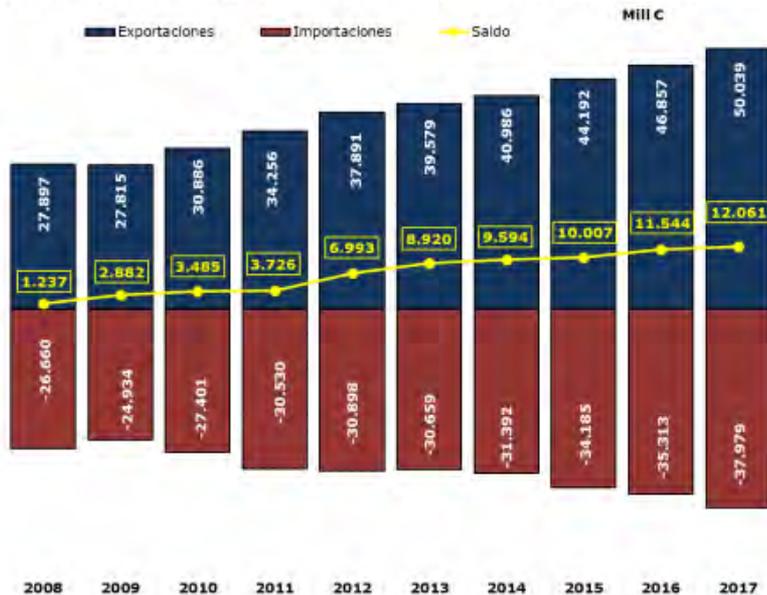


# Demandas del agua por la sociedad y agricultura: Urbanizaciones con campos de golf, jardines...



# ECONOMIA DE RESULTADOS DEL SECTOR PRIMARIO.

Gráfico 1.9.  
**EVOLUCIÓN DEL COMERCIO EXTERIOR DEL SECTOR AGROALIMENTARIO**  
Años 2008 a 2017.  
Desde 2008 el **saldo** se ha mantenido en la senda del crecimiento. El



aumento fue especialmente significativo en 2008 (451,9%) y en 2009 (133,0%). Durante los últimos tres años el crecimiento se ha mantenido, aunque de manera menos acentuada. En 2015 fue de un 4,3% (superando los 10.000 M€), en 2016 de 15,4% (11.544 M€) y en 2017 4,5%, alcanzando así el record histórico de 12.061M€.

- HASTA 1960 FUE LA PRINCIPAL BASE DE LA ECONOMIA ESPAÑOLA, PRODUCCIÓN SUBSISTENCIAS, EXCEPTO TRADICIÓN DE EXPORTACIONES LEVANTE, CON UNA ALTA TASA DE EMPLEO, POCO MECANIZADA. REFORMAS REPÚBLICA > INC > IRYDA (RAFAEL CAVESTANY).
- HOY EMPLEA UN 5% DE POBLACIÓN.
- CON ALTA TECNIFICACIÓN.
- MOTIVACIONES OFICIALES ESCASAS.
- SUPERFICIE MEDIA SE SITUA EN COTA 600 MSNM (IDEAL 200).
- CLIMA FAVORABLE EN EL SUR CON > HORAS LUZ SOLAR, PERO CON FRECUENTES ADVERSIDADES (HELADAS, INUNDACIONES...).
- SUELOS EROSIONABLES.
- TECNIFICACIÓN >>>> SOLUCIÓN.

# LA APLICACIÓN DEL PLÁSTICO EN AGRICULTURA



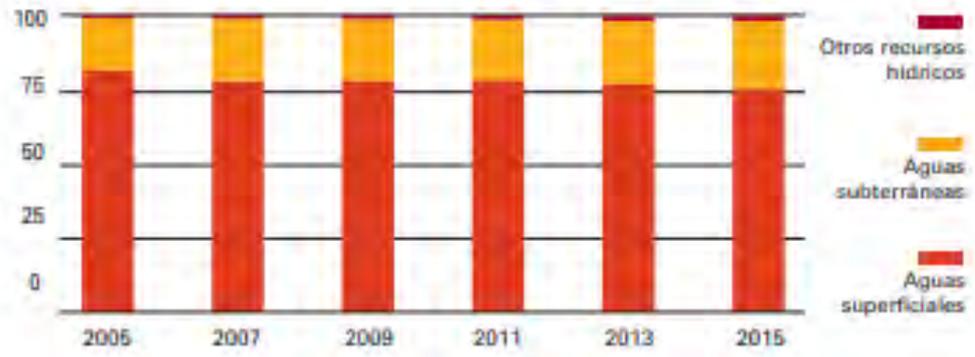
ESPAÑA SE CULTIVAN 23 MILLONES HAS, ( 1/2 TERRITORIO) -> 24% REGADÍO -> 65% AGUA.

## Menos consumo de agua para regadío

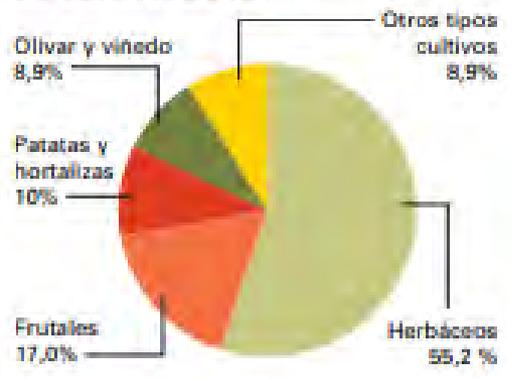
El volumen de agua de riego utilizado por las explotaciones agrarias asciende a 14.945 hm<sup>3</sup> en 2015, un 1,2% menos que en 2014.

