

DIPUTACION  
GENERAL  
DE ARAGON

DEPARTAMENTO DE ORDENACION TERRITORIAL  
OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DEL AGUA

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE  
LA ESTACION DEPURADORA DE  
AGUAS RESIDUALES DE HUESCA

CLAVE: 23.S.02

MEMORIA Y ANEJOS

EMPRESAS CONSTRUCTORAS (U.T.E.)



IDECONSA



**ASTEISA**  
Tratamiento de Aguas, S.A.

JUNIO 1.996

---

---

**PROYECTO CONSTRUCTIVO**

**de la ESTACION DEPURADORA de AGUAS RESIDUALES  
de HUESCA (ARAGON)**

---

---

# I N D I C E

DOCUMENTO N° 1.

MEMORIA Y ANEJOS

---

\* **MEMORIA.**

1. INTRODUCCION.
2. BASES DE PARTIDA
3. RESULTADOS A OBTENER.
4. UBICACION Y TERRENOS DISPONIBLES.
5. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA.
  - 5.1. REDISEÑO DE LA IMPLANTACION.
  - 5.2. PROCESO DE TRATAMIENTO.
  - 5.3. LINEA PIEZOMETRICA.
  - 5.4. OBRA DE LLEGADA, POZO DE GRUESOS, DESBASTE GRUESO Y FINO, BOMBEO DE AGUA BRUTA Y EDIFICIO DE DESBASTE.
  - 5.5. DESARENADO Y DESENGRASADO.
  - 5.6. BY-PASS, MEDIDOR DE CAUDAL Y TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO.
  - 5.7. DECANTACION PRIMARIA.
  - 5.8. BALSAS BIOLÓGICAS.
  - 5.9. AIREACION BALSAS BIOLÓGICAS.
  - 5.10. REPARTO A DECANTACION SECUNDARIA.
  - 5.11. DECANTACION SECUNDARIA.
  - 5.12. DEPOSITO DE AGUA TRATADA.
  - 5.13. EDIFICIO DE BOMBEO DE FANGOS ESPESADOS.
  - 5.14. ESPESADORES.
  - 5.15. ESPESADOR DE GRAVEDAD.
  - 5.16. ESPESADOR DE FLOTACION.
  - 5.17. CAMARA DE MEZCLA DE FANGOS MIXTOS ESPESADOS.
  - 5.18. BOMBEO DE FANGOS MIXTOS ESPESADOS.
  - 5.19. DIGESTION ANAEROBIA.
  - 5.20. LINEA DE GAS.
  - 5.21. COGENERACION DE ENERGIA ELECTRICA/TERMICA.
  - 5.22. DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO DE FANGOS DIGERIDOS.
  - 5.23. EDIFICIO DE DIGESTION Y SECADO.

- 5.24. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE FANGOS.
- 5.25. DESODORIZACION.
- 5.26. AUTOMATISMOS Y CONTROL.
- 5.27. ACOMETIDA ELECTRICA EDAR.
- 5.28. ELECTRICIDAD EN M.T. Y B.T.
- 5.29. RESUMEN DE LA SOLUCION ADOPTADA.

## **6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.**

- 6.1. OBRA DE TOMA Y BY-PASS.
- 6.2. DESBASTE DE SOLIDOS GRUESOS.
- 6.3. ELEVACION DE AGUA BRUTA.
- 6.4. DESBASTE DE SOLIDOS Y FINOS.
- 6.5. DESARENADO-DESENGRASADO.
- 6.6. BY-PASS AGUA PRETRATADA.
- 6.7. OBRA DE REPARTO DE CAUDALES.
- 6.8. TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO.
- 6.9. DECANTACION PRIMARIA.
- 6.10. REACTOR BIOLOGICO.
- 6.11. DECANTACION SECUNDARIA.
- 6.12. DEPOSITO AGUA TRATADA.
- 6.13. PURGA Y RECIRCULACION DE FANGOS BIOLOGICOS.
- 6.14. BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS.
- 6.15. TAMIZADO DE FANGOS.
- 6.16. ESPESADOR DE GRAVEDAD.
- 6.17. FANGOS EN EXCESO.
- 6.18. ESPESADOR DE FLOTACION.
- 6.19. MEZCLA Y BOMBEO DE FANGOS ESPESADOS Y FLOTADOS.
- 6.20. DIGESTION ANAEROBIA.
- 6.21. DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO DE FANGOS DIGERIDOS.
- 6.22. DESHIDRATACION DE FANGOS. FILTRO BANDA.
- 6.23. EDIFICIOS. OBRA CIVIL.
- 6.24. OBRAS E INSTALACIONES VARIAS.
- 6.25. INSTALACIONES AUXILIARES.
- 6.26. RECUPERACION DE ENERGIA.
- 6.27. INSTALACION ELECTRICA.
- 6.28. ALUMBRADO.
- 6.29. INSTALACION GENERAL DE TIERRAS.
- 6.30. INSTALACION AUTOMATISMO Y CONTROL.
- 6.31. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACION.

- 6.32. OBRA DE DEFENSA DEL RIO ISUELA.
- 6.33. URBANIZACION, ACCESO Y JARDINERIA.
- 6.34. ACONDICIONAMIENTO VERTIDO ACTUAL AL RIO.
- 7. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO.
- 8. CALIFICACION DE OBRA COMPLETA.
- 9. CLASIFICACION DEL CONTRATISTA.
- 10. REVISION DE PRECIOS.
- 11. PRESUPUESTOS.
- 12. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA.
- 13. CONCLUSIONES.

---

#### **ANEJOS A LA MEMORIA**

- 1. CAMPAÑA DE AFORO, MUESTREO Y ANALISIS DEL VERTIDO DE AGUA RESIDUAL DE HUESCA.
- 2. TOPOGRAFIA.
- 3. ESTUDIO GEOTECNICO.
- 4. ESTUDIO DE INUNDACIONES Y MAXIMAS AVENIDAS DEL RIO ISUELA.
- 5. CALCULOS JUSTIFICATIVOS FUNCIONALES.
- 6. CALCULOS HIDRAULICOS (Línea Piezométrica).
- 7. CALCULOS ESTRUCTURALES.
- 8. CALCULOS ELECTRICOS.
- 9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.
- 11. ESTUDIO DE COSTES DE EXPLOTACION.
- 12. PLAN DE OBRA.
- 13. ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE.
- 14. RECORRIDO EDUCATIVO.
- 15. CALCULOS MECANICOS DE TUBERIAS DE HORMIGON.
- 16. PERMISOS Y CONDICIONADOS.

1. SITUACION.
- 2.1. EMISARIO. PLANTA.
- 2.2. EMISARIO. LONGITUDINAL, ALIVIADERO SECCION TIPO Y DETALLES.
- 2.4. ACONDICIONAMIENTO VERTIDO ACTUAL. PLANTA.
- 2.5. ACONDICIONAMIENTO VERTIDO ACTUAL. PERFILES TRANSVERSALES Y SECCION TIPO.
3. ESTADO ACTUAL DEL TERRENO.
- 4.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS. PLANTA.
- 4.2.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS. PERFILES TRANSVERSALES.
- 4.2.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS. PERFILES TRANSVERSALES.
5. PLANTA GENERAL.
6. PLANTA DE REPLANTEO - COORDENADAS.
- 7.1.1. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Agua).
- 7.1.2. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Agua).
- 7.1.3. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Agua).
- 7.1.4. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Agua).
- 7.2.1. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Fangos y Gas).
- 7.2.2. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Fangos y Gas).
- 7.2.3. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Fangos y Gas).
- 7.3. LINEA PIEZOMETRICA.
- 8.1.1. LLEGADA, BOMBEO Y DESBASTE. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 8.1.2. LLEGADA, BOMBEO Y DESBASTE. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 8.2. OBRA DE TOMA, ALIVIADERO, BY-PASS GENERAL, POZO DE BOMBAS Y DESBASTE. ARMADURAS.
- 8.3.1. OBRA DE TOMA. ALIVIADERO, BY-PASS GENERAL, POZO DE BOMBAS Y DESBASTE. PLANTA. EQUIPOS MECANICOS.
- 8.3.2. OBRA DE TOMA, ALIVIADERO, BY-PASS GENERAL, POZO DE BOMBAS Y DESBASTE. SECCIONES. EQUIPOS MECANICOS.

- 9.1.1. DESARENADOR-DESENGRASADOR. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 9.1.2. DESARENADOR-DESENGRASADOR. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 9.2. DESARENADOR-DESENGRASADOR. ARMADURAS.
- 9.3. DESARENADOR-DESENGRASADOR. EQUIPOS MECANICOS.
- 10.1.1. MEDIDOR DE CAUDAL Y FISICO QUIMICO. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 10.1.2. MEDIDOR DE CAUDAL Y FISICO QUIMICO. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES Y DETALLES.
- 10.2. MEDIDOR DE CAUDAL Y TRATAMIENTO FISICO QUIMICO. ARMADURAS.
- 10.3.1. MEDIDOR DE CAUDAL Y TRATAMIENTO FISICO QUIMICO. PLANTA. EQUIPOS MECANICOS.
- 10.3.2. MEDIDOR DE CAUDAL Y TRATAMIENTO FISICO QUIMICO. SECCIONES. EQUIPOS MECANICOS.
- 11.1.1. DECANTADOR PRIMARIO. DEFINICION GEOMETRICA.
- 11.1.2. DECANTADOR PRIMARIO. DETALLES.
- 11.2. DECANTADOR PRIMARIO. ARMADURAS.
- 11.3. DECANTADOR PRIMARIO. EQUIPOS MECANICOS.
- 12.1. ARQUETA DE BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS Y FLOTANTES. DEFINICION GEOMETRICA.
- 12.2. ARQUETA DE BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS Y FLOTANTES. ARMADURAS.
- 12.3. ARQUETA DE BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS Y FLOTANTES. EQUIPOS MECANICOS.
- 13.1.1. BALSAS DE ACTIVACION. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 13.1.2. BALSAS DE ACTIVACION. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 13.2.1. BALSAS DE ACTIVACION. ARMADURAS. PLANTA.
- 13.2.2. BALSAS DE ACTIVACION. ARMADURAS. SECCIONES.
- 13.3.1. BALSAS DE ACTIVACION. PLANTA. EQUIPOS MECANICOS.
- 13.3.2. BALSAS DE ACTIVACION. SECCIONES. EQUIPOS MECANICOS.
- 13.4.1. EDIFICIO DE AIREACION. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA, SECCIONES Y ALZADOS.
- 13.4.2. EDIFICIO DE AIREACION. ARMADURAS.

- 13.4.3. EDIFICIO DE AIREACION. EQUIPOS MECANICOS.
- 14.1. ELEVACION DE FANGOS EN RECIRCULACION Y EXCESO. DEFINICION GEOMETRICA.
- 14.2. ELEVACION DE FANGOS EN RECIRCULACION Y EXCESO. ARMADURAS.
- 14.3. ELEVACION DE FANGOS EN RECIRCULACION Y EXCESO. EQUIPOS MECANICOS.
- 15.1.1. REPARTO A DECANTACION SECUNDARIA Y POZO DE VACIADOS. DEFINICION GEOMETRICA.
- 15.1.2. REPARTO A DECANTACION SECUNDARIA Y POZO DE VACIADOS. ARMADURAS.
- 15.1.3. REPARTO A DECANTACION SECUNDARIA Y POZO DE VACIADOS. EQUIPOS MECANICOS.
- 15.2.1. DECANTADOR SECUNDARIO. DEFINICION GEOMETRICA.
- 15.2.2. DECANTADOR SECUNDARIO. DETALLES.
- 15.3. DECANTADOR SECUNDARIO. ARMADURAS.
- 15.4. DECANTADOR SECUNDARIO. EQUIPOS MECANICOS.
- 16.1. CUBA DE CLORACION. DEFINICION GEOMETRICA.
- 16.2. CUBA DE CLORACION. ARMADURAS.
- 16.3. CUBA DE CLORACION. EQUIPOS MECANICOS.
- 17.1. ESPESADOR DE GRAVEDAD. DEFINICION GEOMETRICA.
- 17.2. ESPESADOR DE GRAVEDAD. ARMADURAS.
- 17.3. ESPESADOR DE GRAVEDAD. EQUIPOS MECANICOS.
- 18.1. ESPESADOR DE FLOTACION. DEFINICION GEOMETRICA.
- 18.2. ESPESADOR DE FLOTACION. ARMADURAS.
- 18.3. ESPESADOR DE FLOTACION. EQUIPOS MECANICOS.
- 18.4. DEPOSITO MEZCLA DE FANGOS. DEFINICION GEOMETRICA. EQUIPOS MECANICOS.
- 18.5. DEPOSITO MEZCLA DE FANGOS. ARMADURAS.
- 19.1.1. DIGESTOR ANAEROBIO. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 19.1.2. DIGESTOR ANAEROBIO. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 19.2. DIGESTOR ANAEROBIO. ARMADURAS.
- 19.3.1. DIGESTOR ANAEROBIO. EQUIPOS MECANICOS. PLANTA.
- 19.3.2. DIGESTOR ANAEROBIO. EQUIPOS MECANICOS. SECCIONES.

- 20.1. GASOMETRO. DEFINICION GEOMETRICA.
- 20.2. GASOMETRO. ARMADURAS.
- 20.3. GASOMETRO. EQUIPOS MECANICOS.
- 21. QUEMADOR DE GAS. DEFINICION GEOMETRICA, ARMADURAS Y EQUIPOS MECANICOS.
- 22. DEPOSITO DE FUEL-OIL. DEFINICION GEOMETRICA, ARMADURAS Y EQUIPOS MECANICOS.
- 23.1.1. DEPOSITO DE FANGOS DIGERIDOS. DEFINICION GEOMETRICA Y EQUIPOS MECANICOS.
- 23.1.2. DEPOSITO DE FANGOS DIGERIDOS. DETALLES.
- 23.2. DEPOSITO DE FANGOS DIGERIDOS. ARMADURAS.
- 24.1. POZO CENTRAL DE VACIADOS. DEFINICION GJEOMETRICA.
- 24.2. POZO CENTRAL DE VACIADOS. ARMADURAS.
- 25.1. EDIFICIO DE DESBASTE. DEFINICION GEOMETRICA. ALZADOS.
- 25.2.1. EDIFICIO DE DESBASTE. VIGAS DE CUBIERTA.
- 25.2.2. EDIFICIO DE DESBASTE. FORJADO DE CUBIERTA.
- 25.2.3. EDIFICIO DE DESBASTE. CIMENTACION. CUADRO DE PILARES.
- 26.1.1. EDIFICIO INDUSTRIAL. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 26.1.2.1. EDIFICIO INDUSTRIAL. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 26.1.2.2. EDIFICIO INDUSTRIAL. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 26.1.3.1. EDIFICIO INDUSTRIAL. DEFINICION GEOMETRICA. ALZADOS.
- 26.1.3.2. EDIFICIO INDUSTRIAL. DEFINICION GEOMETRICA. ALZADOS.
- 26.2.1. EDIFICIO INDUSTRIAL. FORJADO DE CUBIERTA.
- 26.2.2. EDIFICIO INDUSTRIAL. VIGAS DE CUBIERTA.
- 26.2.3. EDIFICIO INDUSTRIAL. CIMENTACION. CUADRO PILARES.
- 26.3.1. EDIFICIO INDUSTRIAL. EQUIPOS MECANICOS. PLANTA.
- 26.3.2. EDIFICIO INDUSTRIAL. EQUIPOS MECANICOS. SECCIONES.
- 27.1. EDIFICIO DE CONTROL. DEFINICION GEOMETRICA.
- 27.1.1. EDIFICIO DE CONTROL. ALZADOS.
- 27.2.1. EDIFICIO DE CONTROL. FORJADO DE CUBIERTA.
- 27.2.2. EDIFICIO DE CONTROL. FORJADO PLANTA BAJA.

- 27.2.3. EDIFICIO DE CONTROL. VIGAS PLANTA BAJA.
- 27.2.4. EDIFICIO DE CONTROL. VIGAS DE BAJO CUBIERTA.
- 27.2.5. EDIFICIO DE CONTROL. CIMENTACION. CUADRO DE PILARES.
- 28.1. EDIFICIO DE FANGOS ESPESADOS. DEFINICION GEOMETRICA.
- 28.2. EDIFICIO DE FANGOS ESPESADOS. EQUIPOS MECANICOS.
- 29. EDIFICIO DE TRANSFORMACION. DEFINICION GEOMETRICA.
- 30. LINEA DE AGUA Y BY-PASS GENERAL. P.G.
- 31.1. RED DE PLUVIALES. P.G.
- 31.2. RED DE REBOSES Y VACIADOS. P.G.
- 31.3. RED DE FANGOS, GAS Y SOBRENADANTES. P.G.
- 31.4. RED DE AIRE DE PROCESO Y AIRE DE SERVICIO. P.G.
- 31.5. RED DE AGUA DE SERVICIO. P.G.
- 31.6. RED DE AGUA POTABLE.P.G.
- 32.1. URBANIZACION Y JARDINERIA. PLANTA.
- 32.2. URBANIZACION Y JARDINERIA. ACCESO Y DETALLES.
- 33.1. PLANTA DE DISTRIBUCION DE FUERZA Y ALUMBRADO EXTERIOR.
- 33.2. ALUMBRADO EDIFICIOS.
- 34.1. ESQUEMA UNIFILAR DE ALTA TENSION Y CUADRO DE DISTRIBUCION. EQUIPOS ELECTRICOS.
- 34.2. ESQUEMA UNIFILAR C.C.M.1. PRETRATAMIENTO. EQUIPOS ELECTRICOS.
- 34.3. ESQUEMA UNIFILAR C.C.M.4. TRATAMIENTO BIOLOGICO. EQUIPOS ELECTRICOS.
- 34.4. ESQUEMA UNIFILAR C.C.M.3. ESPESAMIENTO DE FANGOS. EQUIPOS ELECTRICOS.
- 34.5. ESQUEMA UNIFILAR C.C.M.2. CALEFACCION, DIGESTION Y DESHIDRATACION. EQUIPOS ELECTRICOS.
- 34.6. ESQUEMA UNIFILAR ALUMBRADO EXTERIOR Y ALUMBRADO EDIFICIOS.
- 35. DETALLES INSTALACIONES ELECTRICAS. EQUIPOS ELECTRICOS.

## **DOCUMENTO Nº 3.**

### **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS**

#### **3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS.**

- 3.1. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.
- 3.2. NORMATIVA APLICABLE.
- 3.3. CONDICIONES ADMINISTRATIVAS PARTICULARES.
- 3.4. CONDICIONES QUE REGIRAN EN LA EJECUCION DE LAS OBRAS.
- 3.5. MEDICION Y ABONO DE LAS OBRAS.
- 3.6. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS.
- 3.7. SISTEMA DE ORGANIZACION DE LAS RELACIONES ADMINISTRACION-CONTRATISTA.
  - 3.7.1. Objeto y Observación General.
  - 3.7.2. Nomenclatura y Clasificación de Documentos.
  - 3.7.3. Normas de Envío de Documentos.
  - 3.7.4. Aprobación de Documentos.
  - 3.7.5. Documentos que requieren aprobación.
  - 3.7.6. Informes de Progreso.
  - 3.7.7. Esquema de Organización del Contratista.
- 3.8. PRIMER ESQUEMA DE ORGANIZACION DE LAS PRUEBAS DE RECONOCIMIENTO.
  - 3.8.1. Pruebas de Materiales y Elementos en Taller.
  - 3.8.2. Pruebas de Materiales y Elementos en Obra.
  - 3.8.3. Pruebas de Materiales y Elementos en Laboratorio.
  - 3.8.4. Pruebas de Sistemas en Obras.
  - 3.8.5. Protocolo de pruebas.
- 3.9. RESULTADOS FINALES.

## **DOCUMENTO Nº 4.**

### **PRESUPUESTOS**

#### **4. PRESUPUESTOS.**

- 4.1. MEDICIONES.
  - 4.1.1. Obra Civil.
  - 4.1.2. Equipos Mecánicos.
  - 4.1.3. Equipos Eléctricos, Automatización y Control
- 4.2. CUADRO DE PRECIOS Nº 1.
  - 4.2.1. Obra Civil.
  - 4.2.2. Equipos Mecánicos.
  - 4.2.3. Equipos Eléctricos, Automatización y Control.

**4.3. CUADRO DE PRECIOS Nº 2.**

- 4.3.1. Obra Civil.
- 4.3.2. Equipos Mecánicos.
- 4.3.3. Equipos Eléctricos, Automatización y Control.

**4.4. PRESUPUESTOS PARCIALES.**

- 4.4.1. Obra Civil.
- 4.4.2. Equipos Mecánicos.
- 4.4.3. Equipos Eléctricos, Automatización y Control.
- 4.4.4. Seguridad e Higiene.

**4.5. RESUMEN DE PRESUPUESTO PARCIALES.**

- 4.5.1. Obra Civil.
- 4.5.2. Equipos Mecánicos.
- 4.5.3. Equipos Eléctricos, Automatización y Control.
- 4.5.4. Seguridad e Higiene.

**4.6. PRESUPUESTOS GENERALES.**

- 4.6.1. Ejecución Material.
- 4.6.2. Ejecución por Contrata.

**DOCUMENTO Nº 1**

---

---

**MEMORIA Y ANEJOS**

---

---

---

---

MEMORIA

---

---

## 1. INTRODUCCION.

Con motivo de la adjudicación provisional de la **Solución Variante** de la **Estación Depuradora de Aguas Residuales de Huesca**, por parte del **Departamento de Ordenación Territorial, Obras Públicas y Transportes**, de la **Dirección General del Agua**, de la **Diputación General de Aragón**, a la UTE de las empresas **ASTEISA - IDECONSA**, en la cantidad de **1.419.833.102.- Pts (MIL CUATROCIENTOS DIECINUEVE MILLONES OCHOCIENTAS TREINTA Y TRES MIL CIENTO DOS PESETAS)**, con fecha **21 de Febrero de 1.996**, se redacta el presente **Proyecto Constructivo** de la **Estación Depuradora de Aguas Residuales de Huesca**.

Para el proyecto constructivo se tienen en cuenta una serie de modificaciones y detalles necesarios para la ejecución de la obra completa y el buen funcionamiento en la práctica, cuyos fundamentos básicos son los siguientes:

- Optimización de la implantación para garantizar un buen aspecto estético de la estación depuradora, para aumentar la funcionalidad y para mejorar el proceso de tratamiento.
- Calidad en equipos y diseño de procesos que garanticen alcanzar y superar los rendimientos exigidos, tomando en cuenta los resultados de los análisis del agua bruta de **Abril de 1.996**, compatibilizándola con un presupuesto limitado y una optimización de la explotación y mantenimiento futuro.
- Menor gasto de energía en explotación.
- Desodorización de aire contaminado, especialmente en edificios industriales y en depósitos de la línea de fango, para protección del medio ambiente.

- Flexibilidad operativa con introducción de elementos necesarios, no previstos en el proyecto básico como by-pass de reactores, válvulas automáticas para purgas.
  
- Facilidad de acceso a todos y cada uno de los procesos.
  
- Fácil ampliación futura de las líneas de agua, fango y gas en una línea más.

Para la definición y comprensión de la obra, se presenta todo aquello necesario en la siguiente documentación, siendo la memoria, anejos, planos y los documentos III y IV del presente Proyecto de Construcción.

## 2. BASES DE PARTIDA.

### 2.1. POBLACION Y PARAMETROS UNITARIOS.

Los datos de población y caudales son idénticos con los estudios realizados para el Proyecto Básico.

### 2.2. CAUDALES DE DIMENSIONAMIENTO.

De acuerdo con el apartado anterior, los caudales de dimensionamiento serán los siguientes:

- Caudal diario medio . . . . .	26.000	m <sup>3</sup> /día.
- Caudal horario medio . . . . .	1.083	m <sup>3</sup> /h.
- Caudal punta = 2 x Qmh . . . . .	2.166	m <sup>3</sup> /h.
- Caudal punta en tiempo de lluvia = = 4 x Qmh . . . . . (solo en pretratamiento).	4.332	m <sup>3</sup> /h.

### 2.3. CARACTERISTICAS DE LA CONTAMINACION.

De acuerdo con los apartados anteriores, los datos de contaminación para el dimensionamiento serían según los valores medios de proyecto y según los valores medios de la campaña realizada en **Abril de 1.996** para contrastar los anteriores, los siguientes:

	VALORES MEDIOS PROYECTO BASICO	VALORES CAMPAÑA ABRIL 1996
S.S. (mg/l).	297	180-251
DBO <sub>5</sub> (mg/l).	300	249-351
NTK. (mg/l).	33	50,4-81,2
N-NH <sub>4</sub> (mg/l).	17	---

#### - Sólidos en Suspensión.

Los sólidos en suspensión varían en las 2 muestras compuestas entre **184 y 202 mg/l**. En las muestras puntuales, la contaminación varía entre **180 y 251 mg/l**. A razón de la pequeña diferencia y para quedar del lado seguro, se mantiene a efectos de diseño la concentración de **297 mg/l**, aportada por el proyecto básico.