**Tres cuartas partes del consumo agrario proceden de aguas superficiales (75,4%)**

## Origen del agua utilizada en el sector agrario (%)



## Agua consumida por tipo de cultivo. 2015



## Millones de lechugas se quedan sin coger en varios parajes de Yecla

Salvemos el Arabí y Comarca denuncia que hacer esto supone un gasto aproximado de 120 millones de litros de agua, el equivalente a dejar un grifo abierto de manera ininterrumpida durante 38 años

## MERCADO OFERTA-DEMANDA

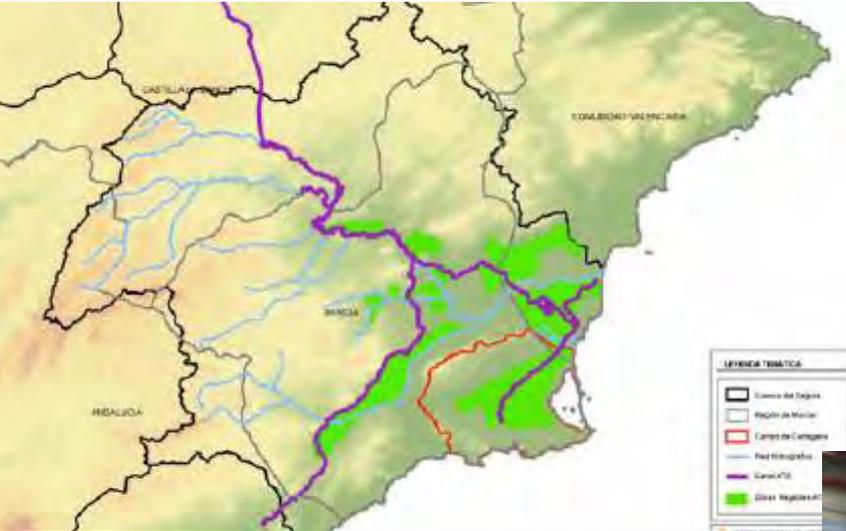
Nuevo supuesto atropello medioambiental a los recursos del Altiplano. La Plataforma ciudadana Salvemos el Arabí y Comarca ha alertado del abandono de millones de lechugas en dos parajes de Yecla que, para su cultivo, han necesitado cerca de 120 millones de litros de agua. Alertan, además, del incremento en el último año de hectáreas



Dos hombres señalan la zona donde se han quedado las lechugas



# EL AGUA FACTOR LIMITANTE



REUTILIZACIÓN





# RIEGOS OLIVARES...

Estudios Miguel Pastor Muñoz-Cobo y su equipo:

**Gráfico 6**

Producción media expresada en kg de aceituna/ha en los diferentes tratamientos de riego. Plantación tradicional, finca La Loma y plantación intensiva, finca Pichilín. Media de ocho años, 1996-2003.



Principales productores de aceite de oliva en el mundo entre 2000 y 2014 (Millones de kg)<sup>3</sup>

Países	2000	%	2005	%	2009	%	2014	%
España	962.400	38,2 %	819.428	32,1 %	1.199.200	41,2 %	1.775.800	54,3 %
Italia	507.400	20,1 %	671.315	26,3 %	587.700	20,2 %	461.000	14,1 %
Turquía	185.000	7,3 %	115.000	4,5 %	143.600	4,9 %	190.000	5,8 %
Siria	165.354	6,6 %	123.143	4,8 %	168.163	5,8 %	165.000	5,0 %
Grecia	408.375	16,2 %	386.385	15,1 %	332.600	11,4 %	131.900	4,0 %
Marruecos	40.000	1,6 %	50.000	2,0 %	95.300	3,3 %	120.000	3,7 %
Portugal	25.974	1,0 %	31.817	1,2 %	53.300	1,8 %	91.600	2,8 %
Túnez	115.000	4,6 %	210.000	8,2 %	150.000	5,2 %	70.000	2,1 %
Argelia	30.488	1,2 %	34.694	1,4 %	56.000	1,9 %	44.000	1,3 %
Argentina	10.500	0,4 %	20.000	0,8 %	22.700	0,8 %	30.000	0,9 %
Jordania	27.202	1,1 %	17.458	0,7 %	16.760	0,6 %	30.000	0,9 %
Líbano	5.300	0,2 %	6.800	0,3 %	19.700	0,7 %	20.500	0,6 %
Australia	500	0,02 %	5.000	0,2 %	15.000	0,5 %	18.000	0,6 %
Libia	6.000	0,2 %	7.900	0,3 %	15.000	0,5 %	15.000	0,5 %
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>2.518.629</b>	<b>100,0 %</b>	<b>2.552.182</b>	<b>100,0 %</b>	<b>2.911.115</b>	<b>100 %</b>	<b>3.270.500</b>	<b>100 %</b>

Fuentes:<sup>23</sup> FAO

## PRIMER PRODUCTOR DEL MUNDO ANDALUCIA (JAÉN).

### MODERNIZACIÓN:

Secano = 25 kg/olivo (5/6 litros de aceite).

Regadío = Entre 75 a 250 kg/olivo máximo (15 - 50 litros de aceite).

- **Recepción de aguas invernales (Oct-Marzo).**
- **Concesión de 1.500 m<sup>3</sup>/ha → 1500/200 = 7,5 m<sup>3</sup>/olivo.**
- **Olivar sostenible → Regadío.**
- **Capacidad embalse 60 % dotación total.**

### DOTACIONES:

800/1500 m<sup>3</sup>/ha OLIVAR  
 10450 m<sup>3</sup>/ha ARROZ  
 5000 m<sup>3</sup>/ha MAIZ



Jodar.

Cuenca del Jandulilla (sin regular y 6 meses sin actividad)

Cuenca Guadiana Menor (Presa Negratín).

# NECESIDADES DE BALSAS PARA REGULARIZAR Y ALMACENAR AGUAS PARA USOS DE RIEGOS.

GESTIÓN DE RECURSOS DISPONIBLES



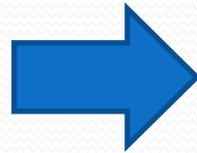
# ASPECTOS DEFICIENTES EN BALSAS

- Aumento de la temperatura del agua.
- Pérdidas de volúmenes por EVAPORACIÓN.
- Como consecuencia de lo anterior, AUMENTO DE SALINIDAD.
- Reacciones BIOLÓGICAS (Oxidativas y Anóxicas).
- Procesos de eutrofización (algas).
- Decantaciones de sólidos suspensos en el lecho.

# INFRAESTRUCTURAS INEFICACES COMO RESERVAS DE AGUA POR PERDIDAS DE VOLUMENES DEBIDO A LA EVAPORACIÓN



Déficit de presión de vapor



Pérdida agua por evaporación en mm/años

Balance: Lectura inicial + Entradas Q (lluvia y tomas)  
 - Q salidas con medición +  
 - Lecturas finales.

La evaporación depende de la temperatura y radiación solar

BALANCE DE PERDIDAS POR EVAPORACIÓN EN BALSAS.

NOMBRE Balsa	VOLUMEN	SUPERFICIE M <sup>2</sup>	SUPERFICIE M <sup>2</sup>		PRECIP ANUAL	EVAP ANUAL	COEF. CORR	EVAP CORREG	EVAPORAC	PRECIP	BALANCE	PORC
	MEDIO M <sup>3</sup>	MAXIMA	MEDIA C/AGUA	DIFERENCIA	M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>		M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	
LOS LEONES	300.000,00	54.421,00	34.650,00	19.771,00	0,20	1,35	0,80	1,08	37.422,00	3.954,20	33.467,80	11%
LA JERESA	90.000,00	33.537,00	30.250,00	3.287,00	0,18	1,39	0,80	1,112	33.638,00	591,66	33.046,34	37%
BOTÍA	250.000,00	63.586,00	48.250,00	15.336,00	0,20	1,35	0,80	1,08	52.110,00	3.067,20	49.042,80	20%
SACURSA	30.000,00	18.179,00	14.550,00	3.629,00	0,20	1,35	0,80	1,08	15.714,00	725,80	14.988,20	50%
TORRECILLA	150.000,00	44.891,00	38.250,00	6.641,00	0,18	1,39	0,80	1,112	42.534,00	1.195,38	41.338,62	28%
SUMAS	<b>820.000,00</b>	<b>214.614,00</b>	<b>165.950,00</b>	<b>48.664,00</b>					<b>181.418,00</b>	<b>9.534,24</b>	<b>171.883,76</b>	<b>21%</b>
											0,2 €/M3	
											<b>34.376,75 €</b>	

ALTURA

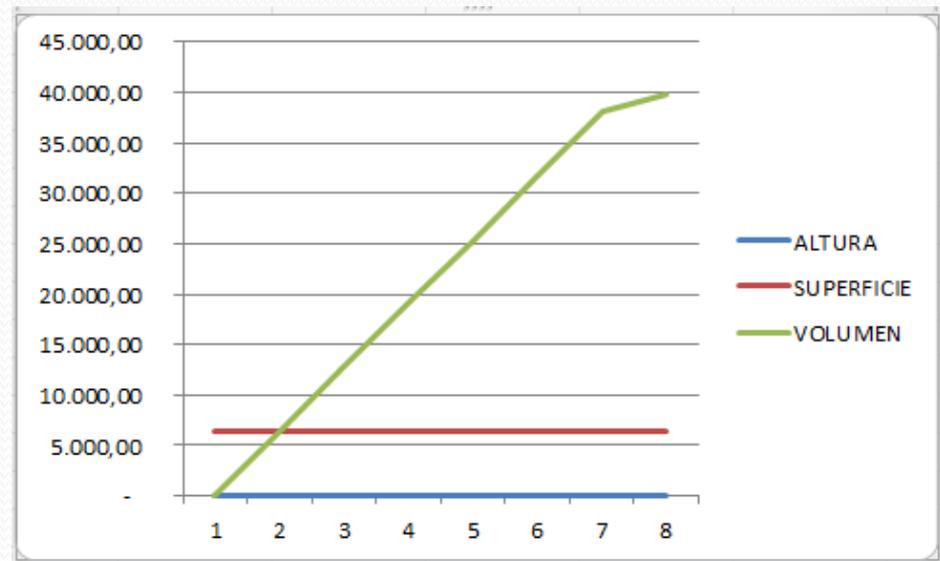
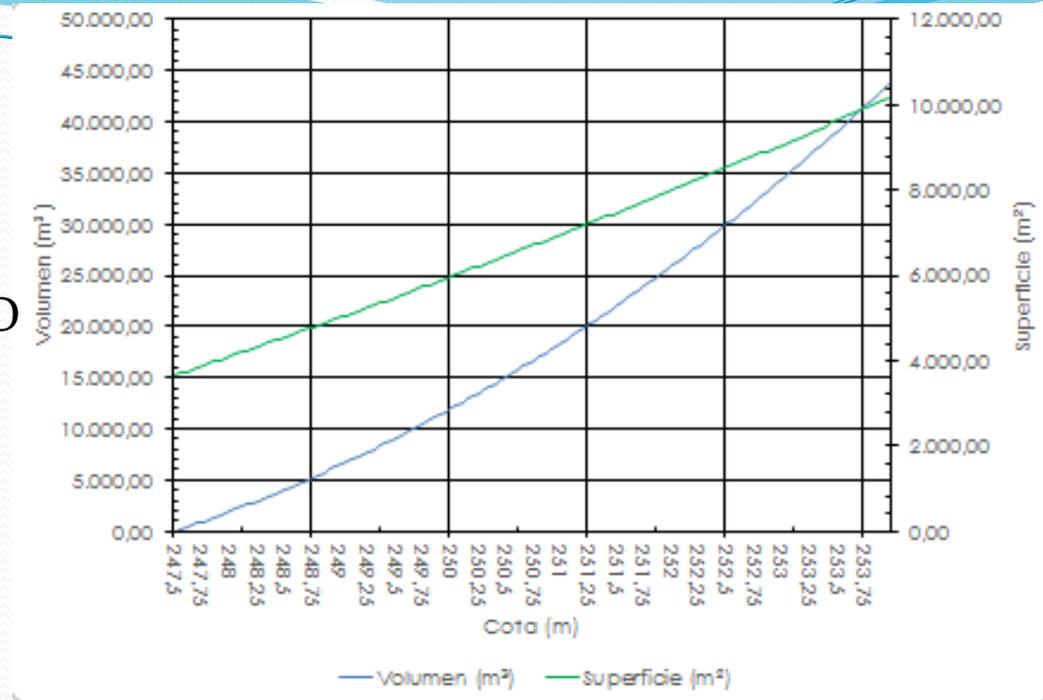
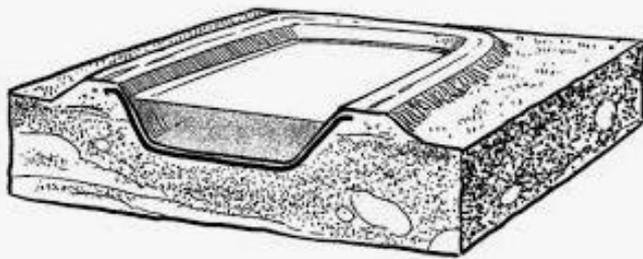
12 m