El porcentaje de sólidos en suspensión volátiles, varía en las muestras compuestas entre el **80,69% y 89,67%**. En las muestras puntuales entre el **67,34 y el 97,34%**, el porcentaje medio es del **85,74%**. Se puede suponer que el valor medio es del **80%** a efectos de diseño.

#### - DBO<sub>5</sub>.

La concentración de DBO<sub>5</sub>, coincide con los datos del proyecto básico; la concentración en DQO queda a menos de 2 veces la concentración de DBO<sub>5</sub>.

#### - Nitrógeno.

La concentración en NTK varía en las 2 muestras compuestas entre **72,8 y 78,8 mg/l**. En las muestras puntuales varía entre **50,4 y 81,2 mg/l**. La media entre los análisis se sitúa en **71,90**. La concentración de nitrógeno Kjeldahl, obliga a aumentar el valor de diseño a causa de la fuerte influencia industrial (mataderos, etc) a **55 mg/l**. en el agua bruta, (sin circuitos internos de la EDAR).

Según la aclaración de la **Diputación General de Aragón** del **5/07/95** gestionada a través de **Sercobe**, no se considera la nitrificación ni la desnitrificación como objetivos de diseño de la depuradora, sino que solo se pretende que una posible nitrificación espontánea que se produzca en ciertas

épocas, no perturbe el tratamiento en cuanto a necesidades de oxígeno, sedimentabilidad del fango, etc.

No se considera necesario, según la aclaración, garantizar el NTK en el efluente tratado.

#### - pH.

El pH en el agua bruta, varía entre 7,8 y 7,9. El valor parece algo elevado, pero no será factor límite para el control de la nitrificación. Se podrá cumplir perfectamente mantener el pH en el efluente entre 6 y 9.

#### - Aceites y Grasas.

Según los análisis de abril de 1996, la concentración varía entre 8 y 40 mg/l., con un media de 28 mg/l., en una muestra compuesta. A efectos de diseño adoptamos un valor de 40 mg/l., que es sensiblemente más bajo en el proyecto básico.

De todo lo anterior, obtenemos como conclusión y como datos de partida, los siguientes parámetros más significativos:

PARAMETROS	CONCENTRACION
S.S. (mg/l).	<del>279</del> 217
S.S. Volátiles (%).	80
DBO <sub>5</sub> (mg/l).	300
NTK (mg/l).	55
Coefficiente punta en biológico	1,7

Consideramos adecuados estos valores, ya que con el criterio de adoptar una concentración de sólidos en suspensión igual al proyecto base,

de 297 mg/l., un 18% más alto que el mayor de los valores registrados en la campaña de ensayos y análisis, absorberíamos el posible aumento en el porcentaje de volátiles. Una situación similar se da con el NTK al definir un coeficiente punta en el proceso biológico de 1,7, un 13% mayor que el previsto en el proyecto base.

### 3. RESULTADOS A OBTENER.

#### - Características del Agua Depurada.

Como mínimo, el agua depurada tendrá las siguientes características:

- DBO <sub>5</sub> .....	<	25	mg/l.
- S.S. ....	<	25	mg/l.
- DQO .....	<	90	mg/l.
- pH .....	entre 6 y 9		
- Aceites y grasas .....	indicios		
- Contaminación bacteriológica (expresada en Escherichia) .....	≤	1.000/100	ml.

Además de ello, el agua será razonablemente clara, no detectándose vertido en el cuerpo receptor y no tendrá olor desagradable.

#### - Características del Fango.

Como mínimo, el fango procedente de la depuración después de tratado y analizado de acuerdo con el apartado 4.3. del PB tendrá las siguientes características:

- Reducción en M.O. (estabilidad) .....	≥	45	%.
- Sequedad (% en peso de materia seca) .	≥	25	%.

## 4. UBICACION Y TERRENOS DISPONIBLES.

### 4.1. UBICACION DE LAS OBRAS.

Las obras e instalaciones del presente Proyecto, se ubicarán en los terrenos situados en la margen derecha del río Isuela, entre dicho río y la carretera C-1310 de Huesca a Fraga en su P.K. 2,5 aproximadamente.

### 4.2. CARACTERISTICAS DE LOS TERRENOS.

Desde el punto de vista topográfico, el terreno de la parcela, no presenta una orografía excesivamente accidentada, estando constituido por una serie de plataformas prácticamente horizontales, con pendiente hacia el río Isuela, desde el camino de acceso.

En el plano nº 3. del documento nº 2. "Planos" se incluye el estado actual del terreno, variando sus cotas entre la 51,50 y la 48,30 y siendo su superficie de 4,8 Ha. aproximadamente, lo cual permite la implantación de la E.D.A.R. con la holgura suficiente para una futura ampliación.

Desde el punto de vista geológico el terreno está compuesto por depósitos detríticos que adoptan una disposición bastante homogénea y regular en toda la parcela, con un nivel detrítico grosero basal, de poco espesor y amplio desarrollo lateral sobre el que se sitúa un nivel detrítico fino arenoso o limo-arcilloso, según las zonas, más potente.

En general se distinguen 3 litologías predominantes:

- Limos arcillosos y arcillas limosas, que son la litología dominante en el entorno y ocupan la posición más superficial.

- Arenas finas con limos, se sitúan en una franja entorno al cauce del río acuñándose rápidamente en la dirección opuesta.
- Gravas finas arenosas, que se sitúan en la base del recubrimiento detrítico aluvial apoyándose directamente sobre el substrato rocoso.
- Substrato rocoso compuesto por margas arcillosas rojizas o bien areniscas.

Se ha realizado un estudio geotécnico el cual queda detallado en el Anejo. nº 3. "Estudio Geotécnico", incluido en el presente Proyecto.

## 5. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA.

A continuación, describimos las características principales de la Solución Adoptada.

### 5.1. REDISEÑO DE LA IMPLANTACION.

Los cambios más significativos son los siguientes:

Se sitúa el **acceso** a la EDAR a unos **28 m.** en dirección sur de la entrada prevista en el proyecto básico. Este cambio permite la ubicación del **edificio de control** en una zona verde y noble, a media altura de las instalaciones de la EDAR. Destaca la perfecta visibilidad de las instalaciones principales de la EDAR. El estacionamiento de los vehículos queda a pocos metros del edificio. Se consigue también, separarlo de la línea de media tensión LA 3 x 56, que atraviesa la parcela.

El **Edificio de Pretratamiento** no cambia de superficie y queda lo más alejado posible del edificio de control. Hemos previsto una circunvalación que se puede aprovechar en parte en el futuro para la ampliación del desarenado-desengrasado y del tratamiento físico químico. Aumentamos la distancia entre los edificios de pretratamiento y digestión para poder entrar con camiones en los dos edificios.

Se reubica el **Edificio de Aire**, los **Depósitos de Bombeo de Fangos Biológicos** y el **Reparto a Decantación Secundaria** por las siguientes razones:

- Alejamiento máximo del edificio de aire del edificio de control y situarlo lo más cerca posible de las balsas biológicas.

- **Cambio del sitio de la arqueta de reparto a decantación secundaria**, por el del conjunto de **depósitos de bombeo de fangos biológicos y sobrenadantes** para evitar la colocación innecesaria de conducciones por debajo del depósito antes mencionado. También así se consigue una mejor distribución de cara al reparto al decantador futuro, situación prácticamente imposible con la implantación anterior.
- Ubicación del edificio de bombeo de fangos espesados, del espesador por gravedad y del espesador por flotación, con sus ampliaciones futuras correspondientes, a lo largo del vial en la zona norte de la parcela.
- Reubicación del digestor anaerobio, del depósito de fangos digeridos y del gasómetro con antorcha.

El digestor quedará más cerca del edificio industrial, para reducir longitud de conducciones y pérdidas caloríficas. Detrás del digestor, en dirección norte, se construirá el depósito tampón de fangos digeridos próximo a la sala de deshidratación y se dejará sitio para el digestor futuro. El gasómetro se hará entre el edificio industrial y el límite norte de la parcela, con una primera intención de alejarlo de las unidades anteriores y del edificio industrial y una segunda de permitir un acceso más adecuado a la tolva de fangos deshidratados.

El rediseño de la implantación optimiza la funcionalidad de la planta y mejora de manera significativa el aspecto visual y estético del conjunto.

## **5.2. PROCESO DE TRATAMIENTO.**

Los resultados de los análisis físico-químicos realizados en **Abril de 1.996** para la redacción del proyecto de construcción, confirman los datos de análisis del anejo del Pliego de Bases, menos en la concentración de

nitrógeno Kjeldahl NTK. El porcentaje de materia volátil de los sólidos en suspensión, está por encima del **70%** y es por consiguiente elevado. La concentración elevada de NTK y la ratio alta entre NTK y DBO<sub>5</sub>, hacen esperar un índice volumétrico alto en los fangos biológicos (> 200) y la producción de flotantes en abundancia en la decantación secundaria, especialmente en verano. Ante la imposibilidad de aumentar el volumen de las balsas biológicas, queda como única posibilidad la recirculación interna para mejorar el grado de desnitrificación y la instalación de un selector anaerobio o compartimentos anaerobios previos con un tiempo de retención hidráulica de aproximadamente **1 ½ horas**, para mejora esencial, evitando de esta manera la formación de capas abundantes de flotantes en la decantación secundaria en verano.

También la alta concentración de nitrógeno Kjeldahl, obligará al aumento de la capacidad de aireación y del número de difusores para nitrificar por encima de **12 °C**. Recomendamos como **mejora** indispensable, en un primer paso, la instalación de una recirculación interna de fangos biológicos adicional, para reducir la desnitrificación incontrolada en los decantadores secundarios en gran parte del año.

### **5.3. LINEA PIEZOMETRICA.**

Para garantizar un mejor funcionamiento del medidor de caudal y para evitar variaciones altas del nivel de agua en la salida del desarenador, que podrían aumentar la lámina de agua hasta el canal de entrada al desbaste fino/tamizado, con rebose innecesario en el pozo de bombeo de agua bruta, se ha subido el canal de entrada al desbaste fino y las etapas posteriores del pretratamiento en **77 cm**. Hemos aumentado el ancho de los canales del by-pass del tratamiento físico-químico en **20 cm.**, para mejorar la eficacia del medidor de caudal y para mantener el mismo ancho de canal que en los canales del desbaste. El buen equirreparto a decantación

secundaria, significa obligatoriamente un desnivel adicional en la línea piezométrica. La lámina de agua en el depósito de agua tratada es la misma que en el proyecto básico.

#### **5.4. OBRA DE LLEGADA, POZO DE GRUESOS, DESBASTE GRUESO Y FINO, BOMBEO DE AGUA BRUTA Y EDIFICIO DE DESBASTE.**

El Aliviadero al By-pass General, será regulable para adaptarnos perfectamente al caudal admisible y a la influencia del desbaste. Para el Bombeo de Agua Bruta, hemos optado a favor de **bombas centrífugas sumergibles con regulación por medio de automatismo con medidor ultrasónico de nivel y variador de frecuencia**. Este conjunto de bombas y automatismo, garantiza un **ahorro energético importante** en comparación con otros tipos de bombas y/o automatismo. Se construirá el pozo de bombeo profundo correspondiente a dicha selección de bombas. Las modificaciones en la línea piezométrica y del pozo de bombeo, permiten sustituir el rebose de emergencia en la pared del canal.

Con un tamiz solo, no sería posible la equirrepartición del caudal y la misma calidad de desbaste, para caudales por encima del caudal punta, así que hemos sustituido una de las rejillas de **15 mm.** de luz de paso, por un segundo tamiz de **3 mm.** de luz.

Por el cambio de la cota de la línea piezométrica, el **Edificio de Pretratamiento** tendrá una altura interior de unos **82 cm.** más.

Para entrada y salida de contenedores, se ha previsto un acceso adicional al edificio. El voluminoso equipo de desodorización, se instala estratégicamente en el mismo edificio, sin necesidad de crear sala aparte.

### **5.5. DESARENADO-DESENGRASADO.**

La concentración de grasas observada en los últimos análisis, permite mantener las dimensiones del desarenador-desengrasador. Para la ampliación futura, en un desarenador-desengrasador más, se puede aprovechar la circunvalación del pretratamiento.

### **5.6. BY-PASS, MEDIDOR DE CAUDAL Y TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO.**

Se mantienen las dimensiones del medidor y del tratamiento físico-químico, a excepción de los canales del by-pass, como se menciona en el punto 5.3., que pasan a tener **10 cm.** más cada uno.

El vertedero regulable, en conjunto con la compuerta motorizada con retardo, permitirá regular el caudal en exceso pretratado a verter al río. La ubicación y disposición del medidor de caudal y del tratamiento físico-químico, es adecuada para conducir posteriormente las aguas a la decantación primaria, de forma correcta. Se ha dejado espacio suficiente para ampliación en el futuro del físico-químico en una línea más.

### **5.7. DECANTACION PRIMARIA.**

El diámetro de los decantadores no varía. Para aumentar la sequedad de los fangos purgados, se construirá una poceta central de **1,85 m.** de profundidad. La elevada concentración de la purga garantiza mayor rendimiento en el espesamiento y consecuentemente más tiempo de retención en el digestor.

## 5.8. BALSAS BIOLÓGICAS.

No se modificarán las dimensiones de las balsas.

En la zona de entrada a las balsas biológicas, se hará un conjunto de arquetas de llaves para vaciado de las balsas al pozo central. Las conducciones de los fangos recirculados, vierten directamente a las balsas para evitar el vertido de fangos al río, en el caso de poner en funcionamiento el by-pass del biológico cuando una de las líneas permanezca en servicio.

La concentración elevada de nitrógeno exige el mantenimiento de las zonas anóxicas, con agitación, sin instalación de difusores. Por otro lado, resulta imprescindible, por la mencionada elevada concentración de NTK detectada en abril de 1996, aumentar la cantidad de difusores y la capacidad de las soplantes. Para la optimización del proceso, y para ahorrar energía eléctrica, se prevé la regulación del funcionamiento de las soplantes por medio de variador de frecuencia, el cual trabaja en función de la concentración de oxígeno necesaria.

## 5.9. AIREACIÓN BALSAS BIOLÓGICAS.

La aireación se hará mediante soplantes tipo Roots, que disponen de variador de frecuencia. Una soplante será reserva activa, que se pondrá en marcha sólo para cubrir períodos de consumo adicional en verano, y para paliar efectos negativos en el tratamiento biológico (índice volumétrico de fangos IVF, formación de capas de natas y flotantes en decantación secundaria).

La instalación de **Turbocompresores**, mucho más cara, se ha descartado por el momento, por este coste más alto y por la necesidad de instalar más potencia en comparación con las soplantes elegidas. Por otro

lado, se demuestra que la regulación de los turbocompresores está limitada, optimizándose mejor con las soplantes y el automatismo elegido, consiguiéndose un mayor ahorro energético. La instalación de turbocompresores obligaría adicionalmente a aumentar el ancho del edificio de aire en unos **2 m.** más.

El traslado del centro de control de motores, desde el edificio de transformación al edificio de aire, resulta obviamente ventajoso, para el control de la aireación y consigue además un ahorro importante en el capítulo de los presupuestos correspondientes a Equipos Eléctricos.

#### **5.10. REPARTO A DECANTACION SECUNDARIA.**

Se construirá la arqueta completa, incluyendo en el medio el reparto futuro a la tercera línea, actualmente sin instalación de compuerta. Por razones de compactación ubicamos la arqueta de sobrenadantes y de electricidad al lado de la arqueta de reparto, para que todo forme un conjunto.

#### **5.11. DECANTACION SECUNDARIA.**

El diámetro de los decantadores no varía. Adoptamos **Decantadores por Gravedad** con una poceta central profundizada. Decantadores de succión con fondo plano llevarían consigo el peligro de cortocircuitos hidráulicos, con la consiguiente reducción del porcentaje de materia seca en los fangos extraídos, perjudicándose las etapas posteriores. Los decantadores de succión con accesorios, resultan más caros y no permiten variación del tiempo de espesamiento en el fondo del decantador.

El índice volumétrico de fangos, es elevado a causa de la desnitrificación adicional en verano, como resultado del alto contenido en NTK, lo que obliga a ajustar el sistema de recogida de flotantes. Se recomienda un sistema de barrido y succión de flotantes en el mismo puente del decantador.

Se bombean los **sobrenadantes**, en vez de al pozo de bombeo de fangos recirculados, obligatoriamente a cabecera de planta, y/o, a flotación para evitar la proliferación abundante de bacterias filamentosas perjudiciales para el proceso y la presentación visual.

El vaciado de decantadores, se efectuará mediante bombeo independiente a cabecera, para evitar la deposición de fangos en las conducciones, a causa de la escasa pendiente posible, con la consecuente posibilidad de fuerte corrosión. De este modo, también se evita una profundidad excesiva del pozo de bombeo de vaciados central.

#### **5.12. DEPOSITO DE AGUA TRATADA.**

Se mantiene el depósito con sus dimensiones geométricas.

La arqueta de presentación formada por una cascada triple, quedará alicatada. El visitante se puede acercar a la arqueta de salida de aguas limpias, sin caminar a lo largo del depósito de agua tratada, donde podrían haber temporalmente espumas y desgasificación.

#### **5.13. EDIFICIO DE BOMBEO DE FANGOS ESPESADOS.**

Se ha incluido el taller en este edificio, para mejorar la calidad del edificio de control, ubicado en una zona noble. La instalación del centro de

motores nº 3, hace imprescindible la construcción de una sala propia en la planta alta. El tamiz de fangos primarios se instalará en una sala propia con desodorización aislada del resto del edificio. En el sótano se agrupan los equipos para recirculación de fangos con presurización del flotador, el equipo de polielectrolito para la flotación y las bombas de fangos mixtos espesados a digestión.

El equipo de desodorización previsto en el proyecto básico contemplaba abarcar el edificio industrial, el edificio de fangos espesados, el depósito de fangos digeridos, el depósito mezcla de fangos y el espesador por gravedad. En vez de ello hemos optado a favor de dos equipos más pequeños, según se describe en el punto 5.25. En cuanto a este edificio, solo se desodorizará la única sala donde realmente hace falta, que es aquella donde va instalado el tamiz de fangos.

#### **5.14. ESPESADORES.**

Se entierran los depósitos lo más posible para mejorar el aspecto visual y para conducir los fangos primarios tamizados, por gravedad, al espesador. El puente del espesador y la coronación del flotador, estarán a la misma altura.

#### **5.15. ESPESADOR DE GRAVEDAD.**

Las dimensiones no varían.

Hemos incluido un by-pass, no previsto anteriormente, de los fangos espesados, directamente a la aspiración de las bombas de fangos mixtos a digestión, para asegurar la flexibilidad necesaria. Adicionalmente se ha

previsto el by-pass necesario de la cámara de mezcla al bombeo a digestión, para poder limpiar la cámara. La extracción de los fangos espesados se hará por temporización. El espesador quedará cubierto y dispondrá de un conducto a desodorización.

#### **5.16. ESPESADOR DE FLOTACION.**

Las dimensiones no varían.

Hemos previsto una purga de fondo, con posibilidad de automatización, para facilitar la explotación. El vaciado y rebose se hará por gravedad a cabecera.

Se introduce la posibilidad de realizar el by-pass del flotador, mediante juego de llaves, directamente a la cámara de mezcla o al bombeo a digestión.

#### **5.17 CAMARA DE MEZCLA DE FANGOS MIXTOS ESPESADOS.**

La cámara de mezcla es un depósito de fondo inclinado para facilitar la limpieza, y para evitar sedimentaciones fuertes. Dos arquetas de llaves irán adosadas a esta cámara, para posibilitar los by-pass es necesarios no previstos en el proyecto básico.

Esta cámara irá cubierta, llevándose el aire contaminado a desodorización. La arqueta llevará un rebose de emergencia a vaciados. El nivel de fangos se controlará, en vez de con válvulas de flotador, con detectores de nivel tipo pera.

#### **5.18. BOMBEO DE FANGOS MIXTOS.**

Los fangos primarios y los fangos biológicos, tras su espesamiento, son mezclados para de esta forma ser impulsados a la digestión.

Esta mezcla previa favorece la uniformidad y homogeneización de los fangos a tratar, influyendo positivamente en todos los procesos posteriores.

Además, se suprimen así los problemas de olores que podría ocasionar el mezclado de los dos tipos de fangos en la arqueta de entrada al digestor.

#### **5.19. DIGESTION ANAEROBIA.**

A continuación se explican las razones que justifican la selección de la alternativa, descrita con más detalle en el punto 6 de la presente memoria.

##### **- Línea de Proceso.**

La línea de proceso propuesta, consiste en una digestión anaerobia en una sola etapa, con **20 días** de retención, efectuada en un digestor de forma cilíndrica con extremos troncocónicos.

Se justifica la elección de esta alternativa por el menor coste en comparación con el proceso en dos etapas, al eliminar el tanque secundario. Obviamente, para asegurar un rendimiento alto en eliminación de sólidos volátiles y una producción adecuada de biogás, es necesario garantizar el perfecto funcionamiento de la digestión, incidiendo para ello en los sistemas de mezcla, calentamiento de fangos, recirculación y alimentación de fangos

frescos al digestor; elementos esenciales para el correcto desarrollo de la digestión. El tiempo de estancia de **20 días** es el óptimo, siendo la carga de volátiles de **1,89 Kg/m<sup>3</sup>d.**

#### **- Forma del digestor.**

La forma diseñada, cilíndrica con conos truncados en sus extremos y una relación altura/diámetro de aproximadamente **1.5**, es ideal desde el punto de vista del mezclado y de la prevención y combate del lodo flotante. Se evitan, por una parte, zonas muertas dentro del tanque y, por otra se reduce al máximo la superficie libre de contacto fango-aire, limitándose así la zona de posible aparición de costra. Además, la forma troncocónica de la parte superior favorece la recogida del gas de digestión.

La pendiente del fondo del digestor mejora la acumulación y posterior recogida de fangos pesados y arenas, evitando los graves problemas de depósito generalizado que a veces se presentan en digestores planos.

Por último, la superficie exterior del tanque se reduce con respecto a un tanque cilíndrico de idéntica capacidad. Esto redundará en un menor volumen de obra civil a ejecutar y una disminución de las pérdidas de calor por radiación a través de las paredes del digestor.

#### **- Sistema de Alimentación al Digestor.**

Los fangos espesados, ya mezclados, no se introducen directamente al digestor, sino que se incorporan a la línea de recirculación de fangos y son mezclados con los fangos calientes procedentes del digestor. De esta forma los fangos se introducen perfectamente homogeneizados en la digestión y ya

precalentados. La alimentación se realiza en el tercio inferior del tanque, previo paso por el intercambiador de calor, para ayudar a una mezcla más homogénea.

### **- Sistema de calentamiento**

El calentamiento es externo, mediante intercambiadores de calor de tipo monotubular. El agua caliente del circuito proviene del sistema de recuperación de calor del motogenerador, aunque también cabe la posibilidad de usar una caldera que utiliza como combustible el biogas, o en casos excepcionales (arranques, etc), gas-oil.

La diferencia sustancial con respecto a la solución base radica en el precalentamiento del fango fresco, al ser mezclado con el fango caliente recirculado. De esta forma la energía necesaria para elevar la temperatura de ese fango fresco será menor, y por tanto, reducimos las capacidades requeridas en los equipos de calentamiento (caldera e intercambiador).

Se consigue además una mayor homogeneidad, en cuanto a temperatura, del fango del digestor.

Por otra parte la continuidad en el funcionamiento del sistema (22 - 24 h/día.) incide en esa homogeneización, además de suponer la optimización del rendimiento de los equipos.

### **- Sistema de mezclado de digestor**

El mezclado del digestor cumple, básicamente, tres funciones:

- Aceleración e intensificación del proceso biológico de degradación.

- Prevención de formación de una capa de espumas y costra, que dificultaría la salida del biogas y la recirculación.
- Evitar depósitos y zonas muertas en el digestor.

El sistema de mezclado que mejor soluciona esas exigencias es el constituido por mezcladores de fango consistentes en una bomba helicoidal sujeta a la parte superior del digestor que produce, a través de un tubo vertical, una circulación forzada de los fangos. Este tubo es totalmente independiente del mezclador y se ancla mediante tirantes a la estructura del digestor. Por tanto, no existen elementos mecánicos sumergidos en el fango, ya que el propulsor queda ubicado en la parte superior del tubo. El motor eléctrico, acoplado directamente al eje de la bomba, es fácilmente extraíble desde la superficie superior del tanque, sin necesidad de introducirse en el mismo.

El combate de los flotantes se realiza mediante este mismo equipo, ya que cabe la posibilidad de invertir el sentido de giro habitual para la mezcla, forzando una aspiración del fondo del digestor y, mediante un deflector, rociando a presión toda la superficie de contacto.