6 m

6 m

# DISEÑOS. RELACIÓN SUPERFICIE/VOLUMEN

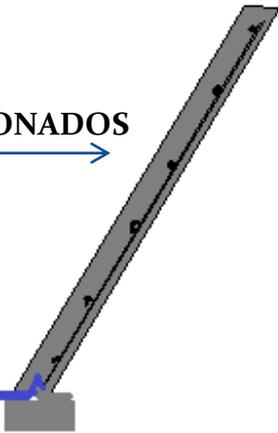
-PERDIDAS EVAPORACIÓN  
SUPERFICIE EXPOSICIÓN LAMINA  
DE AGUA / VOLUMEN ALMACENADO





# BALSAS > 15 AÑOS

TALUDES  
HORMIGONADOS



# Experiencias del ponente:

- 31 años en la Empresa Tragsa como técnico en infraestructuras agrarias : sondeos, drenajes, caminos (Galicia, Jaén, País Vasco, Ciudad Real... ) etc., >>>>> Murcia: Obras en regadíos.... → BALSAS.
- 10 años de autónomo como libre profesional.
- **OBRAS DE BALSAS:** Tenían en común con los caminos y canalizaciones, encauzamientos de ríos:
  - Movimiento de tierras y terraplenes.
  - Obras de fábricas.

© 2018 Google  
CONCENTRACIÓN PARCELARIA DE LODOSELO (PARROQUIA SARREAUS) ORENSE.

Google Earth

# Embalse de La Luz (Mula).

Balsa de 70.000 m<sup>3</sup>, Plan de Modernización de regadíos Mula (Murcia).

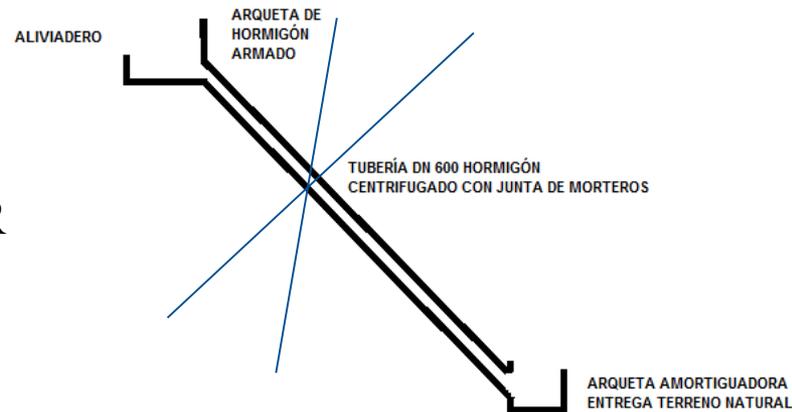


# FALLO ALIVIADERO:



INAUGURADA EN 1988 SUFRIÓ ROTURAS Y DESBORDES PARCIALMENTE EL DIQUE AL ROMPERSE LOS TUBOS DEL ALIVIADERO, ARQUETA, EL DÍA 20 DE MARZO 1989, DOMINGO DE RAMOS Y CON LLUVIAS EN MURCIA

ALIVIADERO EN COTAS MINIMAS , MENOR ALTURA Y EN CASO DE NECESIDAD, ESTUDIAR BIEN EL TRÁNSITO Y ENTREGA AL TERRENO NATURAL.



## AÑO 1989. MODERNIZACIÓN DE RIEGOS OBRAS DE MULA (MURCIA)





T. M. BULLAS

T. M. MULA.

Azud

© 2018 Google

Google Earth

2005

Fecha de las imágenes: 11/18/2014 38°02'25.39" N 1°36'30.82" O elev. 522 m alt. ojo 3.02 km

Efemérides AEMET:

Efemérides

**25 febrero 1989**

Una borrasca provoca fuertes vientos, que superan los 130 km/h. En las zonas marítimas del norte se producen olas de hasta 14 metros. El naufragio de un pesquero con 39 personas a bordo y la pérdida de 16 vidas humanas más, así como cuantiosos daños materiales, fue el resultado de este temporal que se prolonga hasta el día 26.

**Albacete:** Vel **113**, Dir 250 (26 feb 1989 01:15)

**Ávila:** Vel **107**, Dir 280 (26 feb 1989 05:58)

**Cuenca:** Vel **113**, Dir 240 (26 feb 1989 10:40)

**León** (Virgen del Camino): Vel **130**, Dir 270 (26 feb 1989 02:36)

**Logroño** (Agoncillo): Vel **126**, Dir 310 (26 feb 1989 01:05)

**Madrid** (Navacerrada): Vel **152**, Dir 270 (26 feb 1989 05:24)

**Ourense:** Vel **90**, Dir 230 (25 feb 1989 11:45)

**Salamanca** (Matacán): Vel **137**, Dir 230 (13 ene 1969 12:19)

**Soria:** Vel **122**, Dir 250 (26 feb 1989 03:15)

**Toledo:** Vel **138**, Dir 280 (26 feb 1989 04:45)

**Valencia:** Vel **117**, Dir 270 (26 feb 1989 07:23)

Balsa de 132.000 m<sup>3</sup>.