Otra de las ventajas de este sistema de mezcla es su consumo energético, considerablemente menor al ocasionado por sistemas de mezcla por inyección de gas o por bombas externas. Así, mientras en estos últimos la energía consumida supera los **10 W/m<sup>3</sup>**. de tanque, el sistema propuesto consume menos de **4 W/m<sup>3</sup>**. Estos datos proceden de la experiencia propia de Oswald Schulze en decenas de plantas en funcionamiento. La mayor sencillez de operación y mantenimiento es otro aspecto positivo del sistema.

Al mezclar el contenido total de la cámara de digestión entre **7 y 10** veces al día se consigue la mejora del proceso biológico, produciéndose un fango homogéneamente estabilizado, y la uniformidad en la producción de

biogas. Este último punto es importante de cara a la utilización posterior del gas, especialmente en los motores, y a las necesidades de capacidad del gasómetro.

#### - Recirculación de fangos.

La recirculación del fango digerido es otro de los factores que favorecen el funcionamiento de la digestión y afecta a su rendimiento.

El aumento de la relación fango recirculado/fango fresco entrante, hasta un valor superior a 11, implicará una mejora evidente de los mecanismos de la degradación biológica de la materia orgánica. Con ese caudal de recirculación el contenido del digestor se recircula en menos de 2 días.

En resumen, el sistema propuesto conlleva una seguridad en la consecución de los resultados buscados, tanto en lo concerniente a la eliminación de sólidos volátiles como a la producción de biogas.

### 5.20. LINEA DE GAS.

#### - Gasómetro.

En el presente proyecto se ha modificado el sistema de almacenamiento de gas de digestión. En lugar del gasómetro húmedo de campana flotante con cierre hidráulico, se instalará un gasómetro de tipo seco de doble membrana.

Las principales ventajas del gasómetro de doble membrana frente al gasómetro de campana flotante son las siguientes:

- No presenta superficies de contacto hormigón-gas, con lo que no es necesario realizar ningún acabado especial del hormigón, y desaparecen los riesgos de fugas.
- Consigue una estanqueidad perfecta, incluso en los puntos de entrada y salida.
- Garantiza una presión de servicio uniforme, aspecto muy importante para el posterior suministro de gas a los receptores.
- Asegura una homogeneización del biogas proveniente de los digestores antes de su utilización en los motores de gas, con lo que el funcionamiento de los mismos no se verá afectado por las fluctuaciones en la calidad del gas.
- Requiere un mantenimiento prácticamente nulo, al no existir elementos mecánicos móviles en función de las variaciones del volumen de gas almacenado.
- Desaparecen los problemas de mantenimiento derivados de la necesidad de renovar el contenido de agua de los gasómetros húmedos.
- El doble envoltorio permite separar las funciones de protección exterior y contención del gas, con posibilidad de controlar permanentemente la atmósfera entre ambas paredes.
- Facilita la inspección al permitir el acceso al interior del gasómetro mediante una entrada lateral.
- No tiene los problemas inherentes al cierre hidráulico en relación al peligro de congelación en períodos invernales.

- Simplifica la obra civil y reduce las necesidades de calidad en la ejecución del hormigón.
- Permite un montaje y puesta en marcha más rápidos.

Por otra parte, se ha incrementado la capacidad del gasómetro, duplicándola. El volumen nuevo representa el mínimo recomendable (20 % de la producción diaria), siendo los valores más habituales del 25 al 50 % del total. Las razones que justifican esta decisión son las siguientes:

- Garantizar una disponibilidad uniforme de gas, por cuanto existen fluctuaciones importantes en la producción a lo largo del día. Esto es de gran importancia de cara a la producción de electricidad por los motogeneradores, ya que si no se dispone de esta capacidad tamponadora ocurriría que en momentos de máxima producción los motores no podrían utilizar todo el gas, perdiendo por tanto un porcentaje del mismo, que debería quemarse en la antorcha. De igual modo, habría períodos durante el día en los cuales los motores estarían parados o funcionando a carga mínima. Por tanto, no se optimizaría el aprovechamiento del gas ni el funcionamiento de los motores.

Para ilustrar la información anterior se pueden citar las siguientes cifras de producción porcentual de gas a lo largo del día como orientativas:

- \* 0 - 8 h: 15 %
- \* 8 - 16 h: 50 %
- \* 16 - 24 h: 35 %

- Homogeneizar la calidad del gas. Este aspecto es muy importante para el correcto funcionamiento de los motores e incrementar su vida útil. El proceso de digestión produce gas de calidad variable en función de ciertos parámetros ambientales que cambian a lo largo del día. Además puede haber factores externos que afecten puntualmente a esa calidad.

Por ejemplo, la presencia de unos fangos con alto contenido en sulfatos puede originar gas con elevada concentración de sulfhídrico, el cual afectaría al normal funcionamiento de los motores, muy sensibles a esta presencia. Estos efectos se ven reducidos si disponemos de un volumen de tanque que permita mezclar el gas producido durante un período mínimo (5 horas) y compensar esas fluctuaciones de calidad. Problemas como estos han ocasionado el mal funcionamiento de instalaciones de recuperación de energía en muchas plantas.

#### - Línea auxiliar de gasóleo

Para la operación de puesta en marcha de la digestión es necesario disponer de un combustible auxiliar que permita el calentamiento de los fangos hasta que se estabilice la producción de biogas en el digestor. Este combustible será gasóleo, con lo que la caldera deberá llevar un quemador dual biogas-gasóleo para la utilización indistinta de cualquiera de los dos.

El depósito de almacenamiento tendrá una capacidad tal que permita alcanzar la temperatura de **35° C.**, todo el contenido del digestor mediante la combustión de ese volumen de gasóleo.

En este caso, con un volumen de digestor de **3.670 m<sup>3</sup>.**, y un salto térmico medio de **25° C.**, necesitaríamos **15 días** para alcanzar la temperatura deseada usando las instalaciones de calentamiento diseñadas. Esto supone una cantidad de gasóleo de **14.503 Kg.** Es por ello que será más que suficiente disponer un tanque de **20.000 l.**

## 5.21. COGENERACION DE ENERGIA ELECTRICA/TERMICA.

La generación de energía eléctrica a partir de su combustión en motores a gas constituye la alternativa más eficiente para el aprovechamiento del biogas producido en la digestión anaerobia de fangos. Utilizar dicho combustible sólo para alimentar la caldera del sistema de calentamiento del digestor supondría un enorme despilfarro energético.

No sólo se obtendrá energía eléctrica, sino que además, al ir dotados los motogeneradores de un sistema de recuperación energética integral, se aprovechará el calor residual procedente del circuito de refrigeración del motor, del circuito de aceite lubricante y de los gases de escape, para calentar el digestor e incluso, si se deseara, como calefacción de los edificios de la planta.

De esta forma, todas las necesidades energéticas (eléctricas y caloríficas) de la planta de digestión de fangos serán cubiertas sobradamente con el sistema propuesto. Obviamente, el excedente de electricidad producido en los generadores podrá ser utilizado en otro punto de demanda, para lo cual será necesario conducirlo hasta la ubicación del centro de control de motores central de la planta.

En lo referente al dimensionamiento de la estación de recuperación de energía, se ha decidido estimar un tiempo de funcionamiento del motor a gas de 22 h/d, de modo que sea posible realizar las operaciones de mantenimiento sin afectar a la producción de energía.

Por otra parte, el total del gas producido en la digestión se utilizará como combustible en el motor, de modo que se genere el máximo de energía eléctrica posible.

El cálculo del número de motores necesarios y sus potencias, partirá de la energía potencial del biogas, es decir del volumen total de gas disponible y de la capacidad calorífica del mismo.

La producción estimada de biogas en la digestión anaerobia de fangos, como se puede comprobar en el anejo de cálculo es de **2.655 m<sup>3</sup>/d.**

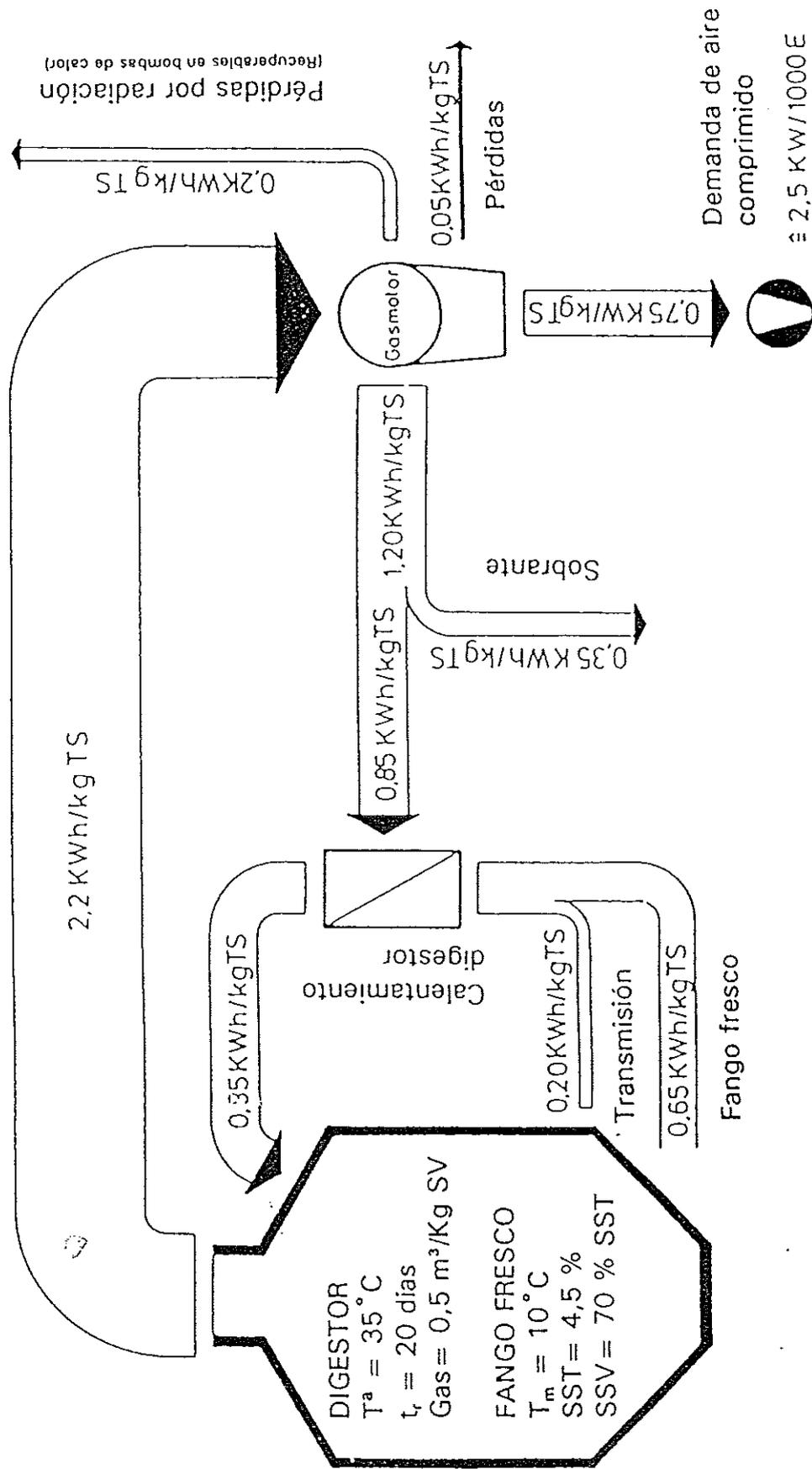
Esto supone, con un poder calorífico inferior estimado para el gas de **5.500 Kcal / m<sup>3</sup>. (6,4 Kw.h/m<sup>3</sup>)**, una energía total disponible de **16.983 Kwh/d.** que equivaldría a **708 Kw.**

Para este consumo de combustible, elegimos un motor MWM616V8, con una potencia mecánica de **259 Kw.** y una potencia eléctrica generada de **247 Kw.**

#### - Balance de Energía.

De acuerdo con la experiencia de OSWALD SCHULZE en la instalación de estaciones de recuperación de Energía en decenas de plantas de tratamiento de aguas residuales, el balance de energía en los motogeneradores, incluyendo la energía eléctrica y térmica, responde al esquema que se incluye a continuación. El cuadro corresponde a valores medios a lo largo de todo el año.

A partir de los datos anteriores y adaptándolos a las condiciones particulares de la zona de ubicación de la planta y a las características específicas del equipo motogenerador elegido, los resultados esperables de producción de energía eléctrica y recuperación de energía calorífica serán:



Balance energético de aprovechamiento del biogas para cogeneración de energía y calor (datos medios anuales)

Rendimientos:

- Calor en circuito de refrigeración principal: **32,4%** de la Potencia nominal de admisión.
- Calor recuperado de los gases de escape: **18,9%** de la potencia nominal de admisión.
- Pérdidas de calor de radiación: **2 - 3%**.
- Energía eléctrica producida en el alternador: **35%** de la potencia nominal.

Por tanto, tendremos:

- Energía eléctrica unitaria disponible . . . . .	469	kW.
- Horas de funcionamiento de los motores	24 <sup>9</sup>	h/d.
- Potencia mecánica . . . . .	259	kW.
- Energía eléctrica producida al día . . . . .	5.434	kWh/d.
- Energía térmica recuperada:		
* Energía recuperada de gases de escape . . . . .	134	Kw.
* Energía recuperada circuito refrigeración . . . . .	229	Kw.
* Total energía térmica recuperada . . . . .	363	Kw.
* Calor necesario para calentamiento de fango . . . . .	322	Kw.
* Energía calorífica excedente . . . . .	41	Kw.

Por lo tanto, se confirma que el calor recuperado a través del sistema de recuperación energética cubre todas las necesidades energéticas de la planta de digestión.

## 5.22. DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO DE FANGOS DIGERIDOS.

Las dimensiones geométricas del depósito no varían.

Se redimensionará la arqueta de llaves. El aire contaminado se desodoriza.

## 5.23. EDIFICIO DE DIGESTION Y SECADO.

No se cambiarán las dimensiones del edificio.

Los equipos, menos los compresores para los filtros banda y el filtro autolimpiante, quedarán en su sitio (véase solución variante ofertada).

Se cubre el depósito de agua industrial, para no aumentar la humedad en la sala. De acuerdo con el Proyecto Base, se prevén filtros banda con una superficie unitaria efectiva de unos 34 m<sup>2</sup>., los cuales pueden llegar a alcanzar una sequedad igual o mayor al **25%** en M.S., exigida en el Pliego de Bases para condiciones normales. La materia volátil en sólidos en suspensión en el agua bruta varía, normalmente, entre un **55%** y un **70%**. lo que permite alcanzar en la práctica, con los filtros banda convencionales, en plantas similares, sequedades en los fangos deshidratados entre el **22** y el **27%** de M.S.

No obstante, los análisis últimos mencionados confirman que, en las aguas brutas de este caso, el porcentaje de materia volátil en los sólidos en suspensión es muy elevado, por encima del **80%**, con lo que se hace imposible garantizar un **25%** de M.S. aún a pesar de la serie de modificaciones y mejoras en el proceso, comentadas anteriormente, con la intención de evitar el alto Índice Volumétrico de Fangos (IVF) previsible.

Por lo tanto, dada la posibilidad de altos contenidos en materia orgánica en los vertidos, redundando en la línea de fangos, se recomienda prever, para la deshidratación, siempre y cuando se quiera garantizar un 25% de M.S., filtros banda de alta sequedad, con postprensado.

Una alternativa a este sistema, podrían ser perfectamente centrifugadoras de alta sequedad.

#### **5.24. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE FANGOS.**

El volumen de la tolva de fangos cubierta de 80 m<sup>3</sup>. no cambia. Se desodoriza la tolva. La nueva ubicación en el lateral del vial, garantiza el fácil acceso de los camiones de transporte.

El sistema de transporte de fangos deshidratados a la tolva, es por medio de bombas de tornillo helicoidal, especiales para la elevación de estos sólidos.

Evitando una cinta transportadora aparatosa y de gran longitud, se persigue mayor limpieza y operatividad, menor mantenimiento y más estética de la instalación.

También es una ventaja para garantizar la desodorización, tanto de la misma tolva, como del edificio de deshidratación, ya que los fangos canalizados en tubería, permiten la correcta estanqueidad de la sala en la salida de los lodos, así como la entrada en el silo.

La tolva de almacenamiento de fangos, se mejora utilizando un sistema de extracción de lodos de accionamiento hidráulico específico para este trabajo, que garantiza el funcionamiento, evitando la formación de bóveda en la extracción de los fangos y la perfecta descarga a camión.

Con este sistema se permite construir un depósito de fondo plano, facilitando y optimizando la estructura, mejorando también, además, el aspecto estético.

#### **5.25. DESODORIZACIÓN.**

Los sistemas de desodorización considerados en la Solución base, suponían unas instalaciones de gran volumen, que ocupaban mucho espacio, con elevado consumo energético y un elevado coste de instalación. También, el concepto que se tenía previsto respecto al servicio a realizar por cada unidad, suponía que una de las instalaciones abarcaría un gran número de puntos a desodorizar y distantes entre sí. Esto suponía una red de canalizaciones del aire a tratar, distribuida entre el resto de las redes propias de los procesos de depuración, con diámetros significativos y longitudes importantes.

Para abaratar la inversión y evitar otros inconvenientes, se han optimizado los sistemas basándose en los siguientes criterios:

- Desodorizar exclusivamente aquellos elementos susceptibles de desprender olores. Se compartimentalizan, por tanto, el edificio industrial, desodorizando la zona de deshidratación de fangos, y el edificio de fangos espesados, tratando únicamente la zona de tamizado de fangos primarios.
  
- El objetivo fundamental de la desodorización es no propagar olores al exterior de la planta, por cuestiones de imagen, y secundariamente mantener el adecuado ambiente en el interior de los edificios. Con este concepto se trata de provocar, en los recintos que puedan generar estos olores, la depresión suficiente para asegurar que no haya escape de estos gases al exterior.

Con este criterio se puede ajustar el número de renovaciones al estrictamente necesario, siendo aquel que atiende al mínimo requerido para el interior de los edificios donde se producen los olores. Se puede entonces aceptar perfectamente un valor medio de unas 7 renovaciones/h. por recinto, con lo que se reduce de forma importante las necesidades en instalación.

- Otro punto tenido en cuenta es la distribución de los equipos de desodorización en consonancia con los puntos productores de olor. En lugar de disponer de dos instalaciones, como en la Solución Base, se contempla igualmente una unidad para el Edificio de Pretratamiento, mientras que para el resto de las unidades a desodorizar, se contemplan dos equipos distintos.

Una unidad irá en el edificio industrial, tratando el aire de la sala de deshidratación de fangos, el depósito tampón de fangos digeridos y la tolva de fangos secados. La otra instalación se ubica en el edificio de fangos espesados, desodorizando la sala de tamizado de fangos primarios, el espesador de gravedad y el depósito de fangos mixtos.

De esta manera se reducen las secciones y longitudes de las canalizaciones de aire a desodorizar, como así también, el volumen a tratar obteniendo un mejor reparto y distribución del mismo, con los deseados efectos de una instalación más económica, lógica y operativa.

## **5.26. AUTOMATISMOS Y CONTROL.**

El sistema integrado de supervisión, control y automatización de plantas depuradoras, permite mejoras con respecto a una explotación

tradicional: Ahorro de energía, disponibilidad del personal para tareas de reparación, mantenimiento y mejoras de explotación, al evitar que realicen tareas rutinarias de proceso.

La automatización se apoya en la instalación de equipos de control con lógica propia, distribuidos en la planta depuradora, lo más cerca posible de los Centros de Control de Motores, consiguiendo así un importante ahorro en cableado. Estos equipos son capaces de funcionar independientemente, compartiendo su información a través de su propia red local.

Los equipos comparten la información de forma que cada uno de ellos tiene los datos necesarios para la explotación, permitiendo que el punto de adquisición se encuentre conectado a otro equipo, pudiéndose descargar parte del proceso a los autómatas menos críticos o con menos carga de trabajo. Esta distribución facilita las tareas de puesta en marcha, mantenimiento, reparación y optimización, al ser más fácil de controlar, por el personal de explotación, una zona de la planta, que ésta en su totalidad.

Como sistema de supervisión se integra en la red de los autómatas un ordenador compatible al que se le incorpora un programa de representación de la planta. Un autómata análogo a los instalados en los centro de control de motores controla el sinóptico, recibiendo la información de campo a través de la red.

### **Control Distribuido.**

Los equipos de automatización se colocarán lo más cerca posible de los elementos de campo; como lugar habitual se sitúan en los mismos edificios que los centros de control de motores.

Debido a la estructura de red local de los equipos, aunque el

funcionamiento conjunto es idéntico al realizado por un solo equipo, se implementará el programa de control en aquel equipo más cercano al elemento a controlar, adquiriendo la información a través de la red si fuera necesario.

Los equipos distribuidos en planta se centrarán en cuatro áreas:

- Pretratamiento.
- Tratamiento Biológico.
- Espesamiento.
- Digestión, calefacción y deshidratación de fangos.

Por otro lado, los equipos de centralización del sistema afectan a:

- Sinóptico.
- Puesto central para la supervisión del proceso.

El puesto central de control se organiza bajo los siguientes conceptos:

#### Base de Datos.

La base de datos es accesible parcialmente desde display y en su totalidad a través de ordenador compatible.

Dispone de TAG y descripción para todas las entradas y salidas digitales y analógicas.

Se pueden invertir y simular señales con el equipo en funcionamiento. Etiquetas de estado para las digitales y las analógicas (con aislamiento independiente) se tratan en unidades de ingeniería.

### Programación.

El sistema está dotado de un potente conjunto de instrucciones, que le facilita la adecuación a cualquier tipo de proceso por complejo que sea. Como características principales podemos destacar:

- Posibilidad de dividir el programa en partes de funcionamiento independiente, que aunque pueden compartir información, se impide la parada general de la aplicación por un error de programación en una de ellas, o el que una de ellas pueda pararse o ralentizarse en espera de un dato programado o de campo, multiárea real.
- El programa incorpora instrucciones digitales y analógicas que pueden ser usadas conjuntamente.
- Capacidad de cálculo integrada en la aplicación.
- Lazos de control.
- Sub-rutinas con asignación dinámica de variables.
- Programación horaria.
- Posibilidad de ejecución paso a paso.

### Comunicación con el operador.

El operador podrá cambiar, arrancar y parar secuencias y cambio de valores con el equipo en funcionamiento.

### Software de control.

Por la naturaleza del elemento a tratar, no es posible aplicar ningún proceso predictivo como estructura de los programas de control ya que muchas veces las condiciones del proceso en el momento actual no tienen nada en común con las condiciones futuras.

Por este motivo, en aquellas partes en que es posible, se instalan soluciones "expertas" que intentan optimizar el proceso teniendo en cuenta las observaciones de los operarios de la planta, programando soluciones de "Lógica difusa" para determinadas etapas.

De la misma forma, debido a la heterogeneidad de los lazos de control tradicionales, deben ser controlados por el programa, para evitar operaciones que pudieran provocar averías en el sistema o dosificaciones excesivas.

Asimismo, el programa tiene variables fácilmente accesibles al operador, para que pueda modificar los parámetros del sistema, según le dicte su experiencia en la explotación, si se modifican, por ejemplo, condiciones ambientales que repercutieran en el proceso, u otros parámetros.

### Instrumentación de medida para el automatismos y control.

Los instrumentos de medida que suministran datos en continuo al puerto central de control son básicamente:

- Medida de caudal de agua bruta.
- Medida de pH en agua bruta.
- Medida de oxígeno disuelto en balsas biológicas.
- Medida de caudal de fangos en recirculación.

- Medida de fangos a digestión.
- Medida de pH en digestión.
- Medida de temperatura en digestión.
- Medida de caudales de gas producido en digestión.

Las diferentes sondas de nivel, horas de funcionamiento de las distintas máquinas, elementos de sincronismo en la generación de energía con el suministro del exterior, etc., son parámetros y datos introducidos en la base de datos para la experiencia y control de procesos.

#### **5.27. ACOMETIDA ELECTRICA EDAR.**

En la acometida a la planta en M.T. se han suprimido apoyos, dejando uno único para las protecciones externas y paso de aérea a subterránea. Para ello se ha consultado a la compañía suministradora.

#### **5.28 ELECTRICIDAD EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN.**

Debido a los reajustes en las potencias instaladas en cada uno de los CCM., se han recalculado las líneas de alimentación, cumpliendo el Reglamento de Baja Tensión.

La correspondiente alimentación a cada uno de los motores, sufre el mismo criterio de revisión que el de la instalación.

### 5.29. RESUMEN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

La U.T.E. IDECONSA-ASTEISA, ha introducido las modificaciones y los cambios necesarios para cumplir las exigencias del Pliego de Bases, e incluso para mejorar el aspecto visual y la estética de la planta. Conjuntamente se incrementa la funcionalidad de la planta, optimizándose el gasto energético, así como la explotación y el mantenimiento. Se tendrán en cuenta las medidas correctoras sobre impacto ambiental durante la ejecución de la obra.

## 6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.

La planta a construir queda perfectamente definida en el conjunto de planos que se adjunta. A continuación se resumen las características principales de cada uno de los elementos que comprenden la planta:

### LINEA DE AGUA

#### 6.1. OBRA DE TOMA Y BY-PASS.

Las aguas residuales y pluviales provinientes de la ciudad de HUESCA desaguan mediante un colector de 2 x 1,50 m. que vierte al río Isuela y que recoge los vertidos de dos colectores de sección ovoide denominados Colector General y Colector Sur.

En el punto de vertido actual se construye un aliviadero optimizado de labio redondeado, de 16 m. de longitud. En el caso de producirse aliviado, éste tiene acceso directo al río, con amplitud en la descarga y la correspondiente protección de escolleras.

El conjunto irá cubierto y de él deriva el colector circular de DN-1.000 mm., que se dirige a la planta. El primer tramo, hasta el pozo de ~~registro~~ <sup>resalto</sup> inmediato, tendrá una pendiente del 5‰, lo que ayuda a restringir el caudal permitido a la planta en un máximo de 1,9 m<sup>3</sup>/seg., cuya descripción y cálculos se exponen en el Anejo nº 6. "Cálculos Hidráulicos". A partir de aquí, hasta la parcela de la E.D.A.R., el colector discurre con una pendiente de alrededor de un 4‰. Cuando el colector llega ya a la planta, es de un diámetro nominal de 1.200 mm.

Ya en la planta, las aguas residuales entran en una arqueta previa al pozo de gruesos, provista de aliviadero y compuertas de by-pass.

Cuando las aguas que lleguen, sean superiores al caudal de dilución, esto es **4.332 m<sup>3</sup>/h.**, se producirá el aliviado de las mismas a través de un vertedero liso variable. Este vertedero contará con una pantalla deflectora, para evitar que se escapen sólidos en el momento del rebose.

Por medio de las compuertas de tajadera de aislamiento de entrada al pozo de gruesos y liberación directamente a by-pass, cabe la posibilidad de realizar, en la llegada a la planta, un by-pass general de toda la instalación.

En ambos casos el caudal aliviado se conducirá directamente al río.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº de aliviaderos previos a la parcela . . .	1	Ud.
- Longitud vertedero . . . . .	16	m.
- Cota vertedero . . . . .	57,03	m.
- Diámetro colector a la planta . . . . .	1.000/1.200	mm.
- Nº de aliviaderos en planta . . . . .	1	Ud.
- Longitud vertedero . . . . .	3,10	m.
- Cota vertedero . . . . .	50,00	m.
- Diámetro By-pass general . . . . .	1.200	mm.
- Nº de compuertas admisión planta . . . . .	1	Ud.
- Dimensiones hueco . . . . .	1,50 x 2,98	m.
- Nº de compuertas by-pass . . . . .	1	Ud.
- Dimensiones hueco . . . . .	1,50 x 2,98	m.

## 6.2. DESBASTE DE SOLIDOS.

### 6.2.1. Pozo de Gruesos.

Antes del predesbaste, desbaste grueso, se ubicará un pozo de gruesos con pórtico grúa. Los sólidos gruesos son evacuados mediante cuchara bivalva de 250 l. de capacidad, accionada por polipasto con botonera. Los sólidos son cargados en contenedores.

Los datos característicos del pozo de gruesos son:

- Longitud . . . . .	6,00	m.
- Ancho . . . . .	4,00	m.
- Superficie . . . . .	24,00	m <sup>2</sup> .
- Profundidad agua máxima . . . . .	1,38	m.
- Profundidad total . . . . .	4,88	m.
- Volumen total . . . . .	117,12	m <sup>3</sup> .
- Volumen a Q. máximo . . . . .	36,44	m <sup>3</sup> .
- Volumen a Q. punta . . . . .	32,65	m <sup>3</sup> .
- Tiempo de retención Q. media . . . . .	95,94	seg.
- Tiempo de retención Q. punta . . . . .	54,27	seg.
- Tiempo de retención Q máximo . . . . .	30,29	seg.
- N° de cuchara bivalva . . . . .	1	Ud.
- Capacidad . . . . .	250	l.
- Potencia . . . . .	5,5	CV.
- N° de contenedores . . . . .	2	Ud.
- Volumen útil unitario . . . . .	4	m <sup>3</sup> .

### 6.2.2. Desbaste Grueso.

En el mismo pozo de gruesos, a la salida del mismo, se dispone de

una reja de muy gruesos. La reja es recta, estática, de **150 mm.** de luz de paso. La limpieza se realiza manualmente, con la ayuda de un peine dispuesto en la misma cuchara de gruesos.

Los vertidos, pasan posteriormente a dos canales provistos de una reja automática de desbaste grueso, dicha reja se construye en barrotes metálicos y tiene una inclinación aproximada de **75°** en la dirección del flujo del agua. Estas rejas eliminan todos los sólidos con un tamaño igual o mayor que **50 mm.** En la práctica, la reja eliminará una proporción de sólidos con tamaños menores que los de paso.

La reja se limpia de forma automática con un peine (rastrillo) motorizado. Dicha limpieza es periódica, controlándose el motor por temporización. En caso de almacenamiento excesivo de residuos en la reja, lo cual daría como resultado una subida anormal del nivel del agua dentro de estos canales de desbaste, un detector de alto nivel cierra el by-pass del sistema de temporización y, simultáneamente pone en marcha el peine motorizado.

Los sólidos interceptados se vierten a una cinta y de aquí al contenedor.

El peine motorizado está dotado de un limitador de par para la protección del motor. El cambio de un canal a otro se realiza manualmente con compuertas en sus entradas.

Las características principales del sistema de desbaste son las siguientes:

- Nº de rejas de muy gruesos . . . . .	1	Ud.
- Luz de paso . . . . .	150	mm.
- Tipo de limpieza . . . . .	Manual, peine en cuchara bivalva.	

- Ancho	4	<del>mm.</del> m.
- Nº de canales desbaste grueso	2	Ud.
- Longitud útil	4,80	m.
- Anchura máxima	1,00	m.
- Altura máxima	4,03	m.
- Nº rejas de gruesos	2	Ud.
- Espacios entre barras	50	mm.
- Limpieza	Automática.	
- Nº de peines motorizados	2	Ud.
- Potencia	1,5	CV.
- Nº de cintas transportadoras	1	Ud.
- Longitud	5	m.
- Ancho	500	mm.
- Potencia	1,55	CV.
- Nº de contenedores	2	Ud.
- Volumen útil unitario	4	m <sup>3</sup> .
- Nº de compuertas de entrada	2	Ud.
- Dimensiones canal	1,00 x 4,00	m.
- Altura tablero	1,20	m.

De los canales de desbaste los vertidos se conducen directamente en flujo libre al bombeo a planta.

### 6.3. ELEVACION DE AGUA BRUTA.

Las aguas residuales llegan a través de los canales de desbaste al pozo de bombeo.

El agua residual, debe ser impulsada para que pueda discurrir por gravedad en las etapas siguientes.

En el criterio de dimensionamiento de la elevación del agua bruta, se ha mantenido las condiciones indicadas en el pliego de bases, razón por la cual se prevén 5 unidades, una de reserva, que son capaces de elevar la totalidad del caudal de dilución ( $4.332 \text{ m}^3/\text{h}$ ), o sea de  $1.083 \text{ m}^3/\text{h}$ . cada una.

El depósito de bombeo es de planta rectangular y tiene acceso suficiente para poder realizar su limpieza en caso necesario, y posee deflector de reparto previo.

Se consideran bombas centrífugas sumergibles, del tipo que se utilizan comúnmente para este servicio, todas iguales e intercambiables, con la curva de trabajo cuidadosamente elegida. El pozo de bombeo se optimiza y minimiza, con la altura de lámina de agua controlada y mantenida mediante medidor de nivel ultrasónico y automatismo, que regula el caudal de las bombas.

El agua entrante es elevada al mismo caudal de llegada. Una bomba sufre la regulación por medio de variador de frecuencia, en función de la señal recibida por el medidor de nivel de agua en el pozo. El aumento de caudal de la bomba, compensa la tendencia de elevación del nivel en el pozo con la llegada de un mayor volumen de agua.

Si el flujo de agua residual supera la capacidad de la bomba en servicio, está queda en régimen y arranca progresivamente una segunda, adaptándose igualmente al caudal entrante. Esta operación se repite aprovechando el resto de las bombas hasta alcanzar el máximo caudal prefijado. La disminución de llegada de agua supone la operación inversa, con la puesta fuera de servicio progresiva de las bombas.

Este sistema se adapta y eleva exclusivamente el caudal entrante, disminuyendo el consumo energético en base a dos conceptos: la potencia necesaria para poder realizar la impulsión del caudal real de llegada y el

máximo espaciado de los arranques, siendo éstos, además, del tipo progresivo, con lo que se optimiza el consumo eléctrico.

Las bombas centrífugas sumergibles, para las condiciones de trabajo aquí impuestas, tienen una potencia instalada del motor de **35 Kw**. La potencia real consumida, elevando los **1.083 m<sup>3</sup>/h.**, sería aproximadamente de **29 Kw**. Para los **540 m<sup>3</sup>/h.** (caudal mínimo) sería de **10 Kw**. De cualquier manera la relación es lineal, notándose el ahorro de consumo energético que podemos obtener con caudales mínimos, partiendo de los aproximadamente **6 Kw**. que necesitan las bombas para empezar a trabajar en las condiciones concretas de este caso.

Hay que tener en cuenta que este sistema nos permite impulsar en todo el rango posible de caudales de llegada, sin ningún tipo de discontinuidades. Con esta instalación sí que se puede bombear también en el rango entre el **100%** y el **150%** del caudal medio, al contrario que otros sistemas de autorregulación, en el que las bombas varían su caudal entre el **50** y el **100%** de su capacidad. Dentro de este intervalo se consumirían en nuestro caso, entre los **35** y los **39 Kw**. en total.

Esta capacidad de regular los caudales de elevación en continuo en todo el rango de agua bruta prevista, permite aprovecharse de las ventajas, en los procesos y operaciones posteriores, que supone la laminación de flujo que reciben.

La misma instalación puede funcionar también como un sistema tradicional de bombeo con bombas centrífugas sumergibles, como es la instalación realizada en la gran mayoría de casos. Se tiene que tener en cuenta que este pozo puede funcionar perfectamente como estación de elevación, con arranque en cascada de las bombas, según sondas de nivel.

Se prevé esta posibilidad como eventual sistema de emergencia, frente al medidor de nivel ultrasónico y automatismo, o para el caso en el que se desee trabajar en este régimen de bombeo discontinuo, con variaciones de lámina de agua en el pozo de bombeo.

Ante la posibilidad de acumulación de flotantes en este pozo de bombeo, se debería prever un sistema de succión y bombeo de flotantes, desplazable por toda la superficie del depósito. De esta manera, estos sobrenadantes son extraídos definitivamente de la línea de agua, siendo bombeados al concentrador de grasas.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº de pozos de bombeo . . . . .	1	Ud.
- Nº de bombas (1 reserva) . . . . .	5	Ud.
- Tipo . . . . .	Centrífuga sumergible.	
- Tipo de rodete . . . . .	Bicanal cerrado.	
- Paso de sólidos . . . . .	130 x 150	mm.
- Caudal . . . . .	1.100	m <sup>3</sup> /h.
- Presión de trabajo . . . . .	6,40	m.c.a.
- Potencia unitaria . . . . .	35	KW.
- Control (1 c/variad. frecuencia) . . . . .	Automático nivel constante.	
- Longitud del pozo de bombeo . . . . .	8,10	m.
- Anchura del pozo de bombeo . . . . .	4,30	m.
- Altura útil del pozo . . . . .	3,11	m.
- Volumen útil del pozo . . . . .	108,32	m <sup>3</sup> .
- Altura total del pozo . . . . .	6,90	m.
- Volumen total del pozo . . . . .	240	m <sup>3</sup> .

Las impulsiones de las bombas de **400 mm.** de diámetro, conduce los vertidos a canal de reparto al desbaste fino. En este canal se dispone de un rebose de emergencia del mismo, que retorna las aguas de nuevo al pozo de bombeo.

#### **6.4. DESBASTE DE SOLIDOS Y FINOS.**

Los vertidos, con un caudal punta de **2.166 m<sup>3</sup>/h.** y máximo de **4.332 m<sup>3</sup>/h.**, entran en 3 canales provistos de dos tamices autolimpiantes, y una reja de desbaste fino de reserva, dichos elementos se construyen en barrotes metálicos y tienen una inclinación en la dirección del flujo de agua. Los tamices autolimpiantes eliminan todos los sólidos con un tamaño igual o mayor que **3 mm.** para el desbaste de finos. En la práctica, dichos tamices eliminarán una proporción de sólidos con tamaños menores que los de paso.

El tamiz se limpia de forma automática con un movimiento relativo entre las placas escalonadas que lo forman. Este giro transfiere los residuos de una lámina a otra, elevándose, a lo largo del frente, hasta descargarse estos sólidos en la parte superior. Dicha limpieza es periódica, controlándose el motor por temporización. En caso de almacenamiento excesivo de residuos en el tamiz autolimpiante, daría como resultado una subida anormal del nivel del agua dentro del canal de desbaste, en ese instante, un detector de alto nivel, cierra el bypass del sistema de temporización y, simultáneamente pone en marcha el sistema de limpieza.

Los sólidos interceptados se vierten a una cinta transportadora que los conduce a la prensa de residuos.

Los sistemas están dotados de limitadores de par para la protección del motor. Sin embargo, para los casos de mantenimiento o eventual avería prolongada de uno de dichos tamices, y de acuerdo con los caudales

recibidos, se ha previsto un canal de desbaste de emergencia, paralelo, provisto de una reja de **15 mm.** de luz de limpieza automática, de características similares a las descritas en el desbaste grueso. Los residuos también caen en la misma cinta transportadora para ser depositados en la prensa de residuos. El cambio de un canal a otro se realiza manualmente con compuertas en sus entradas y salidas.

Los residuos caen de la cinta transportadora, canalizados por tolva, a una prensa compactadora. A la salida de ésta, otra cinta los transfiere a un contenedor u otro, dependiendo del llenado de éstos.

Las características principales del sistema de desbaste son las siguientes:

- Nº de canales (1 reserva) . . . . .	3	Ud.
- Longitud útil . . . . .	4,80	m.
- Anchura . . . . .	1,00	m.
- Altura máxima . . . . .	1,70	m.
- Nº rejas canal by-pass . . . . .	1	Ud.
- Espacios entre barras . . . . .	15	mm.
- Potencia motor limpieza . . . . .	1,5	CV.
- Nº tamices desbaste fino . . . . .	2	Ud.
- Tipo . . . . .	Autolimpiante escalones.	
- Espacios entre barras . . . . .	3	mm.
- Potencia . . . . .	5,5	CV.
- Nº de cintas transportadoras . . . . .	2	Ud.
- Longitud . . . . .	6	m.
- Ancho banda . . . . .	500	mm.
- Potencia . . . . .	1,5	CV.
- Nº de prensa de deshidratación . . . . .	1	Ud.
- Capacidad . . . . .	3	m <sup>3</sup> /h.
- Potencia . . . . .	3	CV.

- Nº contenedores . . . . .	2	Ud.
- Volumen útil unitario . . . . .	4	m <sup>3</sup> .
- Nº compuertas de entrada . . . . .	3	Ud.
- Dimensiones . . . . .	1,00 x 1,70	m.
- N <sup>a</sup> compuertas de salida . . . . .	3	Ud.
- Dimensiones . . . . .	1,00 x 1,70	m.

Del canal de operación los vertidos se conducen directamente a los desarenadores-desengrasadores.

#### 6.5. DESARENADO-DESENGRASADO.

Después de pasar por el desbaste grueso-fino, las aguas pasan por gravedad al desarenado-desengrasado donde se separan las arenas y otros sólidos de densidad equivalente, para evitar problemas de abrasión en los equipos de las etapas posteriores. En consecuencia, la misión fundamental de esta unidad es la de separar las arenas, así como sólidos finos flotantes.

El número de unidades es de tres.

El tipo de desarenador empleado es longitudinal y consiste en dos canales rectangulares construidos en obra de fábrica y calculado para que la velocidad de flujo horizontal a caudal máximo permita la sedimentación de las partículas, de tamaño igual o superior a **0,2 mm.** pero no menores.

Para evitar que para caudales menores puedan sedimentar también estas partículas no deseadas, cuyo mayor porcentaje está constituido por materia orgánica, o para evitar un acúmulo excesivo de residuos en el fondo

de la unidad, que provoquen el atascamiento de la bomba de extracción de arenas, está prevista la aireación del canal. Esta aireación produce en el agua la agitación suficiente para que no sedimenten estas partículas menores, pero sí las de tamaño superior, cuya caída no se ve impedida.

El aire es introducido por un colector con difusores de burbuja gruesa inatascables, dispuesto en un lateral de la unidad para la producción del flujo helicoidal adecuado para este tipo de sistema.

Las partículas sedimentadas son concentradas a lo largo del fondo del desarenador, el cual tiene una doble inclinación hacia el centro, donde se recogen los residuos. La extracción de estos sólidos se realiza mediante una bomba especial dispuesta sobre puente traslacional que lo eleva a un canal que los conduce al clasificador-lavador de arenas situado junto a los desarenadores.

Las aguas sobrantes, producto de la segunda separación arena-agua, se llevan por gravedad, junto con el vaciado de la unidad a cabecera de planta.

Pero como se citó anteriormente estas unidades, además de la función de desarenador, tiene la misión de desengrasador para la cual se ha previsto una zona paralela, separada por placas para evitar turbulencias y con una velocidad ascensional que permita la separación y flotación de las grasas desemulsionadas y todas aquellas partículas de densidad similar.

La extracción de estos residuos es por medio de una rasqueta superficial dispuesta en el puente traslacional, en la zona correspondiente a la unidad de desengrasado. Estas rasquetas empujan los aceites y grasas, junto con una cierta proporción de agua, sobre la rampa de vertido a una arqueta, donde por gravedad son llevadas a un concentrador-separador de grasas.

En este equipo se realiza una segunda separación del agua y las grasas. Esta separación se logra por la diferencia de peso específico entre las grasas que se acumulan en la parte superior y el agua que permanece por debajo. Luego, las aguas sortean una pantalla deflectora y a través de un vertedero rebosan en una arqueta, para ser llevadas junto al vaciado de la unidad a cabecera de planta. Las grasas sobrenadantes son empujadas mediante un mecanismo barredor de la superficie, rasquetas, a un contenedor de 4 m<sup>3</sup>. de capacidad.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Tipo de desarenador . . . . .	Longitudinal-aireado	
- Nº unidades en servicio . . . . .	3	Ud.
- Longitud . . . . .	25,00	m.
- Ancho zona desarenado . . . . .	2,30	m.
- Ancho zona desengrase . . . . .	1,25	
- Altura total . . . . .	4,06	m.
- Altura útil . . . . .	3,10	m.
- Volumen útil unitario . . . . .	209	m <sup>3</sup> .
- Superficie útil desarenador-desengrasado total . . . . .	88,75	m <sup>2</sup> .
- Velocidad circulación a Qmed.. . . . .	0,01	m/seg.
- Velocidad circulación a Qmáx.. . . . .	0,05	m/seg.
- Tiempo retención, Qmed. . . . .	34,74	min.
- Tiempo retención, Qmáx . . . . .	8,75	min.
- Nº puentes barredores . . . . .	3	Ud.
- Longitud . . . . .	4,15	m.
- Anchura . . . . .	1,00	m.
- Potencia . . . . .	0,50	CV.
- Compuerta de entrada:		
Tipo . . . . .	Tajadera.	
Ancho . . . . .	0,80	m.
Altura . . . . .	1,21	m.

**- Sistema de Aireación.**

- Nº de soplantes .....	3	Ud.
- Tipo .....	Motosoplantes.	
- Caudal unitario .....	755	m <sup>3</sup> /h.
- Altura manométrica .....	4,50	mca.
- Potencia unitaria .....	25	CV.
- Forma inyección aire .....	Difusores de burbuja gruesa.	
- Nº difusores por línea .....	61	Ud.

**- Sistema de Extracción de Arenas.**

- Tipo .....	Bomba centrífuga vertical en puente.	
- Caudal unitario .....	10	m <sup>3</sup> /h.
- Altura manométrica .....	5	mca.
- Potencia unitaria .....	1,50	CV.

**- Sistema de Lavado de Arenas y Recuperador de Agua.**

- Tipo .....	Tornillo sinfín.	
- Diámetro .....	200	mm.
- Caudal .....	30	m <sup>3</sup> /h.
- Potencia .....	0,75	CV.

### - Sistema de Extracción de Grasas y Flotantes.

Desnatador-recuperador de agua con rasquetas superficiales de dimensiones:

- Longitud útil . . . . .	3,50	m.
- Anchura útil . . . . .	1,50	m.
- Altura total (descarga) . . . . .	2,40	m.
- Volumen útil . . . . .	9,00	m <sup>3</sup> .
- Caudal . . . . .	13-36	m <sup>3</sup> /h.
- Nº barredores superficiales . . . . .	1	Ud.
- Potencia . . . . .	0,25	CV.

### 6.6. BY-PASS AGUA PRETRATADA.

Posterior a los desarenadores, en el canal común de salida, existe un **vertedero** y compuerta motorizada de regulación capaces de **aliviar** todo el exceso de caudal que sobrepase los **2.166 m<sup>3</sup>/h.**, caudal punta máximo previsto en la línea de tratamiento. Esta compuerta motorizada estará entonces comandada de acuerdo con el medidor de caudal que se encuentra a continuación. Estas aguas aliviadas son conducidas por una tubería **DN-1.000 mm.** al colector by-pass de la planta.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Canal unificación vertidos . . . . .	1	Ud.
- Anchura . . . . .	1,00	m.
- Altura total . . . . .	1,46	m.
- Longitud de vertedero . . . . .	4,19	m.
- Dimensiones compuerta regulación . . . . .	1,00 x 1,46	m.
- Potencia . . . . .	1,5	CV.

Las aguas que han atravesado el desarenado-desengrasado y con el caudal ajustado pasan al medidor de caudal.

**- Medición de Caudal.**

Las aguas que provienen del desarenador-desengrasador, entran en un canal equipado con un Parshall Flume.

Por encima de dicho canal se monta el medidor de caudal por ultrasonido que detecta con precisión el nivel de la lámina de agua, el cual se convierte en caudal.

El medidor está provisto de un transmisor, con lo que se dispone de indicación, registro y totalización al estar conectado con el sistema de control central.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº de unidades . . . . .	1	Ud.
- Tipo . . . . .	Parshall	
- Longitud del Flume . . . . .	610	mm.
- Anchura de garganta . . . . .	18"	
- Anchura canal de alojamiento . . . . .	1,50	m.
- Altura canal de alojamiento . . . . .	1,09	m.
- Rango de medición . . . . .	15 a 2.505	m <sup>3</sup> /h.

**6.7. OBRA DE REPARTO DE CAUDALES.**

La obra de reparto está incluida dentro del conjunto del tratamiento físico-químico ya que, a través de éste o por canal y vertedero independiente,

los caudales son repartidos para su posterior conducción a decantación primaria.

Las aguas que proceden del pretratamiento y medida de caudal llegan a una cámara donde se instalan 4 compuertas. Dos de estas compuertas de 0,86 m. de ancho alimentan o cierran el tratamiento físico-químico y las otras dos realizan la misma función al by-pass del mismo, en dos canales independientes de 1,00 m. de ancho, situados entre los floculadores, y que desemboca en sendos vertederos.

En primer lugar, si las aguas pasan por tratamiento físico-químico (cerradas compuertas en canales), estas se reparten en cada línea mediante el vertedero de alimentación existente entre Mezclador-Floculador, pasando al final del proceso a la arqueta de salida para alimentación al decantador correspondiente.

El segundo caso es, al no funcionar con el tratamiento físico-químico (cerradas compuertas alimentación), el agua pasa por los canales hasta los vertederos correspondientes y una vez pasados éstos, es conducida, mediante otros canales a las arquetas de salida antes mencionadas, para alimentación a decantadores.

Las características principales del reparto a decantación primaria son:

- Nº de vertederos de reparto . . . . .	2	Ud.
- Longitud . . . . .	3	m.
- Nº de compuertas . . . . .	4	Ud.
- Tipo . . . . .	Tajadera manual.	
- Dimensiones a Físico-Químico . . . . .	0,86 x 1,40	m.
- Dimensiones By-pass Físico-Químico . . . . .	1,00 x 1,40	m.

## 6.8. TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO.

Esta obra consta de dos líneas independientes formadas, cada una, por mezcla rápida y floculación. En esta fase se prevé toda la obra civil y determinados elementos como compuertas de entrada y vaciados. En un futuro, y cuando se considere necesario, se instalarán el resto de los equipos, como agitadores de mezcla y floculación y las instalaciones de dosificación de reactivos.

### - Cámaras de Mezcla Rápida.

Se construirán dos depósitos cúbicos por línea de **2,80 x 2,80 x 3,45 m.**, previstos para un agitador rápido para la eficiente mezcla de las aguas residuales con los reactivos.