FALLOS DEL FLOTADOR (MAL DISEÑO)

PROVOCANDO FUGAS →

ROTURA EN LA TUBERÍA DE FONDO



# MÉTODO PREDICTIVO.

- ANALISIS DE FALLOS ESTRUCTURALES, NÚMEROS DE INCIDENCIAS DE ERRORES COMUNES ACUMULATIVOS Y CONCEBIR UN PLAN DE SU MEJORA
- PATOLOGÍAS DE BALSAS: LA MAYORÍA DE LOS FALLOS SE DAN EN LA ZONA DE LA TOMA DE SALIDA.
- APRENDER DE LOS FALLOS.



## **ANÁLISIS TÉCNICO DEL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE BALSAS PARA REGULACIÓN DE RIEGOS.**

Ramón de los Santos Alfonso.  
Murcia, 2002.

En [www.ramondelossantos.com](http://www.ramondelossantos.com)  
Organizado en 13 Capítulos

“Chicos, sed ambiciosos” (E. U. A. Sapporo)

## **Capítulo 3.**

# **IMPERMEABILIZACION DE BALSAS.**

---

Vino el invierno al fin. Volvió esta vez muy bravo, enfurecido, dispuesto a ganar a la seca mano, de tal modo llovía. Rebosaban los manantiales, bajaban los arroyos colmados de la sierra, picaba el agua las lagunas de sendas y carrales, arrancando broza y adobes, musgos y jaramagos. El viento, tibio al atardecer, empujaba negros ejércitos de pesadas nubes que chocando entre sí como redondos pedernales, alumbraban el cielo con repentinas luminarias. Era otro día del juicio (...). Los pájaros buscaban cobijo ruin en aleros y tejados, se les veía sacudir las plumas, espantando el agua, buscando refugio lejos de sus nidales”.

Extramuros. Argos-Vergara, Barcelona, 1.978, Págs. 94-95.

J. Fernández Santos.

### **1. INTRODUCCION.**

### **2. IMPERMEABILIZACION POR MEDIOS NATURALES.**

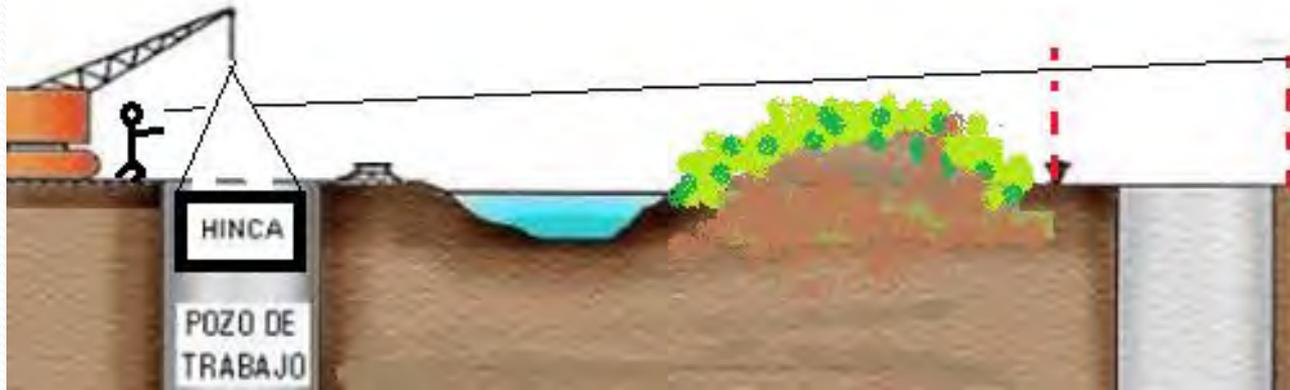
- 2.1. Límites exigibles para poder utilizarse.
- 2.2. Conductividad hidráulica.
- 2.3. Aplicación de barreras impermeables.
- 2.4. Arcillas, características y grupos.
- 2.5. Modificación de la estructura plástica.

La inserción literaria de Jesús Fernández en el Capítulo de Impermeabilización de Balsas, responde a la forma de entender mi experiencias con el Embalse de La Luz.