El agua entra por su parte inferior pasando por vertedero hacia la segunda cuba y bajo muro hacia el floculador correspondiente.

El tiempo de retención a caudal medio será de **5 minutos**, que es suficiente para estas aguas.

Se vacía la cámara de mezcla a la cámara de floculación correspondiente.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº de líneas . . . . .	2	Ud.
- Nº de unidades por línea . . . . .	2	Ud.
- Dimensiones:		
* Longitud . . . . .	2,80	m.
* Anchura . . . . .	2,80	m.

* Altura útil . . . . .	3,45	m.
* Altura total . . . . .	3,81	m.
- Superficie unitaria . . . . .	7,84	m <sup>2</sup> .
- Volumen unitario útil . . . . .	27,00	m <sup>3</sup> .
- Tiempo retención (con cámara intermedia):		
* Qmedio . . . . .	5,99 (>5,0)	min.
* Qpunta normal . . . . .	3	min.

**- Tanque de Floculación.**

Se construirá para cada línea dos cubas de hormigón armado de 5,65 x 5,65 x 2,90 m. preparadas para la futura instalación de un floculador de palas de velocidad lenta.

El volumen de cada aparato garantiza un tiempo de retención a caudal medio de **20 minutos**.

El agua, procedente del mezclador, entra en el aparato por su parte inferior y sale por su parte superior para pasar seguidamente a las arquetas de alimentación a decantadores primarios.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº de líneas . . . . .	2	Ud.
- Nº de cubas por línea . . . . .	2	Ud.
- Dimensiones:		
* Longitud . . . . .	5,65	m.
* Anchura . . . . .	5,65	m.
* Altura útil . . . . .	2,90	m.
- Superficie unitaria . . . . .	31,92	m <sup>2</sup> .
- Volumen unitario por línea . . . . .	92,58	m <sup>3</sup> .

- Tiempo retención:

* Qmedio . . . . .	20,52	min.
* Qpunta . . . . .	10,26	min.

### 6.9. DECANTACION PRIMARIA.

Las aguas pasan del tratamiento Físico-Químico por una tubería de DN-600 mm., previo reparto a los dos decantadores primarios. Los dos tanques de sedimentación primaria son circulares de 26 m. de diámetro y 3,00 m. de altura recta en el vertedero, con un resguardo de 0,50 m.

Las aguas residuales entran en la parte superior del centro del tanque, tranquilizadas y dirigidas hacia abajo por campana central deflectora. Los sólidos sedimentan y se acumulan como fango en el fondo del tanque; un barredor de fondo, conducido por un puente giratorio, arrastra el fango de cada decantador a su poceta central, aumentada para conseguir mayor concentración, de donde se eliminan por presión hidrostática a un pozo de bombeo de fangos. Las aguas clarificadas se recogen en la parte superior del tanque por rebose sobre vertedero a un canal; el vertedero es dentado, del tipo Thompson.

El citado vertedero está protegido por una pantalla deflectora, que también retiene dentro del decantador las grasas y otros flotantes. Dichos flotantes se arrastran con un barredor de superficie hasta una tolva y, por gravedad, se dirigen a un pozo de bombeo de flotantes y grasas. La mezcla de agua y flotantes se bombea al concentrador-separador de grasas situado cerca del pretratamiento. La purga de los flotantes de la tolva es automática a través de una válvula de manguito elástico con su correspondiente electroválvula, actuando por interruptores finales de carrera que, a su vez, son accionados por el mismo puente giratorio en su acercamiento y alejamiento respecto a la tolva.

La purga de los fangos y el vaciado de las cubas se realiza por tuberías independientes de **DN-150 mm.**, desde la misma poceta de cada decantador con sus respectivas válvulas. La purga de fangos primarios se automatiza igualmente mediante válvula de manguito elástico comandada por electroválvula sobre el aire de maniobra.

Estos fangos se dirigen al pozo de bombeo de fangos primarios, descrito más adelante.

- Nº de unidades . . . . .	2	ud.
- Diámetro interior . . . . .	26	m.
- Altura recta bajo vertedero . . . . .	3,00	m.
- Altura recta total . . . . .	3,50'	m.
- Diámetro campana central . . . . .	3,60	m.
- Longitud del puente . . . . .	14,50	m.
- Potencia motor accionamiento . . . . .	0,50	CV.
- Veloc. periférica del puente . . . . .	84	m/h.
- Veloc. ascensional Qmedio . . . . .	1,02	m/h.
- Veloc. ascensional Qpunta . . . . .	2,04	m/h.
- Tiempo de retención, Qmedio . . . . .	2,94	h.
- Tiempo de retención, Qpunta . . . . .	1,47	h.
- Carga hidráulica s/vertedero, Qmedio . . . . .	7,04	m <sup>3</sup> /ml/h.
- Carga hidráulica s/vertedero, Qpunta . . . . .	14,07	m <sup>3</sup> /ml/h.
- Nº de tolvas flotantes por ud. . . . .	1	ud.
- Anchura de tolva . . . . .	0,80	m.
- $\phi$ válvula manguito salida flotantes . . . . .	100	mm.
- Nº de bombas de flotantes . . . . .	2	Ud.
- Tipo . . . . .	Centrífuga sumergible.	
- Caudal . . . . .	10	m <sup>3</sup> /h.
- Altura manométrica . . . . .	7	mca.
- Potencia . . . . .	1,65	CV.

El agua clarificada recogida por el canal perimetral se conduce al sistema de tratamiento biológico.

#### 6.10. REACTOR BIOLÓGICO.

El agua procedente de la decantación primaria es repartida, convenientemente, mediante compuertas tajaderas y vertederos a las dos balsas biológicas. En esta arqueta existe la posibilidad de aislar a todas y a cada una de las 2 líneas, con la posibilidad de by-passear el tratamiento biológico al río, en su totalidad o parcialmente.

#### - Activación, Nitrificación y Desnitrificación.

El agua residual previamente decantada entra directamente en las dos balsas biológicas de un volumen total por línea de **2.592 m<sup>3</sup>**, cuyas dimensiones han sido calculadas en base a un tiempo de retención hidráulico superior a las **4,79 horas** a caudal medio y una carga másica de **0,336 KgDBO/Kg MLSS-día**, con lo que se consiguen altos rendimientos en la degradación de la materia orgánica (superior al **88%**). Con esta relación entre la contaminación orgánica a degradar y la cantidad de microorganismos activos contenidos en el sistema, no sólo se consigue el rendimiento exigido de degradación de las sustancias orgánicas contenidas en el agua residuales, sino también nitrificación del nitrógeno amoniacal y del nitrógeno orgánico, así como una desnitrificación.

En operación normal, la concentración de fangos activados en el reactor (MLSS) se mantiene alrededor de **3.000 mg/l.**, siendo importante la recirculación de los lodos activados a partir de la decantación, considerándose alrededor del **150%** del caudal medio.

Los fangos activos recirculados entran a las balsas biológicas, en las primeras zonas llamadas zonas anóxicas, donde se produce la desnitrificación. Estas zonas que tienen un volumen de un **33%** del total del tanque, son agitadas por agitadores lentos de hélice de 2 palas de **32 rpm.** y de **2.500 mm.** de diámetro de **3 CV.** de potencia para mantener la mezcla en suspensión, pero sin recibir aireación. Las condiciones deficitarias en oxígeno provocan que determinados microorganismos del sistema comiencen la degradación y asimilación de la materia orgánica, utilizando el oxígeno contenido en los nitratos y nitritos formados en la etapa siguiente y recirculados junto con los lodos. De esta forma se elimina parte del nitrógeno contenido en las aguas residuales, que pasa a la atmósfera en forma de nitrógeno molecular.

La edad de fangos mínima necesaria en la zona aerobia debería ser de **3,06 días.**

Se ha calculado el volumen total de las balsas biológicas en más de **2.592 m<sup>3</sup>.**  $\{(8,65+25,92) \times 15 \times 5\}$ , por unidad para obtener una edad de fangos del orden de **4,25 días. (>3,06 días),** que permite obtener el rendimiento exigido.

Teniendo en cuenta los análisis de las aguas residuales realizados en **Abril de 1.996,** se han considerado una serie de factores muy importantes a la hora de dimensionar el tratamiento biológico y su aireación.

El alto contenido en NTK se refleja en las muestras compuestas (**70 ppm.**) y se tiene muy presente en el consumo de oxígeno previsto. Esta necesidad de aireación se calcula, además, considerando una temperatura del agua de **21° C.**

Siendo el factor punta de caudal de **2** y el de DBO<sub>5</sub> de **1,2,** a efectos de cálculo, el factor punta de contaminación es equivalente a **1,70.**

Se observa, por tanto, el desfase en el contenido de nitrógeno total Kjeldahl.

El vaciado de cada línea, se hará con válvulas de compuerta al pozo de vaciados central. El diámetro de las tuberías de vaciado será de **200 mm.**

El sistema de aireación está provisto de un sistema de **3 soplantes** (1 Ud. de reserva activa) de **3.500 N<sup>3</sup>/h** de capacidad unitaria, que suplen, junto con los agitadores lentos de hélice de 2 palas, de las zonas anóxicas, perfectamente las necesidades de oxígeno y mezcla previstas. Instalamos **1.472** difusores de membrana de burbuja fina de **2 a 7,5 Nm<sup>3</sup>/h/Ud.**, inatascables, adecuados también para aireación intermitente.

El sistema de aireación por burbuja fina es el más flexible y eficaz, a la vez que rentable. Es susceptible de optimizarse de forma apreciable, reduciendo aún más el consumo eléctrico, incidiendo en dos conceptos. Por un lado aumentando la capacidad específica de transferencia de oxígeno, lo que viene determinado por las características de los difusores, la superficie ocupada por los mismos y el caudal por unidad, conceptos que influyen en el tamaño de la burbuja, la profundidad a la que se introduce el aire también contribuye a la retención del aire en la balsa, etc.

El otro punto fundamental, se refiere al aire aportado, el cual se ha de ajustar al estrictamente necesario, para que el ahorro energético sea muy significativo. La forma más sencilla y eficaz de realizar esta optimización, pasa por la completa automatización del sistema, permitiendo que el suministro de aire se regule, en todo momento, en función de la demanda real de oxígeno, detectada en las balsas.

Se aprovecha que la reducción de la necesidad energética, es directamente proporcional a la disminución de caudal de aire, cuando decrece

el número de revoluciones de la soplante, siendo bajo el control de un variador de frecuencia.

Con este objetivo, se concibe a los medidores de oxígeno disuelto conectados a un controlador, que pueda actuar sobre un variador de frecuencia que regule a su vez el giro y aporte de aire de la soplante.

En cuanto al caudal de aire necesario, eligiendo correctamente la curva de las máquinas, puede ser perfectamente lineal respecto a las revoluciones. Se elige entonces atendiendo a las necesidades medias y máximas de aire previstas, con amplio margen por encima y por debajo de estos valores. De esta manera se consigue entonces una concentración de oxígeno en las balsas muy estable, lo cual beneficia al proceso y, ante todo, supone el máximo ahorro de energía.

Aconsejamos para dotar al sistema de mayor flexibilidad, de disponer de compuertas murales de interconexión entre las dos líneas y las zonas anóxicas. De esta manera se pueden disponer las dos zonas anóxicas en serie y realizar el reparto posteriormente en las zonas aerobias.

De esta forma se conseguiría condiciones anaerobias, en una de las zonas anóxicas, aprovechando momentos de baja carga en el agua residual. Hay que tener en cuenta que casi 2/3 partes de los vertidos son de origen industrial, por lo que es previsible cierta frecuencia de épocas de disminución de la carga.

Estas condiciones de ausencia de oxígeno, al realizar esta operación en la zona que no reciba recirculación de fangos, restituirá y mejorará el Índice Volumétrico de Fangos.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº de balsas (nº de líneas) . . . . .	2	Ud.
- Anchura útil total línea . . . . .	15,00	m.
- Longitud útil total . . . . .	34,57	m.
- Altura nominal del agua . . . . .	5,00	m.
- Altura total . . . . .	5,55	m.
- Superficie útil total . . . . .	1.037	m <sup>2</sup> .
- Volumen útil total . . . . .	5.185	m <sup>3</sup> .
- Nº de compuertas de reparto . . . . .	2	Ud.
- Dimensiones . . . . .	0,80 x 1,06	m.
- Nº de compuertas de by-pass . . . . .	1	Ud.
- Dimensiones . . . . .	1,10 x 1,06	m.

**- Zona Anóxica.**

- Nº cámaras desnitrificación . . . . .	2	Ud.
- Longitud útil . . . . .	8,65	m.
- Anchura útil . . . . .	15,00	m.
- Altura útil . . . . .	5	m.
- Volumen unitario útil . . . . .	648,75	m <sup>3</sup> .
- Concentración fangos activados . . . . .	3.000	mg/l.
- Nº agitadores sumergibles zonas anóxicas . . . . .	2	Ud.
- Velocidad de giro . . . . .	32	rpm.
- Potencia . . . . .	3	CV.
- Diámetro hélice . . . . .	2.500	mm.

**- Zona Oxica.**

- Nº balsas nitrificación . . . . .	2	Ud.
- Longitud útil . . . . .	25,92	m.
- Anchura unitaria útil . . . . .	15	m.

- Altura útil . . . . .	5,00	m.
- Volumen útil unitario . . . . .	1.944	m <sup>3</sup> .
- Concentración de fangos activados (MLSSV) . . . . .	3.000	mg/l.
- Tiempo de retención, Q. medio . . . . .	4,79	h.
- Edad del fango . . . . .	4,25	días.
- Edad del fango mínima para nitrificación . . . . .	3,06	días.
- Necesidad nominal O <sub>2</sub> (medio) . . . . .	12.434	KgO <sub>2</sub> /d.
- Necesidad nominal O <sub>2</sub> (máx.) . . . . .	18.830	KgO <sub>2</sub> /d.
- DBO eliminada . . . . .	4.575	KgDBO/d.
- Punta de caudal y DBO supuesta . . . . .	2/1,2	
- Punta de contaminación . . . . .	1,7	
- Coeficiente global transferencia con oxígeno en el licor mezcla . . . . .	0,524	
- Sistema de aportación de O <sub>2</sub> . . . . .	Aire insuflado.	
- Tipo . . . . .	Membrana de burbuja fina.	
- N° de difusores total . . . . .	1.472	Ud.
- N° de parrillas total . . . . .	4	Ud.
- N° de parrillas por balsa . . . . .	2	Ud.
- Calado máximo del difusor . . . . .	4,70	m.
- Aportación específica difusor . . . . .	2-7,5	Nm <sup>3</sup> /h.
- N° soplantes (1 reserva) . . . . .	3	Ud.
- Q. disponible aire unitario . . . . .	1.510/4.050	Nm <sup>3</sup> /h.
- Potencia instalada . . . . .	125	CV.
- Altura manométrica . . . . .	6	mca.

De la balsa pasamos a decantación por presión hidrostática, previo reparto a las dos líneas.

## 6.11. DECANTACION SECUNDARIA.

### - Reparto a Decantacion Secundaria.

Las aguas a la salida de las balsas biológicas se reúnen y se conducen por tubería de 1.000 mm. de diámetro a una obra de reparto, a cada una de las líneas de decantación secundaria. Cada uno de los clarificadores recibe su caudal regulado por vertedero, con compuerta de tajadera previa, para el cierre de la línea.

En esta misma obra se prevé la arqueta para el reparto a la ampliación en un tercer decantador. En un futuro se instalará la compuerta y se realizaría el vertedero correspondiente.

Adosada a la obra se encuentra la arqueta de llaves de purga de flotantes de la decantación secundaria.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº de vertederos de reparto . . . . .	2	Ud.
- Longitud . . . . .	1,50	m.
- Nº compuertas aislamiento . . . . .	2	Ud.
- Dimensiones . . . . .	0,75 x 1,35	m.

### - Decantación Secundaria.

La clarificación final del efluente se realiza en dos tanques de sedimentación secundaria, que son convencionales, del tipo flujo radial.

Las aguas conteniendo sólidos biológicos entran en la parte superior del centro del tanque, donde se distribuyen a través de una campana

circular. Los sólidos se sedimentan y acumulan como fangos en el fondo del tanque; un barredor de fondo, conducido por un puente giratorio, arrastra el fango a una poceta central, de donde se eliminan por presión hidrostática a un pozo de bombeo para su extracción posterior. Esta poceta central se ve modificada e incrementada para conseguir mayor concentración de los lodos sedimentados. El efluente clarificado se recoge en la parte superior del tanque por rebose a un canal perimetral; el vertedero es dentado del tipo Thompson.

El sistema está dotado también de rasqueta superficial para la recogida de flotantes. Estos son vertidos a una tolva en un punto de la superficie del decantador, la purga es automática y se dirigen al pozo de bombeo de sobrenadantes, desde donde se impulsarán a cabecera de planta o al concentrador de fangos biológicos por flotación.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº de unidades . . . . .	2	Ud.
- Diámetro interior . . . . .	34	m.
- Superficie unitaria . . . . .	907,92	m <sup>2</sup> .
- Diámetro campana central . . . . .	5,00	m.
- Altura recta bajo vertedero . . . . .	3,00	m.
- Altura recta total . . . . .	3,50	m.
- Volumen útil . . . . .	2.723,76	m <sup>3</sup>
- Longitud del puente . . . . .	18,50	m.
- Potencia motor accionamiento . . . . .	0,75	CV.
- Velocidad periférica puente . . . . .	90	m/h.
- Velocidad ascensional, Qmedio . . . . .	0,60	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
- Velocidad ascensional, Qpunta . . . . .	1,19	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
- Tiempo de retención, Qmedio . . . . .	5,03	h.
- Tiempo de retención, Qpunta . . . . .	2,52	h.
- Carga hidráulica sobre vertedero Q. medio . . . . .	5,30	m <sup>3</sup> /m·h.

- Carga hidráulica sobre vertedero		
Q. punta . . . . .	10,61	m <sup>3</sup> /m·h.
- Nº tolvas flotantes por ud. . . . .	1	Ud.
- Anchura tolva . . . . .	0,80	m.
- $\phi$ válvula manguito salida . . . . .	100	mm.
- Nº bombas de flotantes . . . . .	2	Ud.
- Tipo . . . . .	Centrífuga sumergible.	
- Caudal . . . . .	20	m <sup>3</sup> /h.
- Altura manométrica . . . . .	12	m.c.a.
- Potencia . . . . .	4	CV.
- Diámetro purga fangos . . . . .	450	mm.

#### 6.12. DEPOSITO DE AGUA TRATADA.

Las aguas tratadas pasan de los decantadores secundarios a un depósito donde se retienen antes del vertido final al río. De esta manera se prevé la posibilidad de desinfectar las aguas en un caso de emergencia, por ejemplo ante determinadas epidemias. Hoy día no se recomienda realizar este proceso de forma cotidiana, ya que se demuestra que, una cloración de las aguas vertidas, supone más bien un perjuicio al equilibrio y capacidad autodepuradora del cauce receptor.

Por esta razón se concibe una cuba de cloración flexible, con dos capacidades posibles. Mediante un juego de compuertas, se puede elegir entre un volumen normal de unos **190 m<sup>3</sup>**, o añadirle un canal anejo de unos **255 m<sup>3</sup>**. de capacidad útil. De esta manera, el sistema completo, cuba de cloración y colector de vertido, está preparado para una eventual necesidad de realizar una desinfección final del agua tratada.

Para la respuesta rápida ante la eventualidad de necesitarse la

cloración, se recomienda disponer de la dosabomba apropiada en almacén, susceptible de aspirar y dosificar a partir de los depósitos comercializados de hipoclorito sódico.

El depósito de agua tratada tiene otra misión importante en condiciones normales de funcionamiento. Supone una reserva de agua tratada para su recuperación como agua de servicio y riego, dentro de las instalaciones de la planta.

Para ello se dispone de una arqueta de bombeo de agua industrial, adosada al depósito de agua tratada, en el tramo de funcionamiento normal. Las bombas horizontales, con aspiración en carga y directa de la cuba de cloración, se describen en el correspondiente capítulo de tratamiento de agua clarificada.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº depósitos agua tratada . . . . .	1	Ud.
- Nº de divisiones . . . . .	2	Ud.
- Longitud total . . . . .	20,50	m.
- Ancho total . . . . .	8	m.
- Capacidad cuba principal . . . . .	190	m <sup>3</sup> .
- Capacidad cuba adicional . . . . .	255	m <sup>3</sup> .
- Nº de compuertas . . . . .	3	Ud.
- Tipo . . . . .	Manual con volante y husillo.	
- Dimensiones . . . . .	1,00 x 1,00	m.

## LINEA DE FANGOS

La línea de fangos constituye el conjunto de procesos y operaciones relacionados con el tratamiento de los lodos en exceso, que contienen los elementos contaminantes separados del agua hasta su disposición final. La recirculación de fangos activados está íntimamente relacionada con el funcionamiento del tratamiento biológico como se mencionó anteriormente. No obstante se incluye en este apartado, al estar sus elementos relativamente integrados en el sistema de tratamiento de lodos.

### 6.13. PURGA Y RECIRCULACION DE FANGOS BIOLÓGICOS.

Los fangos activados recogidos en las pocetas centrales de los decantadores secundarios se conducen por presión hidrostática, y a través de tubería de **DN-450 mm.**, a un pozo de bombeo. Este pozo se encuentra adosado a la cámara seca de llaves para las válvulas de cierre de la purga, estando el conjunto contiguo a un tanque de aireación.

En esta misma obra se encuentran integrados los bombes de fangos en excesos y flotantes de la decantación secundaria.

La recirculación de los fangos se realizará por medio de 3 bombas sumergidas indicadas para fangos. Estas impulsan los lodos a la entrada a las zonas anóxicas, siendo el caudal medio horario previsto para la recirculación de **541 m<sup>3</sup>/h.** sobre el caudal medio de agua a tratar, pudiéndose llegar hasta el **150 %** del caudal medio en el caso necesario.

La impulsión de la recirculación se divide en dos ramales, cada uno a una balsa anóxica. Las dos líneas de recirculación están dotadas de

sendos medidores electromagnéticos de caudal en tubería. La medida del caudal de los fangos recirculados es para conocimiento y datos de proceso, como para la regulación en la optimización del mismo.

La separación de la recirculación en dos ramales permite el aumento de la flexibilidad mencionada en el capítulo de tratamiento biológico. La forma de la entrada de los fangos en la misma balsa anóxica, que aquí se ha concebido, permite, no sólo no verter fangos en caso de realizar un by-pass parcial del tratamiento biológico, sino principalmente minimizar la introducción de oxígeno en cubas de condiciones anóxicas, o incluso anaerobias.

Las características principales del sistema son:

**\* Bombeo Fangos Biológicos:**

- Nº de pozos . . . . .	1	Ud.
- Longitud pozo recirculación . . . . .	5,50	m.
- Longitud total pozo . . . . .	8,40	m.
- Anchura . . . . .	3,20	m.
- Altura total . . . . .	3,64	m.
- Altura útil . . . . .	3,26	m.
- Volumen total . . . . .	97,84	m <sup>3</sup> .
- Volumen zona recirculación . . . . .	64,06	m <sup>3</sup> .
- Volumen útil total . . . . .	87,62	m <sup>3</sup> .
- Volumen útil zona recirculación . . . . .	57,37	m <sup>3</sup> .
- Nº de bombas de recirculación (1 reserva) . . . . .	3	Ud.
- Tipo de bombas . . . . .	Centrífuga sumergible canal	
- Caudal . . . . .	541	m <sup>3</sup> /h.
- Altura manométrica . . . . .	4,5	mca.
- Potencia . . . . .	15	CV.

#### 6.14. BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS.

Los fangos recogidos en las pocetas centrales de ambos decantadores primarios se conducen, por presión hidrostática, a una arqueta de purga de fangos primarios. Dicho fango, en la forma más compacta posible, se extrae en partes iguales de cada poceta de cada decantador y de manera suave. Las tuberías de salida de fangos de **DN-150 mm.** de cada decantador están provistas de válvulas de accionamiento neumático; el aire necesario se suministra de la red de aire de servicio que se describe más adelante. La programación de la purga se realiza desde el centro de control, actuando alternativamente sobre las electroválvulas, igualando así las cantidades extraídas de cada decantador, según las necesidades.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº de válvulas neumáticas . . . . .	2	Ud.
- Diámetro nominal . . . . .	150	mm.
- Válvulas de compuerta DN-150 . . . . .	4	Ud.
- Nº electroválvulas de 3 vías . . . . .	2	Ud.
- Diámetro nominal . . . . .	6	mm.

En caso de avería, cada válvula neumática, así como cada electroválvula, está acompañada de dos válvulas manuales para su total aislamiento, permitiendo así su desmontaje.

La programación de purga se ajustará de acuerdo con las experiencias de la operación normal de la planta, para prevenir la acumulación progresiva de fangos en los decantadores primarios.

Los fangos primarios purgados se dirigen a un pozo de bombeo que

los impulsa a un tamizado o directamente al espesador por gravedad, así como un by-pass de estos dos elementos, al depósito tampón de fangos mixtos.

Las características principales del sistema son:

- Nº bombas fangos primarios . . . . .	2	Ud.
- Nº bombas funcionamiento normal . . . . .	1	Ud.
- Caudal unitario . . . . .	70	m <sup>3</sup> /h.
- Altura manométrica . . . . .	7	m.c.a.
- Potencia . . . . .	5,7	CV.
- Diámetro impulsión . . . . .	100/150	mm.
- Funcionamiento . . . . .	Automático	
- Destino . . . . .	Tamizado y espesador por gravedad	

### **6.15. TAMIZADO DE FANGOS.**

Los fangos primarios pueden pasar, antes de su espesado, por un tamizado que prevenga de posibles sólidos que serían perjudiciales en la digestión anaerobia.

Para este servicio se prevé un microtamiz de tambor rotativo, con **3 mm.** de luz de paso, que siendo un elemento sencillo y robusto, tiene probada eficacia para este trabajo en concreto, estando además, la máquina elegida, con capacidad por encima de los caudales previstos.

Los residuos retenidos se vierten directamente a contenedor. El vertido directo a contenedor de estos sólidos está indicado, demostrándose en la práctica en numerosas plantas de tratamiento de características similares.

Los fangos así tamizados entran en la campana de distribución del espesador por gravedad, o se vierten directamente al depósito tampón de los fangos mixtos. Como ya se ha mencionado, cabe la posibilidad de hacer by-pass de este elemento.

El conjunto de equipos del tamizado de fangos se encuentra en una sala que dispone de desodorización.

Las características principales del sistema son:

- Nº tamices fangos primarios .....	1	Ud.
- Tipo .....	Microtamiz rotativo.	
- Luz de paso .....	3	mm.
- Caudal de fangos .....	70/140	m <sup>3</sup> /h.
- Diámetro .....	632	mm.
- Longitud .....	1.800	mm.
- Potencia .....	1,5	CV.
- Nº de contenedores .....	2	Ud.
- Tipo .....	Móvil con tapa.	
- Volumen .....	1.100	l.

#### 6.16. ESPESADOR DE GRAVEDAD.

Los fangos primarios se conducen a la campana de distribución de un espesador circular de baja carga. El espesamiento se consigue por decantación.

El espesador tendrá un diámetro de **13,00 m.** y una altura recta en vertedero de **3,50 m.** El volumen útil será de **465 m<sup>3</sup>.**

La compactación y espesamiento del fango está ayudado por una reja giratoria de peines, de accionamiento central de 1 CV. de potencia; el acceso a la unidad es por pasarela. Un barredor de fondo, que forma parte de la reja giratoria de peines, arrastra el fango espesado a una pequeña poceta central de donde se extrae por gravedad o por bombeo.

La fase acuosa rebosa a un canal perimetral en la parte superior del espesador, de donde se conduce a cabecera de planta.

La purga y trasiego de fangos espesados a la cámara de mezcla con los fangos biológicos flotados se realiza a través de tubería de DN-100 mm., en la cual se instala una válvula de accionamiento neumático, para la automatización de la operación. También se dispone de válvula para trasegar los fangos espesados directamente al digestor anaerobio, mediante sus bombas de alimentación.

El vaciado del espesador se hará por tuberías de DN-100 mm. con válvula de compuerta manual, correspondientes a la red de vaciados, al pozo central de vaciados.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº de unidades instaladas	.....	1	Ud.
- Dimensiones:			
Diámetro	.....	13	m.
Altura cilíndrica útil	.....	3,5	m.
Altura cónica útil	.....	0,98	m.
- Superficie	.....	132,73	m <sup>2</sup> .
- Volumen total útil	.....	464,56	m <sup>3</sup> .
- Carga superficial:			
Media	.....	0,21	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Punta	.....	0,32	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.

- Carga de sólidos . . . . .	37,80	Kg/m <sup>2</sup> /día.
- Sistema de acumulación de lodos . . . . .	Rasquetas.	
- Potencia motorreductor . . . . .	1	CV.
- Concentración a la salida . . . . .	55	Kg/m <sup>3</sup> .
- Caudal de fangos espesados . . . . .	91,23	m <sup>3</sup> /día.
- Tiempo de retención . . . . .	33,33	h.
- Caudal sobrenadante . . . . .	243,29	m <sup>3</sup> /día.
- Destino sobrenadante . . . . .	Cabecera de planta.	

### 6.17. FANGOS EN EXCESO.

Para extraer los fangos biológicos en exceso se instalarán 2 bombas sumergibles de 33 m<sup>3</sup>/h. de caudal unitario, una de reserva, y de una potencia unitaria de 2,7 CV., que estando en el mismo pozo de bombeo, trabajan independientemente de las bombas de recirculación, estando también regulados automáticamente por el centro de control.

Los fangos en exceso se bombean por tuberías ascendentes de DN-100 mm. y un colector de impulsión común de DN-150 mm. al flotador espesador de fangos biológicos en exceso, disponiendo de by-pass de éste, directamente al depósito tampón de fangos mixtos.

Este sistema está integrado y extrae los fangos de un apartado dentro del mismo pozo de recirculación, donde vierten las purgas de fangos de los decantadores.

Un medidor electromagnético de caudal en tubería, permite conocer y almacenar el dato del volumen de fango extraído.

El vaciado del pozo se realiza por una de las bombas instaladas.

Las características técnicas principales del sistema son:

- Producción de fangos . . . . .	3.660	Kg/día.
- Concentración media . . . . .	0,70	%.
- Nº bombas instaladas . . . . .	2	Ud.
- Nº unidades funcionamiento . . . . .	1	Ud.
- Tipo . . . . .	Centrífuga vortex.	sumergible
- Caudal unitario . . . . .	33	m <sup>3</sup> /h.
- Potencia unitaria . . . . .	2,7	CV.
- Diámetro de la tubería . . . . .	150	mm.
- Altura manométrica . . . . .	10	m.c.a.
- Tiempo de purga . . . . .	16	h.
- Destino . . . . .	Cámara de mezcla fangos mixtos.	

#### 6.18. ESPESADOR DE FLOTACIÓN.

Los fangos en exceso se espesan en una unidad de flotación, dotada de rasqueta de superficie para los fangos flotados, y una rasqueta de fondo para la eliminación de los fangos que decanten.

La extracción de fangos en exceso para ser flotados conviene que sea de la forma más continua posible, ya que es así como se obtiene el mejor rendimiento en la unidad de flotación.

Para dar mayor capacidad de producción a la unidad de flotación se dispone de equipo para la adición de polielectrolito a los fangos en exceso a flotar.

La flotación diseñada es del tipo indirecto. En ella, el agua a tratar se introduce en la base del flotador y es un agua de otro origen, en este caso

procedente de recirculación del mismo flotador, la que se presuriza y se introduce, asimismo, en la base del flotador, sirviendo únicamente como vector del aire.

El agua de recirculación o presurizada se introduce, por medio de bombas centrífugas, a un balón de presurización en el que se satura de aire, el cual es suministrado a presión constante por un compresor.

El nivel en el balón de presurización se mantiene aproximadamente constante, ya que existe un interruptor de nivel y válvula reguladora de nivel automática.

El aire así introducido a presión sobre una capa de agua se disuelve en la misma y, más tarde, se expansiona por un sistema regulable que permite liberar las burbujas de aire que van a servir de soporte a los fangos para ser flotados.

El sistema de expansión consta, esencialmente, de dos puntos de pérdida de carga, uno de pérdida de carga grosera constituido por una válvula de compuerta, y otro de una pérdida de carga de afino constituida por una válvula de despresurización, cuya apertura o cierre se produce de forma simétrica respecto al eje de la tubería.

Se han previsto unos manómetros a colocar antes y después de la pérdida de carga, para un fácil control de las presiones óptimas por lo que respecta a la producción de un abundante número de burbujas por c.c.

La producción de fangos flotados es abundante, por lo que el sistema de extracción de superficie consta de 6 brazos rascadores.

Se ha previsto la posibilidad de automatizar la purga de fangos decantados en el flotador, mediante válvula de manguito de accionamiento neumático.

Los fangos flotados se dirigen a una cámara de mezcla para unirse a los fangos primarios antes de introducirse en la digestión.

En este trasiego y en la mezcla con los fangos primarios espesados, los fangos extraídos del flotador perderán las burbujas de aire y, por tanto, el oxígeno que llevan, que aunque está presente en cantidades pequeñas, podría retardar el proceso de digestión anaerobia.

Las características técnicas principales del sistema son:

- Diámetro interior . . . . .	9	
- Profundidad lateral del agua . . . . .	2	m.
- Profundidad total . . . . .	2,15	m.
- Pendiente solera hacia centro . . . . .	1:12	
- Arqueta central de fangos:		
Diámetro superior . . . . .	1,00	m.
Diámetro inferior . . . . .	0,30	m.
Profundidad . . . . .	0,60	m.
- Recogida de fangos flotados . . . . .	6 brazos radiales.	
- Recogida fangos decantados . . . . .	2 brazos radiales.	
- Potencia motorreductor . . . . .	1,5	CV.
- Diámetro tubería de entrada . . . . .	150/250	mm.
- Longitud caja recogida/flotantes . . . . .	2,6	m.
- Diámetro pantalla deflectora . . . . .	7,70	m.
- Carga hidráulica:		
Media . . . . .	0,82	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h.
- Carga superficial . . . . .	57,53	Kg/m <sup>2</sup> .día.
- Concentración de salida . . . . .	40	Kg/m <sup>3</sup> .

- Caudal fangos espesados .....	91,50	m <sup>3</sup> /d.
- Tiempo de retención medio .....	3,85	h.
- Calderín de presurización:		
Diámetro .....	900	mm.
Altura cilíndrica .....	1.900	mm.
Volumen .....	1.350	litros.
Tiempo de retención .....	1,19	minutos.
Presión de operación .....	4,5	Kg/cm <sup>2</sup> .
- Porcentaje de recirculación:		
Purga decantador .....	150/200	%.
- Caudal de recirculación máximo .....	68	m <sup>3</sup> /h.
- Sistema .....	Bomba centrífuga horizontal.	
- N° unidades instaladas .....	2	Ud.
- N° unidades en funcionamiento .....	1	Ud.
- Caudal unitario .....	68	m <sup>3</sup> /h.
- Altura manométrica .....	51	m.c.a.
- Potencia unitaria .....	25	CV.
- Diámetro tubería .....	150	mm.
- Velocidad máxima .....	1,07	m/sg.
- Sistema de aireación .....	Compresor	
- N° de unidades instaladas .....	2	Ud.
- N° unidades en funcionamiento .....	1	Ud.
- Caudal unitario .....	18	Nm <sup>3</sup> /h.
- Presión .....	5,1	Kg/cm <sup>2</sup> .
- Sistema preparación reactivo .....	Equipo compacto automático.	
- Reactivo .....	Polielectrolito.	
- Dosis .....	0,9	mg/l.
- Peso diario .....	0,47	Kg/día.
- Dilución de la preparación .....	0,5	%.
- N° de cubas .....	1	Ud.
- N° de compartimentos .....	3	Ud.
- Volumen útil total .....	700	l.

- Sistema de agitación . . . . .	Electroagitador.		
- Nº de electroagitadores . . . . .	2		Ud.
- Potencia unitaria . . . . .	0,5		CV.
- Nº dosificadores volumétrico producto seco . . . . .	1		Ud.
- Capacidad . . . . .	hasta 1		Kg/h.
- Potencia . . . . .	0,33		CV.
- Forma de alimentación . . . . .	Bomba dosificadora.		
- Nº de unidades instaladas . . . . .	2		Ud.
- Nº de unidades en servicio . . . . .	1		Ud.
- Caudal máximo unitario . . . . .	120		l/h.
- Caudales de trabajo . . . . .	0 - 120		l/h.
- Altura manométrica . . . . .	50		mca.
- Potencia unitaria . . . . .	0,16		CV.

#### 6.19. MEZCLA Y BOMBEO DE FANGOS ESPESADOS Y FLOTADOS.

Los fangos tanto primarios espesados, como biológicos en exceso flotados, se mezclan en una cámara dotada de agitador. Como también se ha mencionado anteriormente, de esta forma pierden los fangos biológicos el aire de flotación y se pueden bombear ya los fangos homogeneizados directamente a digestión.

Los fangos mixtos homogeneizados son enviados con bombas de tornillo helicoidal, descritas más adelante, mediante aspiración directa de la cámara de mezcla por una tubería de impulsión de **DN-100 mm.** hasta el digestor anaerobio. La aspiración se puede realizar a dos alturas, flexibilizando la operación.

El caudal de fangos que es introducido en la digestión es medido por caudalímetro magnético en tubería instalado en la impulsión de las bombas antes citadas.

La cámara va cubierta, y se tienen las instalaciones necesarias para desodorizarla mediante el equipo instalado en el edificio de tamizado de fangos anejo.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº de unidades . . . . .	1	Ud.
- Dimensiones:		
Largo . . . . .	4	m.
Ancho . . . . .	3	m.
Altura . . . . .	2,50	m.
- Volumen total útil . . . . .	30	m <sup>3</sup> .
- Tiempo de retención medio . . . . .	3,94	h.
- Sistema de homogenización . . . . .	Agitador sumergible de hélice marina.	
- Diámetro de las palas . . . . .	190	mm.
- Velocidad . . . . .	1.450	r.p.m.
- Potencia . . . . .	2	CV.
- Caudal de fangos espesados . . . . .	182,69	m <sup>3</sup> /día.
- Caudal horario (12 h/d) . . . . .	15,22	m <sup>3</sup> /h.

## 6.20. DIGESTION ANAEROBIA

### - Introducción

La digestión será de alta carga y en una sola etapa, con un tiempo de retención superior a **20 días** y una carga de materia volátil inferior a **2 KgSSV/m<sup>3</sup>.d.**

Las características principales del sistema son:

- Tipo de fango . . . . .	Mixto
---------------------------	-------

- Sólidos totales . . . . .	8.678	Kg/d.
- Sólidos volátiles . . . . .	80,0 % 6.942	Kg/d.
- Sólidos minerales . . . . .	20,0 % 1.736	Kg/d.
- Concentración . . . . .	4,75	%
- Volumen (S.Tot.(Kg/d) / 47,5Kg/m <sup>3</sup> ) . . . . .	182,7	m <sup>3</sup> /d.

### - Tamaño y forma del digestor

El digestor es de forma cilíndrica, con los extremos superior e inferior en cono truncado, y construido en estructura de hormigón post-tensado.

El volumen útil es de **3.670 m<sup>3</sup>**., con una altura total de **25,5 m.** y un diámetro interior de **16,20 m.** La altura de la parte cilíndrica es de **13,20 m.** El fondo del digestor, con un ángulo de inclinación de **45°** y una altura de **7,25 m.**, permanece enterrado. La pendiente del techo del tanque es de **3/4**.

Sobre la cubierta superior se instala la cúpula de gas y el mezclador de fango, así como los dispositivos de seguridad y control.

El digestor lleva apoyada sobre la parte superior cónica, una arqueta donde se ubicarán los elementos de extracción de fangos del digestor, las tuberías de rebose y la trampa de espumas de la línea de gas.

Las características principales del sistema son:

- Tipo . . . . .	Alta carga.	
- Nº de etapas . . . . .	1	etapa.
- Nº de digestores instalados . . . . .	1	Ud.
- Volumen de digestión requerido . . . . .	3.670	m <sup>3</sup> .

- Forma del digestor . . . . .	Cilíndrico con conos truncados en sus extremos.	
- Diámetro . . . . .	16,20	m.
- Altura total interna . . . . .	24,15	m.
- Tiempo de retención . . . . .	20	días.
- Carga volumétrica:		
Sólidos totales . . . . .	2,36	KgMS/m <sup>3</sup> /d.
Sólidos volátiles . . . . .	1,89	KgMV/m <sup>3</sup> /d.
- Rendimiento en eliminación de volátiles .	45	%.
- Sólidos volátiles eliminados . . . . .	3.124	Kg/d.

**- Alimentación del digestor**

La introducción del fango espesado mixto (se ha mezclado previamente) al digestor se realiza mediante bombas volumétricas de tornillo excéntrico, funcionando en continuo, de modo que suministren **183 m<sup>3</sup>/d.** Se instalarán dos bombas, una de las cuales permanece en reserva.

La línea de impulsión será en tubería de acero al carbono **DN-100.**

La alimentación del fango se produce una vez mezclado el fango fresco con el fango caliente recirculado antes de ser introducido en el digestor. De esta forma el fango frío es precalentado, con lo que se reducen las necesidades del intercambiador de calor, y se consigue una mayor uniformidad térmica.

Las características principales del sistema son:

- Caudal de fangos . . . . .	183	m <sup>3</sup> /d.
- Duración del bombeo . . . . .	24	h/d.
- Tipo de bombas . . . . .	Tornillo excéntrico (Mono).	
- Número de bombas instaladas . . . . .	2	Ud.

- Número de bombas en servicio . . . . .	1	Ud.
- Caudal medio por bomba . . . . .	7,6	m <sup>3</sup> /h.

**- Sistema de mezclado del digestor**

El sistema de mezclado está constituido por un mezclador de fango, tipo HALBERG MFS4 o similar, de **9 Kw.** de potencia.

El mecanismo consiste en una bomba de hélice anclada a la parte superior del digestor, produciendo a través de un tubo vertical una circulación forzada de los fangos. Este tubo de acero inoxidable 304L es totalmente independiente del mezclador y se sujeta mediante tirantes a la estructura del digestor, quedando el propulsor, una vez instalado, introducido en la parte superior de dicho tubo. La unidad se acciona por un motor eléctrico acoplado directamente al eje del propulsor. El elemento es fácilmente extraíble desde la superficie superior del tanque, sin necesidad de introducirse en el mismo.

La bomba pueden operar en ambas direcciones, aunque la dirección de transporte habitual es de arriba a abajo. No obstante, variando el sentido, se consigue combatir la formación de costra flotante, al rociar sobre su superficie los fangos extraídos del fondo.

El contenido total de la cámara de digestión está sometido a una recirculación de **7-10** veces por día. Es decir, la bomba de mezcla es capaz de impulsar el volumen total del digestor al menos siete veces cada día. La capacidad del equipo es, en este caso, de **1.250 m<sup>3</sup>/h.** Se consigue así la mejora del proceso biológico y la uniformidad en la producción de biogas. Esto supone una ventaja para la utilización del gas, así como para la minimización del tamaño necesario de gasómetro.

Las tuberías de la línea de fangos estarán fabricadas en acero al carbono, excepto las conducciones dentro del digestor, que serán de acero inoxidable. Las válvulas de la red serán de compuerta o guillotina.

Las características principales del sistema son:

- Agitación de digestor

- Sistema de agitación . . . . .	Mezclador de fango.	
- Duración de la agitación . . . . .	24	h/d.
- Caudal de impulsión mezclador . . . . .	1.250	m <sup>3</sup> /h.
- Potencia absorbida . . . . .	9	KW.

- Bombeo recirculación de fangos

- Caudal de recirculación por línea . . . . .	2.900	m <sup>3</sup> /d.
- Duración del bombeo . . . . .	22	h/d.
- Tipo de bombas . . . . .	Centrífugas.	
- Nº de bombas instaladas . . . . .	2	Ud.
- Nº bombas en funcionamiento por línea . . . . .	1	Ud.
- Caudal unitario . . . . .	95	m <sup>3</sup> /h.

- Línea de gas y almacenamiento

Inicialmente el biogas es recogido en la bóveda del digestor y conducido, para lo que se dispone una cúpula de gas, construida en acero inoxidable y de diámetro DN-1000. Esta cúpula lleva un dispositivo hidráulico de protección ante sobrepresiones o vacío. En la conducción de salida, en la

arqueta superior del digestor, se intercala una trampa de espumas con el fin de evitar el desarrollo de espumas en el interior de la misma, lo cual podría originar graves problemas y alterar el correcto funcionamiento de los equipos que integran la línea de gas.

El gas es conducido hacia el gasómetro mediante tubería de acero inoxidable, diámetro 100 en los tramos al descubierto y PEAD en los tramos enterrados. Todas las conducciones de gas tienen una pendiente del 1%, de forma que en los puntos más bajos de las mismas, tanto en la salida de gas hacia receptores, como en la entrada del gasómetro desde el digestor, existen 2 cajas purgadoras para eliminación de condensados, que son enviados a cabecera de planta. Dichas cajas purgadoras, están ubicadas en una arqueta de 3 x 3 x 2,10 m. adosada al gasómetro. De la caja purgadora ubicada en la línea de entrada de gas al gasómetro parte la conducción hacia la antorcha. Esta antorcha sólo entrará en funcionamiento cuando exista un excedente de gas. La regulación de su arranque, se realiza a partir de la medida del contenido de gas en el gasómetro. Así, cuando se alcanza el 99% de capacidad se envía una señal al PLC, que a su vez manda la orden al cuadro de control de la antorcha para que se ponga en marcha. La antorcha tiene una altura total de 5 m., y es capaz de quemar hasta 277 m<sup>3</sup>/h., un 250% del caudal medio horario.

El gasómetro es tipo seco y baja presión, de doble membrana. La membrana interna, que es la que realiza la función de depósito, consiste en una esfera truncada de una sola pieza, con diámetro 10,67 m. y altura de 8,54 m., construida en tejido de poliéster recubierto de PVC y encolado con una película que garantiza la estanqueidad a los gases. La membrana externa cumple una función de protección y tiene un diámetro de 11,27 m. (9,28 m. en la base) y una altura de 8,84 m. Su capacidad es de 570 m<sup>3</sup>., lo que supone un volumen superior al 20% de la producción diaria. Desde él se realiza el suministro de gas a los puntos de consumo (caldera y motogenerador)

El gasómetro trabaja a una presión de **20 mbar.**, la cual se consigue mediante un ventilador centrífugo que suministra un caudal de aire de **1.000 m<sup>3</sup>/h.** entre las dos membranas. Esto posibilita, al mismo tiempo, el sustento de la membrana externa.

El volumen del gas en el gasómetro se controla mediante un medidor ultrasónico de nivel situado en la parte superior del mismo. Este equipo mide realmente el nivel del lastre que lleva la membrana interna en su extremo superior, pero conociendo la altura se puede saber en cada instante al volumen almacenado.

Existe asimismo una válvula de seguridad hidráulica para evitar sobrepresiones dentro del gasómetro.

Por último, incluye también una válvula de registro que indica la presión entre las 2 membranas, y las regula liberando aire en caso de sobrepresiones.

La salida del gasómetro, independiente de la llegada, conduce el gas hacia los distintos receptores. Previo a la alimentación de los mismos, se instala un filtro de grava, que elimina impurezas del gas y actúa también como purgador de condensados. La línea se completa con los equipos de compresión, que se aseguran la elevación de la presión desde los **20 mbar.** de almacenamiento del biogas hasta **50 mbar.**, presión idónea para el funcionamiento del motor y del quemador de la caldera. Para ello se instalan 2 motoventiladores de **110 m<sup>3</sup>/h.**, uno de ellos en reposo para evitar paradas del sistema en caso de avería o mantenimiento del primero.

La línea de alimentación a la caldera, será de diámetro **DN-65**, mientras que la que suministre gas al motor es de **DN-80**, ambas en acero inoxidable. Antes de la entrada a los equipos, en la conducción se incluyen las correspondientes rampas de gas, consistentes en apagallamas, válvulas

de corte, filtro, regulador de presión, y válvulas solenoides, para regulación y seguridad del sistema.

Como ya se ha comentado, las tuberías de la línea de gas, serán de acero inoxidable **AISI 304 L**, cuando están al exterior, y de Polietileno de alta densidad, en caso de estas enterradas.

Las características principales del sistema son:

- Sólidos volátiles eliminados . . . . .	3.124	Kg/d.
- Producción específica de gas . . . . .	0,85	KgSVelim.
- Gas producido . . . . .	2.655	kcal/m <sup>3</sup> .
- Capacidad calorífica del gas . . . . .	5.500	kcal/m <sup>3</sup> .
	6,4	KWh/m <sup>3</sup> .
- Calor total diario disponible . . . . .	14.605.074	kcal/m <sup>3</sup> .
	16.983	KWh/m <sup>3</sup> .
- Tipo de gasómetro . . . . .	Doble membrana a baja presión.	
- Nº de gasómetros . . . . .	1	Ud.
- Volumen . . . . .	570	m <sup>3</sup> .
- Capacidad real. Tiempo de retención . . .	5	h.
- Porcentaje sobre producción diaria . . . . .	21,5	%.
- Gas diario excedente . . . . .	2.655	m <sup>3</sup> /d.
- Caudal mínimo de gas a quemador . . . . .	51	m <sup>3</sup> /h.
- Caudal máximo teórico (sin caldeo) . . . . .	111	m <sup>3</sup> /h.
- Capacidad del quemador elegido: (150% de sobrecapacidad) . . . . .	275	m <sup>3</sup> /h.