## OBRAS COMPLEJAS... HINCAS HORIZONTALES.

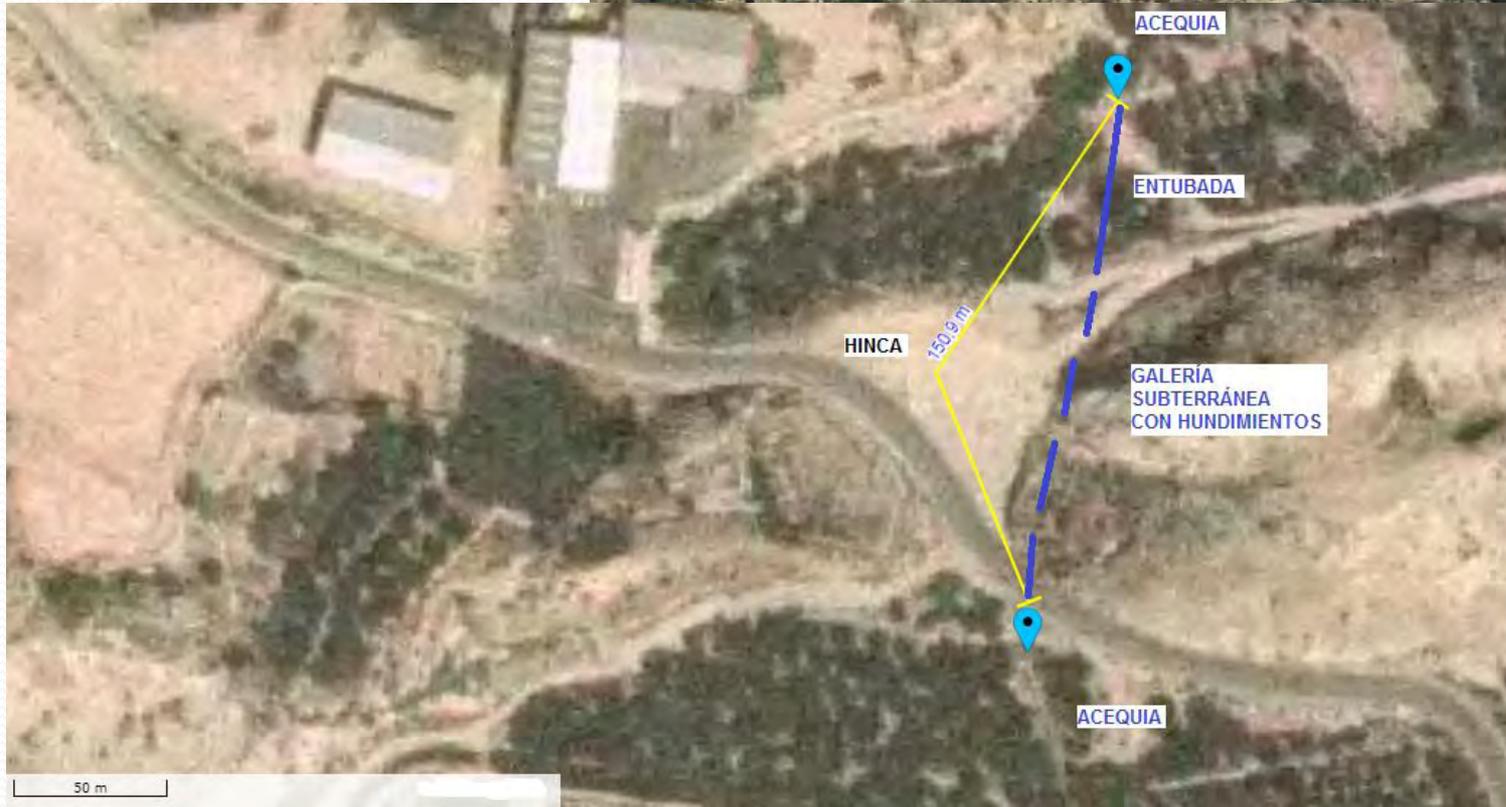
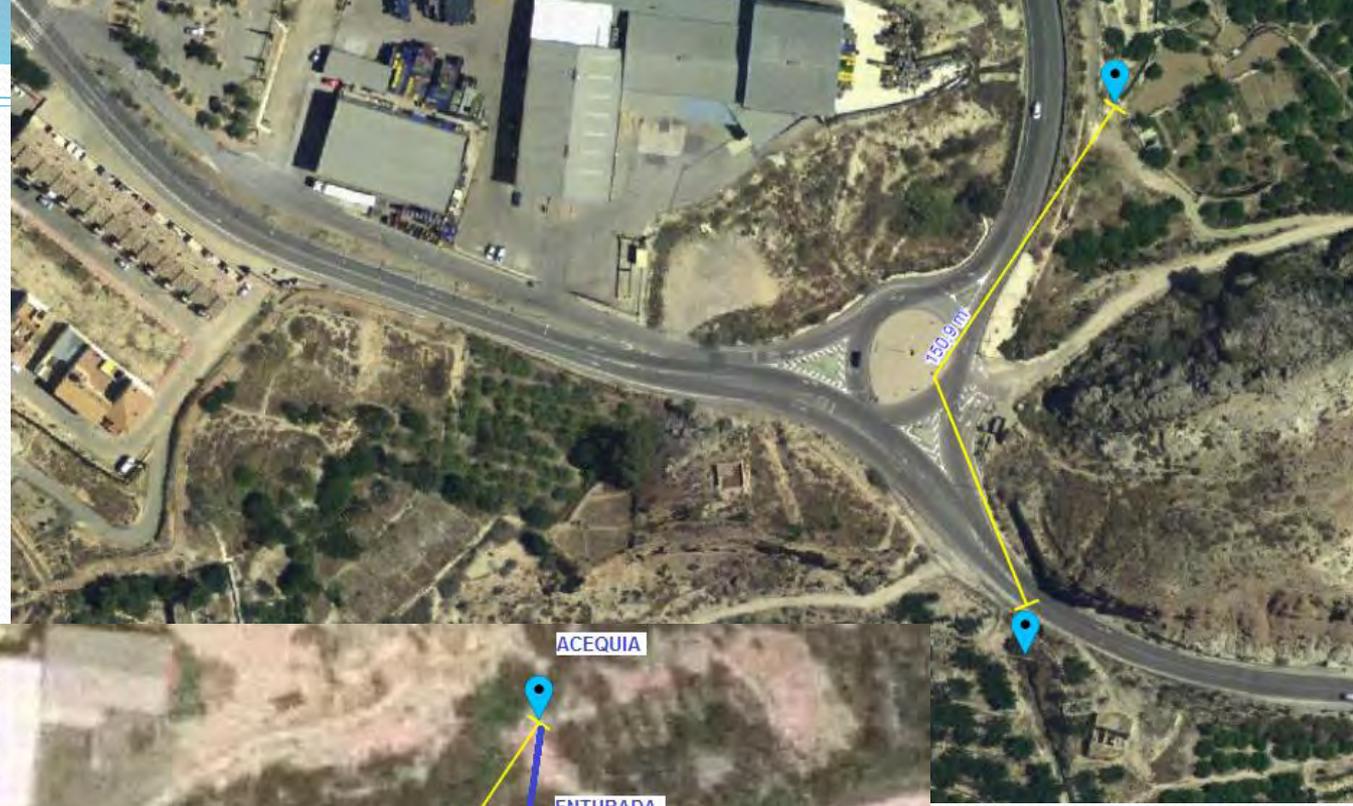
MÉTODO DE LOS TRES PUNTOS EN ALINEACIÓN DE RECTAS.