### - Calentamiento de los digestores

El tanque de digestión funciona en el rango mesofílico de temperaturas, entre **35 y 37 °C**. El sistema de calentamiento está basado en la recirculación del fango del digestor y en la utilización de un intercambiador

de calor de agua externo. La incorporación del lodo fresco se realiza en el circuito de recirculación de fango mezclándose mediante un inyector-mezclador tubular con el fango caliente recirculado antes de su paso a través del intercambiador. Se consigue así el precalentamiento de los fangos entrantes y la consiguiente reducción del intercambiador. Este eleva la temperatura de la mezcla a los **35-37 °C.** requeridos en el digestor.

Se instalará un intercambiador de tipo monotubular, con una capacidad de **400 Kw. (340.000 Kcal/h).** Constará de **5** tramos de **5,50 m.** de longitud, con un conducto interior por donde circulará el fango de **150 mm.** de diámetro y otro exterior de **DN-200,** por la que pasará el agua caliente.

Normalmente se aprovechará la energía calorífica generada por el motogenerador en la línea de recuperación de energía, a través de la refrigeración del motor y de los gases de escape del mismo para calentar el agua del circuito de intercambio. Para ello se instala el sistema de recuperación en el motor y las tuberías entre dicho motor y un dispositivo hidráulico que permitirá la alimentación del intercambiador. Es posible también calentar el agua mediante una caldera, que será utilizada en la situación de arranque de la digestión en períodos en que los motores no estén en funcionamiento, podrá calentarse el digestor y el fango fresco mediante una caldera.

Esta caldera tiene una potencia de **420 Kw. (360.000 Kcal/h).**

El combustible utilizado será el propio biogas generado en la digestión, si bien podrá usarse alternativamente gasóleo; indispensable para los momentos en los que no exista producción de biogas (fase de puesta en marcha, por ejemplo). Se instalan, por tanto, las instalaciones complementarias para el almacenamiento y conducción del gasóleo, consistentes básicamente en un depósito de **20.000 l.,** las bombas de alimentación al quemador y la rampa de gasóleo correspondiente.

Por otra parte, todas las conducciones de la línea de agua caliente y las de recirculación de fangos y alimentación al digestor llevarán un sistema de aislamiento térmico para reducir las pérdidas de calor por radiación, formado por lana de vidrio y recubrimiento de chapa de aluminio.

Las características principales del sistema son:

Calor total requerido:

- Calentamiento de fangos frescos . . . . .	221,34	Kwh/h.
- Pérdidas de calor por transmisión . . . . .	101,07	Kwh/h.
- Calor total requerido . . . . .	322,41	Kwh/h.
	277.271	Kcal/h.

Intercambiador de Calor:

- Tipo de intercambiadores . . . . .	Tubular (tubos concéntricos)	
- Calor total requerido . . . . .	7.738	kWh/d.
- Duración del caldeo . . . . .	24	h/d.
- Calor necesario ( $Q_r = Q_T \times 24 \text{ h/d}$ ) . . . . .	322	kWh/h.
- Número de intercambiadores . . . . .	1	Ud.
- Factor de reserva . . . . .	20	%.
- Capacidad del intercambiador elegido . . . . .	400	kW.
	344.000	kcal/h.
- Diámetro intercambiador conducto fango . . . . .	DN-150	mm.
- Diámetro intercambiador conducto agua . . . . .	DN-200	mm.
- Longitud de los tramos . . . . .	5,50	m.
- N° de tramos . . . . .	5	Ud.

Caldera de Agua Caliente:

- Tipo . . . . .	Pirotubular con quemador dual biogas/gasóleo.
------------------	-----------------------------------------------

- Calor requerido . . . . .	322	kWh/h.
- Nº de calderas . . . . .	1	ud.
- Rendimiento global en calderas . . . . .	8	%.
- Factor de reserva . . . . .	10	%.
- Capacidad de la caldera adoptada . . . . .	420	kW.
	360.000	Kcal/h.

Depósito auxiliar de gasóleo:

- Material . . . . .	Chapa de acero.
- Volumen . . . . .	20.000 l.
- Ubicación . . . . .	Enterrado.
- Servicio: . . . . .	Caldera, en arranque digestión o emergencia.

Bombas de Agua Caliente:

- Tipo . . . . .	Centrífugo "in line".
- Calor requerido en intercambiadores . . . . .	322 kW/h.
- Duración del caldeo . . . . .	24 h/d.
- Caudal . . . . .	30 m <sup>3</sup> /h.
- Nº de bombas . . . . .	2 Ud.
- Nº de bombas en servicio . . . . .	1 Ud.

**6.21. DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO DE FANGOS DIGERIDOS.**

Como depósito tampón y de homogeneización de fangos, se instala previo a las instalaciones de secado, un depósito de **12 m.** de diámetro y ~~3,60~~<sup>4,70</sup> m. de profundidad, para almacenamiento y regulación con capacidad suficiente par absorber las puntas de caudal de fangos digeridos y regular el caudal a deshidratar, puesto que los filtros, tienen un funcionamiento de nueve horas diarias, durante cinco días a la semana.

Para conseguir la agitación de los fangos en este depósito, y así evitar la estratificación de los mismos, se instala un agitador mezclador de velocidad lenta, que asegura la mezcla de los fangos y su homogeneización.

De este depósito aspirarán los grupos motobombas de fangos a secar.

El depósito se cubre y se realiza una aspiración del aire por parte del equipo de desodorización instalado en el edificio industrial anejo.

Las características principales del sistema son:

- Nº de depósitos fangos digeridos . . . . .	1	Ud.
- Diámetro . . . . .	12	m.
- Altura útil . . . . .	3,60	m.
- Superficie total . . . . .	113,10	m <sup>2</sup> .
- Volumen útil . . . . .	407,15	m <sup>3</sup> .
- Tiempo de retención medio . . . . .	2,22	d.
- Nº de agitadores . . . . .	1	Ud.
- Tipo . . . . .	Vertical.	
- Tipo hélice . . . . .	Sabre.	
- Diámetro hélice . . . . .	2.300	mm.
- Velocidad salida reductor . . . . .	43	rpm.
- Potencia motor . . . . .	5,5	Kw.

## **6.22. DESHIDRATACION DE FANGOS. FILTRO BANDA**

### **6.22.1. Bombeo de Fangos Digeridos a Secado.**

Los fangos digeridos se trasiegan por medio de 3 bombas de tornillo helicoidal tipo mono, una a cada uno de los filtros banda y la tercera

de reserva común.

Para este servicio las bombas están dotadas de capacidad de regular el caudal de bombeo. Estas bombas están situadas en la sala de secado.

Las características técnicas principales del sistema son:

- Nº Bombas trasiego fangos (1 reserva) .	3	Ud.
- Tipo . . . . .	Tornillo Helicoidal excéntrico de caudal variable.	
- Caudal . . . . .	4-17	m <sup>3</sup> /h.
- Presión de trabajo . . . . .	15	mca.
- Potencia . . . . .	4	CV.

### 6.22.2. Máquina de Secado.

Las máquinas de deshidratación de los fangos son filtrobanda.

Los fangos digeridos entran en un mezclador cónico donde se mezclan con un floculante polimerizado (polielectrolito); al salir del mezclador, los fangos quedan parcialmente floculados. Se optimiza la floculación en un reactor floculador dinámico previo al filtrobanda. A continuación, por un sistema de vertedero, se distribuyen uniformemente a los tambores de predeshidratación; a la salida de dichos tambores los fangos han alcanzado una concentración de un **10%**.

A través de las cajas de alimentación, los fangos predeshidratados se distribuyen uniformemente a los filtros de banda propiamente dicho, donde por presión, alcanzan una concentración igual o mayor que el **25%**. Se recomendaría la instalación de una zona de postprensado, para asegurar estos resultados.

Para el contralavado de la tela de las bandas de filtración se emplea agua de servicio de la planta, que se bombea de un depósito vecino en el edificio industrial. Dicha agua se bombea con dos bombas de **16 m<sup>3</sup>/h.** a presión **100 m.c.a.** y de una potencia de **20 CV.** a los aspersores de contralavado. El agua de servicio se produce con agua tratada, que se recicla y tamiza como se describirá más adelante, hecho este importante para los aspersores del filtrobanda, que se recomienda funcionen con agua filtrada a **200 µm.**

La torta de fangos sale de las máquinas y cae a cintas transportadoras que la lleva hasta las bombas de tornillo helicoidal, tipo mono que impulsan los fangos hasta el silo de almacenamiento.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Días útiles a la semana . . . . .	5	días.
- Horas de funcionamiento . . . . .	9	h/día.
- Nº de unidades . . . . .	2	Ud.
- Longitud banda superior . . . . .	19.100	m.
- Longitud banda inferior . . . . .	16.900	m.
- Anchura de banda . . . . .	2.000	mm.
- Materia seca absoluta a tratar . . . . .	432	Kg/Ud.
- Potencia . . . . .	3	CV.
- Nº de reactores de mezcla . . . . .	1	Ud.
- Diámetro . . . . .	636	mm.
- Altura . . . . .	1,85	m.
- Potencia . . . . .	1	CV.

Comprende:

- \* Mezclador cónico.
- \* Reactor de mezcla.
- \* Pre-deshidratación.
- \* Filtro-banda.

\* Bomba de presión.

\* Cuadro de mandos individual con sistema de control automático.

- Nº de bombas lavado telas	3	Ud.
- Tipo	Horizontal	
- Caudal	16	m <sup>3</sup> /h.
- Presión	100	mca.
- Potencia	20	CV.

### 6.22.3. Preparación y Dosificación de Polielectrolito.

La unidad de preparación de la solución de polielectrolito al 0,5% es un equipo compacto de preparación automática en continuo del reactivo. La instalación está dotada de dosificador volumétrico de reactivo seco, agitadores de mezcla, electroválvula de admisión de agua, sondas de nivel y todos los equipos anejos necesarios para el funcionamiento.

Se dispone, además, de un depósito independiente de almacenamiento y dilución de polielectrolito.

La solución de polielectrolito se dosifica con 3 bombas dosificadoras, una de reserva de 0,50 CV., al sistema de deshidratación, inyectándola al mezclador cónico descrito anteriormente. Dicha solución se puede diluir "en línea", previo al citado mezclador cónico, para asegurar que la reactividad del polímero sea optimizada.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Reactivo	Polielectrolito	
- Dosis	4	Kg/Tn.
- Peso diario	31,10	Kg/día.
- Dilución de la preparación	0,5	%.

- Nº de cubas . . . . .	1	Ud.
- Nº de compartimentos . . . . .	3	Ud.
- Volumen total . . . . .	1,75	m <sup>3</sup> .
- Nº depósitos adicionales . . . . .	1	Ud.
- Capacidad . . . . .	4,8	m <sup>3</sup> .
- Sistema de agitación en preparación . . .	Electroagitador.	
- Nº de electroagitadores . . . . .	2	Ud.
- Potencia unitaria . . . . .	0,5	CV.
- Nº dosificador volumétrico producto seco	1	Ud.
- Caudal unitario . . . . .	hasta 4,2	Kg/h.
- Potencia . . . . .	0,33	CV.
- Forma de alimentación . . . . .	Bomba dosificadora.	
- Nº de unidades instaladas . . . . .	3	Ud.
- Nº de unidades en servicio . . . . .	2	Ud.
- Caudal máximo unitario . . . . .	750	l/h.
- Caudales de trabajo . . . . .	140-750	l/h.
- Altura manométrica . . . . .	60	m.c.a.
- Potencia unitaria . . . . .	0,50	CV.

#### **6.22.4. Evacuación de Fangos Secos a su Destino Final.**

Los fangos secos caen del filtrobanda en una cinta transportadora que recoge la producción de ambas máquinas. Esta cinta vierte en una segunda que dirige los lodos a dos bombas de tornillo especiales para la impulsión de fangos deshidratados. Una bomba es reserva de la otra.

Estas bombas elevan los lodos, por tuberías independientes, a una tolva de fondo plano, con sistema especial rompe bóveda y de descarga a camión, el cual se coloca bajo el silo.

La tolva cerrada se comunica mediante un tubo con la sala de secado, para la desodorización conjunta.

Se llevarán los fangos secos con camión a un vertedero municipal.

Las características técnicas principales del sistema son las siguientes:

- Volumen de fangos secos .....	31,10	m <sup>3</sup> /día.
- Peso de fangos secos .....	32,66	Tm/día.
- Nº de tolvas .....	1	Ud.
- Volumen unitario .....	80	m <sup>3</sup> .
- Potencia mecanismo extractor .....	2 x 3	CV.
- Tiempo de almacenamiento .....	3,60	días.
- Destino final .....	Vertedero de fangos	
- Nº de cintas transportadoras .....	2	Ud.
- Ancho de cinta .....	500	mm.
- Longitud primera cinta .....	10	m.
- Potencia .....	3	CV.
- Longitud segunda cinta .....	10	m.
- Potencia .....	3	CV.
- Nº bombas elevación (1 reserva) .....	2	Ud.
- Tipo .....	Tornillo helicoidal especial fangos secos.	
- Caudal .....	1/5	m <sup>3</sup> /h.
- Presión .....	160	mca.
- Potencia .....	15	CV.
- Diámetro impulsión .....	125	mm.

## 6.23. EDIFICIOS. OBRA CIVIL.

### 6.23.1. Edificio Industria. Reactivos, Digestión Deshidratación y Servicios.

Se proyecta la ejecución de un solo edificio de carácter industrial que se ubicará junto a las etapas del proceso al que está asociado, es decir, entre el pretratamiento y la línea de fangos.

La fachada principal mira a la explanada dispuesta entre el edificio y el pretratamiento y que sirve para recoger todos los residuos que se producen en la planta.

El edificio es de planta rectangular de dimensiones exteriores 42,00 x 13,40 m., desarrollándose en una sola planta, y tiene una altura de 5,20 m. entre acera y cara inferior del alero.

Está construido con estructura de hormigón armado formada por zapatas y vigas centradoras en cimentación, pilares en estructura vertical, y vigas prefabricadas y de hormigón "in situ" en estructura horizontal, formando, junto con el forjado una estructura porticada y arriostrada totalmente.

El forjado está formado por viguetas semirresistentes de hormigón pretensado, bovedilla cerámica, y capa de compresión con armadura de reparto incorporada.

Las dimensiones de los elementos descritos, situación y características de los mismos, se indican en los planos correspondientes. El cerramiento exterior se proyecta mediante fábrica de bloque de hormigón hidrófugo, cara vista, de 40 x 20 x 20 cm., de color a determinar por la Dirección Facultativa.

La textura lisa es la que predomina en las fachadas del edificio, sin embargo se realiza un zócalo de 60 cm. de altura con textura rugosa y distinto color. Este mismo tratamiento se realiza sobre las esquinas del edificio, así como en los encintados perimetrales que se realizan, tal como se indica en los planos de alzados que se acompañan.

La cubierta es a cuatro aguas y está formada por tabiquillos conejeros de ladrillo hueco, tablero de machihembrado cerámico, capa de compresión, y cobertura de teja curva, con sus correspondientes remates y formación de cumbrera y limatesas.

El alero es de hormigón armado y vuela 50 cm. sobre los pilares de la estructura.

El revestimiento de los paramentos verticales interiores se realiza mediante enfoscado de mortero de cemento Portland, mientras que el paramento horizontal se reviste con pasta de yeso, siendo el acabado final de todos ellos el pintado con pintura plástica.

El pavimento está formado por solera de hormigón de 20 cm. de espesor con acabado de capa de mortero de cemento Portland continuo ruleteado.

Perimetralmente dispone de una acera de hormigón de 1,00 m. de anchura, rematada por bordillo 25 x 15 x 12 de hormigón prefabricado con doble capa extrafuerte.

Las ventanas son de aluminio anodizado, acristaladas con vidrio doble.

Las puertas son metálicas, de perfiles de hierro conformado en frío, tanto en las practicables como en las abatibles, siendo estas últimas las que cierran los huecos destinados a acceso de camiones.

Las distintas áreas distribuidas en el edificio son las siguientes:

- **Area de deshidratación:** Donde se disponen los filtros banda y las bombas de alimentación de fangos y lavado de telas.
- **Area de reactivos:** Se preverá el espacio necesario para los reactivos y equipos para el tratamiento físico-químico y se instalarán los elementos de polielectrolito para el tratamiento de fangos.
- **Area de digestión:** Se dispone en ella los equipos correspondientes a calefacción y agitación de digestión.
- **Area de servicios:** Consta de un depósito para agua tratada y filtrada de donde aspiran las bombas de lavado de filtros banda y los grupos de presión de servicio. Aquí también se instala el filtro autolimpiable de agua tratada enviada desde la cuba de cloración.
- **Sala de cuadros eléctricos:** Dispuesta junto a la entrada principal y en ella se instalan los cuadros eléctricos de las áreas descritas anteriormente.
- **Sala de recuperación de energía:** Se instala en ella el grupo motogenerador y el resto de los equipos para la recuperación de energía.

### 6.23.2. Edificio de Explotación y Control.

Se proyecta un edificio de dos plantas situado en la entrada de la parcela y en su parte central.

De forma rectangular, tiene una dimensiones exteriores de 16,20 x 11,00 m. y una altura de 6,12 m. entre acera y cara inferior de alero.

La distribución del edificio es la siguiente:

<u>Planta baja:</u>	<u>Sup. útil</u>	
- Hall y escalera .....	28,60	m <sup>2</sup> .
- Sala de personal .....	36,18	m <sup>2</sup> .
- Sala bomba calor .....	6,00	m <sup>2</sup> .
- Aseo .....	5,08	m <sup>2</sup> .
- Vestuario .....	12,17	m <sup>2</sup> .
- Almacén .....	11,98	m <sup>2</sup> .
- Despacho .....	16,00	m <sup>2</sup> .
- Laboratorio .....	36,87	m <sup>2</sup> .
	<hr/>	
<b>Total superficie útil .....</b>	<b>152,88</b>	<b>m<sup>2</sup>.</b>

<u>Planta primera:</u>	<u>Sup. útil</u>	
- Hall y escalera .....	18,97	m <sup>2</sup> .
- Sala de reuniones .....	37,30	m <sup>2</sup> .
- Aseo .....	4,50	m <sup>2</sup> .
- Despacho jefe planta .....	27,19	m <sup>2</sup> .
- Despacho .....	20,10	m <sup>2</sup> .
- Sala de control .....	42,19	m <sup>2</sup> .
	<hr/>	
<b>Total superficie útil .....</b>	<b>150,25</b>	<b>m<sup>2</sup>.</b>

Está construido con estructura de hormigón armado formada por zapatas y vigas centradoras en cimentación, pilares en estructura vertical, y vigas prefabricadas y de hormigón "in situ" en estructura horizontal, formando, junto con los forjados, una estructura porticada y arriostrada totalmente.

El forjado está formado por viguetas semirresistentes de hormigón pretensado, bovedilla cerámica, y capa de compresión con armadura de reparto incorporada.

Las dimensiones de los elementos descritos, situación y características de los mismos, se indican en los planos correspondientes.

El cerramiento exterior se proyecta mediante muro de dos hojas formado por hoja exterior de fábrica de bloque de hormigón hidrofugado, caravista, de 40 x 20 x 20 cm., de color a determinar por la Dirección Facultativa, cámara de aire con aislamiento térmico incorporado a base de manta de fibra de vidrio de 70 mm. de espesor, y hoja interior de fábrica de ladrillo hueco doble colocado a panderete.

La textura lisa es la que predomina en las fachadas del edificio, sin embargo se realiza un zócalo de 60 cm. de altura con textura rugosa y distinto color. Este mismo tratamiento se realiza sobre las esquinas del edificio, así como en los encintados perimetrales que se realizan, tal como se indica en los planos que se acompañan.

La distribución interior se realiza de fábrica de ladrillo hueco doble tabicón de 9 cm. de espesor, excepto el cierre de caja de escalera y Hall que se realiza de fábrica de ladrillo hueco doble de ½ pie de espesor.

La cubierta es a cuatro aguas y está formada por tabiquillos conejeros de ladrillo hueco, tablero de machihembrado cerámico, y capa de compresión sobre la que se coloca la cobertura de teja curva, con sus

correspondientes remates y formación de cumbrera y limatesas. Asimismo, entre los tabiquillos conejeros, se coloca aislamiento térmico a base de manta de fibra de vidrio de 70 mm. de espesor.

El alero es de hormigón armado y vuela 50 cm. sobre el muro de cerramiento.

El revestimiento de los paramentos verticales interiores se realiza mediante aplicación de pasta de yeso, excepto en aseos, vestuarios, almacén, laboratorio y sala bomba de calor que se revisten con enfoscado de mortero de cemento Portland, siendo el acabado final de todos ellos el pintado con pintura al temple liso, excepto en aseos, vestuarios y laboratorio cuyo acabado final es alicatado con azulejos cerámicos esmaltados de color blanco.

Los techos de las distintas dependencias se revisten con pasta de yeso con acabado de pintura al temple liso, exceptuando los techos de aseos y vestuarios que se pintan con pintura plástica.

El pavimento del edificio está formado por solado de gres en todas las dependencias, si bien hay que decir que en la sala de control se realiza un recrecido del pavimento con acabado de tarima de madera.

El revestimiento de los peldaños de la escalera es, también, solado de gres, colocando, además, mamperlán de roble como remate de los mismos.

La solera de planta baja es de hormigón, de 20 cm. de espesor, y se alza 12 cm. sobre la acera perimetral del edificio. Esta última, también de hormigón, tiene una anchura de 1,00 m., y está rematada por bordillo 25 x 15 x 12 de hormigón prefabricado con doble capa extrafuerte.

Asimismo alrededor del edificio se crea una zona ajardinada, y una zona de aparcamiento para vehículos con acceso desde el vial interior.

La carpintería exterior es de aluminio anodizado acristalada con vidrio doble, mientras que la interior es de madera excepto la puerta y cristalera de la sala de control que es de aluminio anodizado.

En la zona de Hall, tanto en planta baja como en planta primera, se proyecta un falso techo de placas de fibras minerales caravista, fonoabsorbentes, sistema desmontable sobre entramado metálico visto, cuyo interior se aprovecha para alojar los conductos de distribución de aire acondicionado a las distintas dependencias del edificio.

Se ha dotado al edificio con todos los elementos sanitarios y servicios necesarios.

Se ha previsto en este edificio un sistema de aire acondicionado mediante bomba de calor, alojada en un habitáculo de 6 m<sup>2</sup>. en la planta baja.

Las calidades del mismo, según las edificaciones de la zona, en todos los aspectos, tanto de terminaciones interiores como exteriores o cubierta, habiéndose intentado además dotar al mismo de un agradable aspecto exterior cuidando al máximo las proporciones de sus fachadas, teniendo en cuenta la funcionalidad exigida.

### 6.23.3. Edificio Fangos Espesados.

Situado próximo a los espesadores y digestores, es de forma rectangular y consta de dos plantas, una de ellas en sótano con solera y muros perimetrales de hormigón armado de 30 cm. de espesor y losa superior también de hormigón armado de 25 cm. de espesor; la otra, en planta calle, está formada por muro de carga de fábrica de bloque de hormigón hidrofugado, caravista, de 40 x 20 x 20 cm., de color a determinar por la Dirección Facultativa, que hace, a su vez, la función de muro de cerramiento.

Las dimensiones exteriores del edificio son 11,60 x 7,60 m. con una altura de 4,60 m. entre acera y cara inferior de alero.

En la planta sótano se ejecuta la caja de escalera, de comunicación entre ambas plantas, con muros de hormigón de 25 cm. de espesor, que sirve, a su vez, de apoyo para el muro de carga existente en planta calle construido en fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor.

Este último muro, junto con el muro de carga de bloque que apoya sobre el muro perimetral del sótano, soportan el forjado de cubierta, formado por viguetas semirresistentes de hormigón pretensado, bovedilla cerámica, y capa de compresión con armadura de reparto incorporada.

La cubierta del edificio es a cuatro aguas y está formada por tabiquillos conejeros, tablero de machihembrado cerámico, capa de compresión, y cobertura de teja árabe, con sus correspondientes remates y formación de cumbrera y limatesas.

El cerramiento del edificio, como se ha dicho, es de fábrica de bloque de hormigón hidrofugado, predominando la textura lisa, si bien, como en otros edificios, se realiza un zócalo de 60 cm. de altura con textura

rugosa, tratamiento que también se realiza sobre las esquinas y en los encintados perimetrales que se realizan, tal como se indica en los planos de alzado que se acompañan.

El revestimiento de paramentos interiores, tanto horizontales como verticales, se realiza mediante enfoscado de mortero de cemento Portland, con acabado final pintado con pintura plástica, excepto los paramentos verticales de la planta sótano que se alicatan en toda su altura con azulejo de color blanco.

El pavimento del edificio, en ambas plantas, está formado por pintura antideslizante sobre recocado de mortero de cemento Portland.

La carpintería exterior e interior del edificio es de aluminio anodizado, acristalada con vidrio doble, exceptuando la carpintería de las dos puertas de acceso que es metálica, con perfiles de hierro conformados en frío.

Perimetralmente al edificio se construye una acera de hormigón, de 1,00 m. de anchura, rematada por bordillo 25 x 15 x 12 de hormigón prefabricado con doble capa extrafuerte.