LA PLOMADA ERA MUY UTILIZADA EN EL PASADO para organizar muros, por algún motivo ésta quedó sin muchos usos hoy en día en las obras (niveles).



GALERÍA  
SUBTERRÁNEA  
DERRUMBADA.  
ACEQUIA AYALA .  
HINCA MARZO 1999



# CONCESIÓN DE UN CAUDAL DE UNA DEPURADORA DE LAGUNAJE.

PROPUESTA DE SOLUCIONES.

# PLANTEAMIENTOS

- SE TRATA DE REALIZAR UNA CONEXIÓN DE ARQUETA DE RECEPCIÓN A CONSTRUIR, PARA TOMAR EL AGUA CON MAYOR CALADO QUE LAS EXISTENTES DE LA LAGUNA (2 METROS DE CALADO).
- DEBE DE INSTALARSE UNA TUBERIA DE DN 600 MM METÁLICA PARA EXTRAER AGUAS Y BOMBLEAR A LA ZONA DE RIEGOS.
- EL PROYECTO NO SOLUCIONA LA CONEXIÓN, PUEDE QUE SU AUTOR CREA QUE SE PUEDE DEJAR SECAR LA Balsa CON AGUA EXISTENTE.
- LA REALIDAD EN OBRA, ES QUE NO SE PUEDE VACIAR LA Balsa, PORQUE LAS LAGUNAS SE ENCUENTRAN INTER-CONECTADAS CON LAS DEMÁS Y NO SE PUEDE PARAR EL PROCESO DE DEPURACIÓN, NI ALTERAR EL HABITAT DE LAS AVES.
- SOBREVIENE LA NECESIDAD DE LA CONEXIÓN EN FASE DE OBRA.



MOLINA DE SEGURA Y OTROS.  
> 70.000 habitantes.

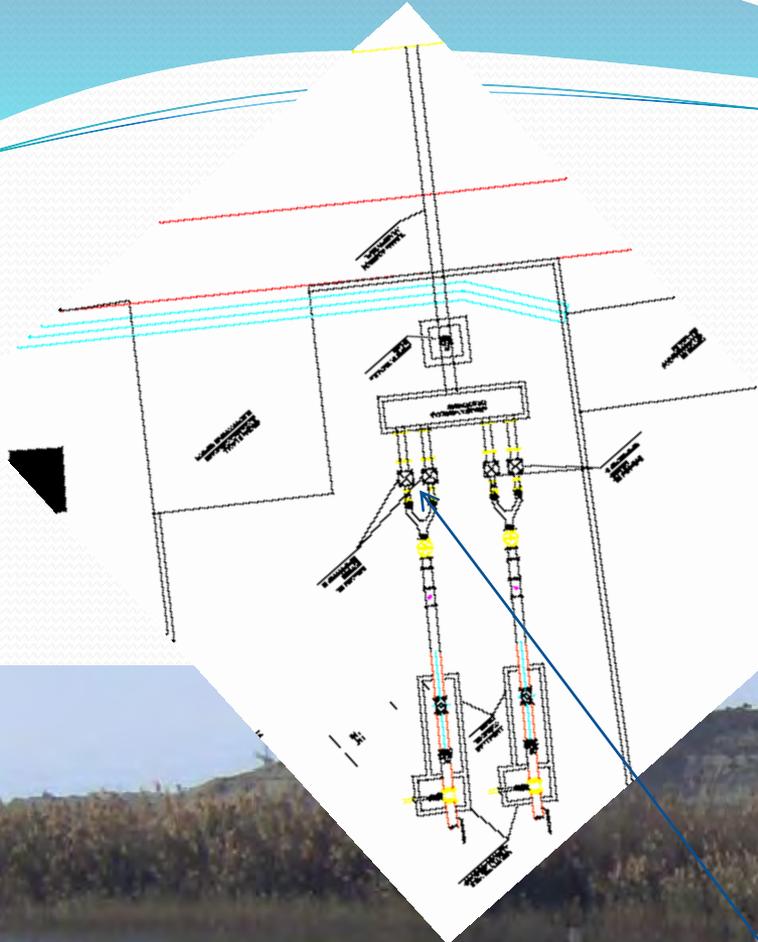


LOS TALUDES DE LA BALSA ESTAN HORMIGONADOS





OBRA: TUBERÍA DE LLENADO DN 600 mm, ARQUETA SECCIONAMIENTO, TUBERÍA, ARQUETA RECEPCIÓN DE CAUDALES, TUBERÍAS DISTRIBUCIONES A POZOS -4 M SOLERA DE Balsa, ARQUETAS VÁLVULAS, CONTADORES, ETC...  
EL PROYECTO NO RESOLVÍA COMO ORGANIZAR LA ACOMETIDA DE TUBERÍAS A LA Balsa, SIN VACIARLA



# SOLUCIÓN TÉCNICA:

## ATAGUIAS.



- AISLAR UNA ZONA INUNDADA DE AGUA PARA EFECTUAR TRABAJOS EN “SECO” CON GARANTÍAS Y SEGURIDAD.

# LA IDEA

1). CHAPAS METÁLICAS DE ANCHO Y ALTURA (3 X 1) APOYADOS SOBRE EL TALUD DE LA ZONA DE TRABAJOS...



2). UN PAÑO DE LÁMINA FLEXIBLE E IMPERMEABLE CON ANCHO Y ALTOS SUFICIENTES PARA CUBRIR LAS CHAPAS APOYADAS EN EL TALUD

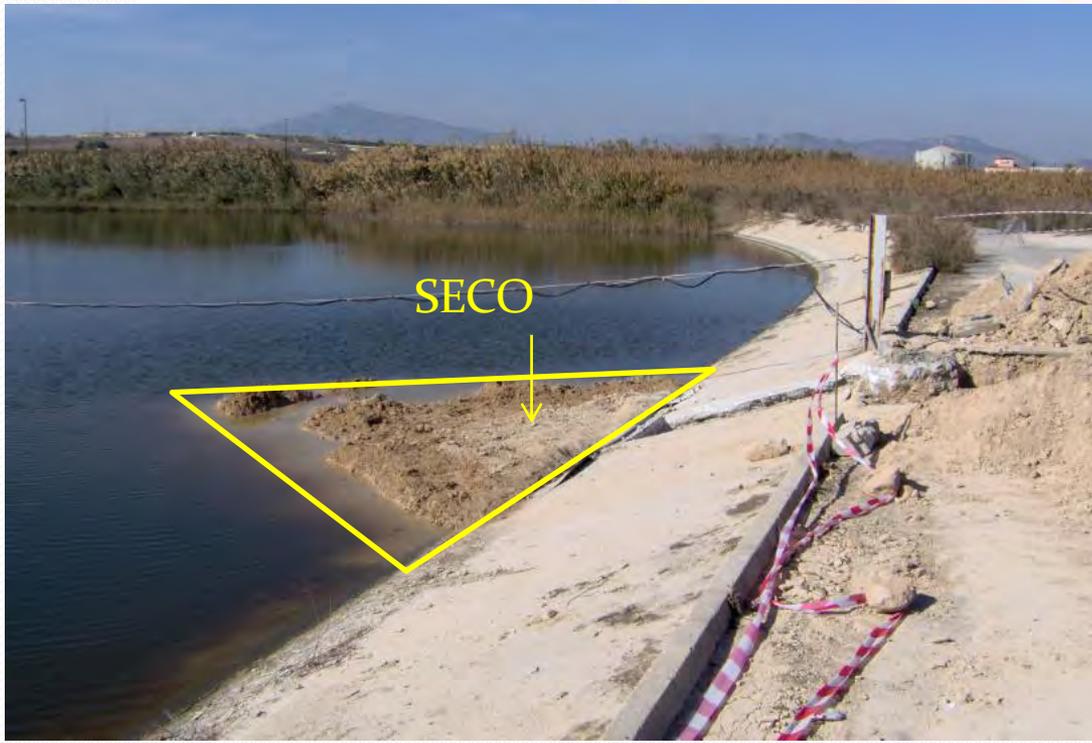
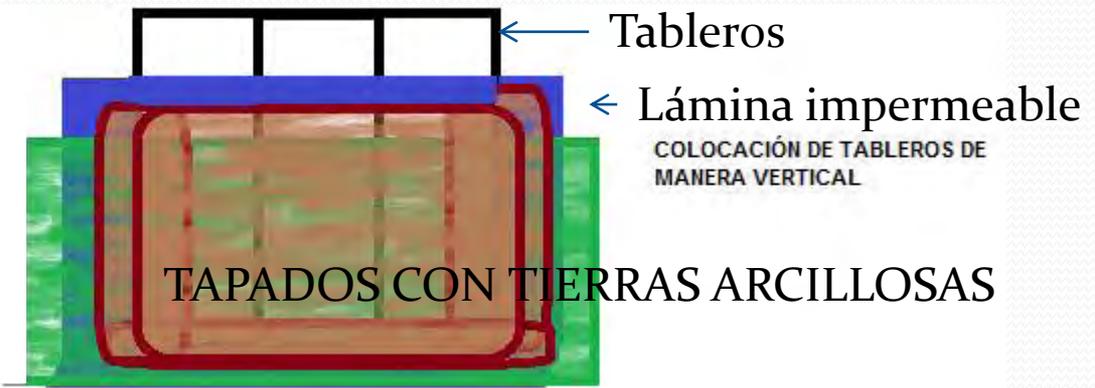


3). TAPAMOS LAS CHAPAS Y LÁMINAS IMPERMEABLES CON TIERRAS “ARCILLOSAS”.

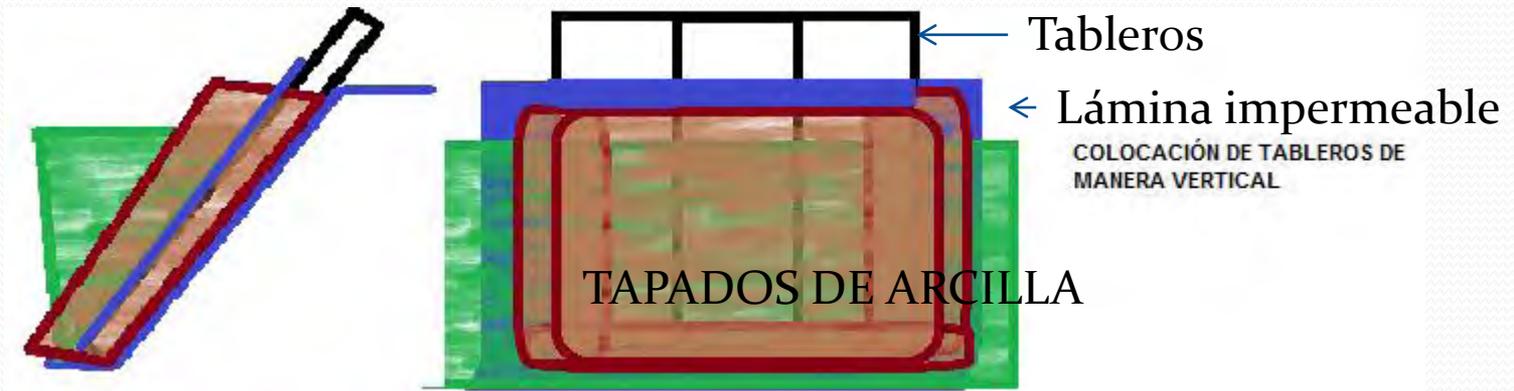




# MODO DE COLOCAR LOS TABLEROS:



# MODO DE COLOCAR LOS TABLEROS:















Google Earth

REPARACIONES DEL MURO LATERAL DEL CANAL RIDEAU.