En la planta baja se sitúan las bancadas para asentar las bombas de fangos primarios biológicos, de presurización y fangos frescos espesados.

En la primera planta irá el equipo de desodorizado, las cubas de polielectrolito y el polipasto necesario para la elevación de la maquinaria de la planta baja.

#### **6.23.4. Edificio de Aire.**

Para contener las soplantes para el aire de proceso, así como el centro de control de motores de la zona, se concibe una edificación de hormigón armado, en forma de arqueta, cerca y en la trasera de una de las líneas de aireación.

Este edificio, de unos **56 m<sup>2</sup>**. netos, está semienterrado. Siendo susceptible de insonorizar, está preparado para ello.

En esta sala se construyen cuatro bancadas con cimentación independiente, tres para las soplantes actuales y la cuarta en previsión de una ampliación futura. De la misma manera, se prevén en el techo cuatro claraboyas desmontables, para la introducción o extracción de las máquinas, así como proveer de iluminación natural.

#### **6.23.5. Edificio de Transformación.**

Se sitúa entre el edificio de control y el físico-químico. El habitáculo es de planta única, rectangular, prefabricado con hormigón armado. El acabado exterior es en árido rodado lavado y el interior pintado.

Las dimensiones interiores van de **4,64 x 2,50 x 2,34 m.**

En él se ubicarán los centros de alta y baja tensión, los transformadores, las celdas con su aparellaje así como los cuadros de alumbrado general y tratamiento biológico.

#### 6.23.6. Edificio de Desbaste.

El edificio consta de una sola planta, es de forma rectangular, y tiene unas dimensiones exteriores de 28,60 x 18,80 m. con una altura de 7,00 m. entre la acera y la cara inferior del alero.

Está construido con estructura de hormigón armado formada por zapatas y vigas centradoras en cimentación, pilares en estructura vertical, y vigas prefabricadas y de hormigón "in situ" en estructura horizontal, formando, junto con el forjado una estructura porticada y arriostrada totalmente.

El forjado está formado por paneles tipo **II** (20 + 5) prefabricados de hormigón armado y autoportantes.

Las dimensiones de los elementos descritos, situación y características de los mismos, se indican en los planos correspondientes. El cerramiento exterior se proyecta mediante fábrica de bloque de hormigón hidrófugo, caravista, de 40 x 20 x 20 cm., de color a determinar por la Dirección Facultativa.

La textura lisa es la que predomina en las fachadas del edificio, sin embargo se realiza un zócalo de 60 cm. de altura con textura rugosa y distinto color. Este mismo tratamiento se realiza sobre las esquinas del edificio, así como en los encintados perimetrales que se realizan, tal como se indica en los planos de alzados que se acompañan.

La cubierta es a cuatro aguas y está formada por tabiquillos conejeros de ladrillo hueco, tablero de machihembrado cerámico, capa de compresión, y cobertura de teja curva, con sus correspondientes remates y formación de cumbrera y limatesas.

El alero es de hormigón armado y vuela 50 cm. sobre los pilares de la estructura.

El revestimiento de los paramentos verticales interiores se realiza mediante enfoscado de cemento Portland, siendo el acabado final pintado con pintura plástica.

El techo, formado por el forjado de paneles tipo **IT**, se deja visto, pintándolo con pintura plástica.

El pavimento está formado por una solera de hormigón de 20 cm. de espesor con acabado fratasado.

Perimetralmente al edificio se dispone una acera de hormigón de 1,00 m. de anchura, rematada con bordillo 25 x 15 x 12 de hormigón prefabricado con doble capa extrafuerte.

Las ventanas son de aluminio anodizado, acristaladas con vidrio doble.

Las puertas son metálicas, de perfiles de hierro conformado en frío, tanto en las practicables como en las abatibles, siendo estas últimas las que cierran los huecos destinados a acceso de camiones.

El edificio llevará incorporado un habitáculo para los soplantes de pretratamiento, así como la instalación de desodorización de todo el edificio.

#### **6.23.7. Arquitectura de Edificios.**

Todos los edificios de la depuradora han sido diseñados siguiendo un criterio único que se amolda a la zona de ubicación de la depuradora.

La estructura, en todos ellos, es de hormigón armado intercalando elementos prefabricados en los forjados.

El cerramiento se realiza con bloque de hormigón hidrofugado caravista en color, de 40 x 20 x 20 cm., con zócalo de 60 cm. de altura, esquinas y encintado de bloque de distinto color y textura.

La cubierta será a cuatro aguas y se ejecutará con tabiquillos conejeros, tablero machihembrado cerámico y capa de compresión, rematada con teja curva y alero de hormigón armado de 0,50 m. de vuelo.

Interiormente los muros, particiones y techos, se terminarán con pintura plástica o temple liso sobre guarnecido de yeso o enfoscado de cemento según la situación del paramento.

Los falsos techos serán placas conglomeradas de fibras minerales de 1,20 x 1,60 m., desmontables.

Los solados serán de pavimento continuo en edificios industriales y de gres en edificio de control.

Los aseos, vestuarios y laboratorio, en edificio de control, irán chapados en azulejo blanco, así como la planta sótano del edificio de fangos espesados.

La carpintería exterior en ventanas se realizará con perfiles de aluminio anodizado, acristalándose posteriormente con vidrio doble.

Todas las puertas serán metálicas, de perfiles de hierro conformado en frío, tanto en puertas practicables como en abatibles, excepto en el edificio de control que serán de aluminio las exteriores, y de madera las interiores, con la excepción de la correspondiente a la sala de control que, junto con su cristalera, será de aluminio.

## 6.24. OBRAS E INSTALACIONES VARIAS.

### 6.24.1. Vaciados de Elementos.

Todos los elementos incluidos en la planta están provistos de vaciados.

El criterio para el diseño de la red de vaciados tiene como objetivo la operatividad y el ahorro energético. Para ello se concibe la red separada en dos niveles, una para el vaciado total por gravedad, de todos aquellos elementos que lo permitan, y por supuesto, reboses y filtrados que drenan a cabecera de planta.

Para todos aquellos elementos, para los cuales no se dispone de cota suficiente para el agotamiento de su vaciado, se desarrolla una red independiente dotada de bombeos de elevación de incorporación a la red general a cabecera.

Para los decantadores secundarios, se prevén tuberías independientes a la purga de fangos, que salen de la poceta central y llegan a un pozo común, donde se colocan las válvulas, y se dota de bomba sumergible, ya que estando este pozo a distancia considerable del pozo central de vaciados, con esta solución se permite simplificar la concepción del sistema.

El digestor se vacía por medio de las bombas de recirculación propias, mediante una derivación al depósito tampón de fangos digeridos, para el secado de estos fangos, como sería correcto, o simplemente aprovechar el vaciado de este elemento, en caso de emergencia.

En el plano correspondiente de la red de reboses y vaciados se ilustra la concepción del sistema.

Las características principales del sistema son:

Bombeo vaciados central.

- Nº de bombas . . . . .	2	Ud.
- Nº unidades en funcionamiento . . . . .	1-2	Ud.
- Tipo . . . . .	Centrífuga sumergible canal.	
- Caudal unitario . . . . .	100	m <sup>3</sup> /h.
- Altura manométrica . . . . .	10	mca.
- Potencia . . . . .	5,5	Kw.

Bombeo de Vaciados clarificadores secundarios.

- Nº de bombas . . . . .	1	Ud.
- Tipo . . . . .	Centrífuga sumergible canal.	
- Caudal unitario . . . . .	225	m <sup>3</sup> /h.
- Altura manométrica . . . . .	9	mca.
- Potencia . . . . .	9	Kw.

**6.24.2. Red de Pluviales.**

Teniendo en cuenta la pluviometría de la zona se ha dispuesto una red de pluviales en toda la zona ocupada por viales, formada por tubería de hormigón vibropresado de diámetro 300 mm., y sus correspondientes arquetas sumideros de 5,00 x 0,60 x 0,70 m. de hormigón armado y rejilla de fundición, que se reúnen en pozos de registro de 1,20 m. de diámetro y desde donde el agua de lluvia podrá ser evacuada al By-pass general.

## **6.25. INSTALACIONES AUXILIARES.**

### **6.25.1. Laboratorio.**

Con objeto de posibilitar la operación y explotación de la depuradora se incluye un pequeño laboratorio ubicado en el Edificio de Control, dotado de los equipos y reactivos imprescindibles para conseguir la autosuficiencia en el control de la planta.

Los elementos incluidos se encuentran ampliamente descritos en el correspondiente presupuesto parcial.

### **6.25.2. Taller y Repuestos.**

En el edificio de fangos espesados se dispone de una sala para el taller, donde puedan realizarse las operaciones de mantenimiento más frecuentes. Se le ha dotado del equipo mínimo necesario para esta finalidad.

En la zona del taller se dispone de un pequeño almacén donde se guardará la dotación de repuestos incluido en el suministro. Para la determinación de los mismos se ha seguido el criterio de garantizar al máximo la continuidad del funcionamiento de la Planta. Por esta razón se incluyen repuestos de la maquinaria cuya avería podría suponer una parada del proceso de depuración.

### 6.25.3. Agua Potable e Industrial.

#### Agua Potable.

Se ha previsto una red de agua potable para las necesidades de aseos, laboratorio y procesos donde la puedan requerir.

#### Agua Industrial.

La red de agua industrial se realiza principalmente en polietileno.

Esta red se ha dispuesto fundamentalmente para estas dos misiones:

- Riego de jardines y viales.
- Limpieza de arquetas, tuberías, aparatos, etc.

Así pues, respecto al segundo apartado se ha tenido fundamentalmente en cuenta los siguientes puntos que deben tener una limpieza asegurada:

- Pretratamiento, extracción de residuos, tolvas y contenedores.
- Arquetas de lodos frescos.
- Arqueta extracción espumas (tanto en decantadores como en desarenadores).
- Caseta de bombeo lodos espesados (desatascador de tuberías de extracción).
- Tamizado de fangos.
- Arquetas de reboses.
- Puntos de limpieza de tuberías.

El agua industrial parte de la cuba de cloración, como se mencionó anteriormente. En la arqueta de bombas adosada al depósito de agua clarificada principal, se dispone de dos bombas centrífugas horizontales, (una en reserva), que aspiran en carga y con un simple filtro de protección, directamente de la cuba.

El caudal y la altura manométrica de las bombas se ha adaptado a las necesidades reales de filtro autolimpiante al que alimenta, en presión y en volumen de agua, teniendo en cuenta el rechazo continuo de limpieza.

El filtro autolimpiante se ha previsto con **200 micras** de luz de paso, por requerimiento del lavado de telas en los filtros banda, siendo una mejora también para el riego y otras utilidades.

Este filtro limpia la malla por medio de un brazo rodante, que por depresión succiona los residuos, dirigiéndose este agua con sólidos mediante el drenaje general a cabecera. Se dispone por tanto del automatismo necesario de control para la limpieza, ante la pérdida de carga detectada por presión diferencial o a través de una rutina temporizada.

El filtro dispone del by-pass correspondiente.

El agua así tamizada se vierte a un depósito de almacenamiento de agua industrial, de unos **23,10 m<sup>3</sup>**. útiles. De este tanque, ubicado en el edificio industrial, aspiran directamente y en carga las bombas de lavado de telas del secado y el grupo de presión para agua de servicio y riego.

En este depósito se instalan sondas de nivel que permiten automatizar el sistema de aporte de agua clarificada tratada, para disponer siempre del volumen necesario.

Las características principales del sistema son:

- Nº de bombas de tratamiento de agua clarificada (1 de reserva) . . . . .	2	Ud.
- Tipo . . . . .	Centrífuga horizontal.	
- Caudal . . . . .	83,5	m <sup>3</sup> /h.
- Altura manométrica . . . . .	28	mca.
- Potencia . . . . .	15	CV.
- Nº de filtros . . . . .	1	Ud.
- Tipo . . . . .	Autolimpiante brazo giratorio succión por depresión.	
- Funcionamiento . . . . .	Automático/manual.	
- Caudal producción . . . . .	80	m <sup>3</sup> /h.
- Caudal máximo . . . . .	100	m <sup>3</sup> /h.
- Luz de malla . . . . .	200	μm.
- Flujo contralavado . . . . .	3,5	m <sup>3</sup> /h.
- Presión de trabajo . . . . .	2	Kg/cm <sup>2</sup> .
- Pérdida de carga a caudal de trabajo . . . . .	0,06	bar.
- Potencia motor . . . . .	0,33	CV.
- Nº bombas grupo presión (1 reserva) . . . . .	2	Ud.
- Tipo . . . . .	Multicelular.	
- Caudal . . . . .	30	m <sup>3</sup> /h.
- Presión . . . . .	40	mca.
- Potencia . . . . .	10	CV.
- Nº de calderines . . . . .	1	Ud.
- Capacidad . . . . .	1.000	lts.

#### 6.25.4. Red de Aire Comprimido.

Es necesario un suministro de aire comprimido, para el funcionamiento de las válvulas neumáticas y de manguito, instaladas en la

planta, limpieza de tuberías, así como para el funcionamiento de los filtros banda. Para este fin, se prevén dos grupos de compresión de aire que comprenden compresor y depósito de presión; el funcionamiento del grupo es automático, según las variaciones de presión en las redes de servicio, controlado por un presostato montado sobre el citado depósito.

Las características principales del sistema son las siguientes:

- Nº compresores (1 reserva) . . . . .	2	Ud.
- Caudal . . . . .	300	l/min.
- Presión de trabajo . . . . .	5,1	Kg/cm <sup>2</sup> .
- Presión máxima . . . . .	8	Kg/cm <sup>3</sup> .
- Potencia . . . . .	3	CV.
- Nº depósitos de presión por Ud. . . . .	1	Ud.
- Capacidad . . . . .	300	l.
- Nº secadores frigoríficos . . . . .	1	ud.
- Caudal nominal . . . . .	20	Nm <sup>3</sup> /h.
- Presión máxima servicio . . . . .	15	Kg/cm <sup>2</sup> .
- Potencia . . . . .	200	W.

#### **6.25.5. Desodorización.**

Como ya se ha comentado y justificado en el punto 5. de esta memoria, se prevén 3 equipos para desodorizar los puntos conflictivos a la hora del desprendimiento de olores desagradables.

Un equipo está destinado a desodorizar el edificio de pretratamiento. Las otras dos instalaciones tienen como misión evitar la salida de olores de, la sala de deshidratación, depósito tampón de fangos digeridos y tolva de fangos, por un lado, y la sala de tamizado de fangos primarios, espesador por gravedad y depósito de fangos mixtos, por otro.

Estos equipos están compuestos de carcasa metálica visitable para el mantenimiento, conteniendo prefiltros, filtros y banco de paneles de carbón activo para la absorción de las sustancias que provocan los olores. También se dispone de batería de calefacción para evitar los efectos de la humedad del aire a tratar. Esta fase se controla mediante termostato y humidostato.

Un medidor de presión diferencial, con sus correspondientes tomas, permite controlar el estado de saturación del conjunto.

Un ventilador centrífugo vence las pérdidas de carga propias y crea la depresión necesaria para aspirar el aire de los locales, haciéndolo pasar por la unidad e impulsándolo al exterior.

Para la aspiración del aire, con distribución correcta dentro de los edificios, se instala la red apropiada de conducciones, con sus correspondientes rejillas de toma. En los dos equipos que sirven a tanques cerrados independientes a desodorizar, se dispone en la red de aspiración de válvulas de regulación para optimizar el trabajo del sistema.

Las características principales del sistema son:

Desodorización Pretratamiento:

- Caudal ventilador . . . . .	16.880/17.950	m <sup>3</sup> /h.
- Presión estática . . . . .	45	mm.c.a.
- Potencia . . . . .	15	CV.
- Dimensiones cajón metálico:		
* Largo . . . . .	4.150	mm.
* Ancho . . . . .	1.379	mm.
* Alto . . . . .	2.070	mm.
- N° pre-filtros . . . . .	6	Ud.
- N° baterías de calefacción . . . . .	1	Ud.
- Potencia . . . . .	24	KW.

- Elementos de control	Termostato y humidostato.	
- Nº filtros alta eficiencia	6	Ud.
- Nº bancos carbón activo	1	Ud.
- Nº módulos carbón activos	6	Ud.
- Dimensiones módulo	610 x 610 x 615	mm.

Desodorización Edificio Secado y Dep. Fangos Digeridos:

- Caudal ventilador	6.800	m <sup>3</sup> /h.
- Presión estática	25	mm.c.a.
- Potencia	7,5	CV.
- Dimensiones cajón metálico:		
* Largo	4.400	mm.
* Ancho	720	mm.
* Alto	1.380	mm.
- Nº pre-filtros	2	Ud.
- Nº baterías de calefacción	1	Ud.
- Potencia	9	KW.
- Elementos de control	Termostato y humidostato.	
- Nº filtros alta eficiencia	2	Ud.
- Nº bancos carbón activo	1	Ud.
- Nº módulos carbón activos	2	Ud.
- Dimensiones módulo	610 x 610 x 615	mm.

Desodorización Sala Tamizado de Fangos, Espesador y Depósito de Fangos Mixtos:

- Caudal ventilador	2.401	m <sup>3</sup> /h.
- Presión estática	25	mm.c.a.
- Potencia	5,5	CV.
- Dimensiones cajón metálico:		
* Largo	4.000	mm.
* Ancho	720	mm.
* Alto	770	mm.

- Nº pre-filtros . . . . .	1	Ud.
- Nº baterías de calefacción . . . . .	1	Ud.
- Potencia . . . . .	4,5	KW.
- Elementos de control . . . . .	Termostato y humidostato.	
- Nº filtros alta eficiencia . . . . .	1	Ud.
- Nº bancos carbón activo . . . . .	1	Ud.
- Nº módulos carbón activos . . . . .	1	Ud.
- Dimensiones módulo . . . . .	610 x 610 x 615	mm.

#### **6.25.6. Comunicaciones.**

Se ha previsto un sistema de intercomunicación automática entre los diversos edificios, una instalación de video-portero para el acceso de entrada, un sistema de megafonía para avisos y línea telefónica en comunicación con la red general.

#### **6.25.7. Vehículos.**

Se ha previsto una furgoneta ligera para usos de personal de la planta.

#### **6.26. RECUPERACION DE ENERGIA.**

El biogas generado en el proceso de digestión será utilizado para producir energía eléctrica mediante un grupo motogenerador, con una potencia mecánica de **259 Kw.** y una potencia eléctrica de **247 Kw.**

Se proyecta un sistema de energía total, en el cual la energía eléctrica se genera mediante acoplamiento de motor de gas y generador. La

energía térmica procedente de la refrigeración del motor y de los gases de escape se recupera para su posterior uso en el calentamiento de los fangos. El total de energía térmica recuperada puede alcanzar los **363 Kw**.

Por su parte, la energía eléctrica generada se llevará al cuadro general para su distribución a los distintos puntos de consumo de la Estación Depuradora de Aguas Residuales.

Los elementos fundamentales de que consta la planta de energía total son los siguientes:

Un motor de combustión interna de **259 Kw**, que acciona un generador para producir electricidad, a **380 V**. Esta energía es transportada por una línea hasta el cuadro general de distribución de la planta, desde donde se podrá utilizar en los distintos puntos de demanda eléctrica existentes.

Módulo de recuperación de energía térmica, incluyendo intercambiadores de calor para los gases de escape y el agua de refrigeración del motor. Este calor, que supone en total más del **51%** de la energía potencial del gas, puede utilizarse para calentamiento de los fangos, aprovechando el excedente para calefacción de los edificios de la planta si así se deseara. Además se dispondrá un sistema de refrigeración de emergencia, para enfriar el agua de retorno del circuito de calentamiento de los fangos en caso de altas temperaturas ambientales.

Para la evacuación de los gases del motor se instalará una chimenea de una altura de **5 metros**.

Asimismo, para la disipación del calor de la sala de motores, se colocará un ventilador axial capaz de renovar **20.000 m<sup>3</sup>/h**. de aire.

Se puede apreciar, en el estudio energético, el considerable ahorro económico que la instalación de la planta de generación de energía supondrá, donde la amortización de la inversión inicial se completará en los primeros años de utilización.

Las características principales del sistema son:

- Sistema de generación eléctrica . . . . .	Motogenerador de gas.	
- Nº de motogeneradores . . . . .	1	Ud.
- Potencia teórica disponible . . . . .	708	kW.
- Consumo unitario del motor . . . . .	703	kW.
- Rendimiento eléctrico en motogenerador	22	h/d.
- Energía eléctrica disponible . . . . .	247	kW.
- Horas funcionamiento motogenerador . .	22	h/d.
- Potencia eléctrica del motor . . . . .	247	KW.
- Energía eléctrica total producida . . . . .	5.434	Wh/d.
- Potencia mecánica . . . . .	259	kW.
- Energía térmica recuperada:		
Recuperación gases de escape . . . . .	18,9	%.
	134	kW.
Recuperación circuito refrigeración . .	32,5	%.
	229	kW.
- Total energía térmica recuperada . . . . .	363	kW.
- Calor necesario calentamiento fango . . .	322	kW.
- Diferencia E.calorífica(sit. + favorable) . .	41	kW.

## 6.27. INSTALACION ELECTRICA.

### 6.27.1. Acometida

La alimentación eléctrica de la Estación Depuradora, se realizará por medio de una acometida aérea cuyo entronque se realizará en un punto situado en una línea existente a unos **100 m.** de distancia. Dicha alimentación será en corriente trifásica alterna a **10 Kv.**

En el correspondiente apartado del punto 5, se menciona y justifica los cambios realizados en cuanto a la acometida, considerándose un único apoyo de entronque y seccionamiento, de **12 m.** de altura, **1.600 Kg.** de esfuerzo en punta, 3 seccionadores unipolares de desconexión en carga **24 Kv. 400 A.**, y demás equipos necesarios, haciéndose en él el paso aéreo subterráneo.

### 6.27.2. Centro de Transformación.

El centro de transformación, será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-20.099.

La acometida al mismo, será subterránea, se alimentará en anillo de la red de media tensión y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de **10 Kv.** y una frecuencia de **50 Hz.**

Las celdas a emplear serán modulares de aislamiento en aire, equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada, de acuerdo con la norma UNE 20099.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

**- Local.**

El centro de transformación estará ubicado en el interior de un edificio prefabricado de hormigón destinado a este fin.

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes y transformadores de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones de la caseta, accesos, así como la ubicación de las celdas se indican en los planos correspondientes.

**- Características de la Red de Alimentación.**

La red de alimentación al centro de transformación será subterráneo a una tensión de **10 Kv.**, y a **50 Hz.** de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de **500 MVA**, según datos proporcionados por la compañía suministradora.

- Características de la Aparamenta de Alta Tensión.

Las características generales de las celdas serán\_

- Tensión nominal . . . . . 24 Kv.
- Tensión soportada entre fases y entre fases y tierra:
  - \* De corta duración a 50 Hz. . . . . 50 Kv. eff, 1 mm.
  - \* A impulso tipo rayo . . . . . 125 Kv. cresta.
- Intensidad nominal . . . . . 400 A.
- Intensidad nominal admisible de corta duración:
  - \* Durante 1 segundo . . . . . 16 KA. eff.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible de corta duración.
  - \* 40 KA cresta, es decir 2,5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente . . . . . IP307 según UNE 20324-94
- Puesta a tierra.
  - \* El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE 20.099, y está dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- Embarrado.
  - \* El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito ase puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

- Celdas de Entrada y Salida.

Dos celdas de línea, tipo IM, de dimensiones **375 mm.** de anchura, **940 mm.** de profundidad, **1.600 mm.** de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionados de corte en SF6 de 400 A, 24 Kv.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.

- Bornes para conexión de cable.
- Embarrado de puesta a tierra.

**- Celda de Protección General.**

Celda de protección con interruptor automático, tipo DM1-D/SET200, de dimensiones **750 mm.** de anchura, **1.220 mm.** de profundidad, **1.600 mm.** de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares  $I_n = 400$  A., para conexión superior e inferior con celdas adyacentes.
- Seccionador en SF6.
- Interruptor automático de corte en SF6 (exafluoruro de azufre) tipo Fluarc SFset,  $V_n = 24$  Kv.,  $I_n = 400$  A, poder de corte = 16 KA., con bobina de disparo de emisión de tensión 220 V. c.a., 50 Hz.
- Embarrado de puesta a tierra.

Sus funciones serán:

- Protección contra sobrecargas, cortocircuitos y defecto homopolar (2 umbrales): 50-51/50N-51N.
- Tipo de curvas: a tiempo constante e inverso.
- Autovigilancia.
- Reset de los indicadores.
- Señalización de disparo mediante indicador mecánico.

**- Celda de Medida.**

Celda de medida tipo GBC, de dimensiones **750 mm.** de anchura, **1.020 mm.** de profundidad, **1.600 mm.** de altura y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar  $I_n = 400$  A.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 50-100/5 A, 15 VA, CL 0.2.  $I_{th} = 5$  KA. y aislamiento 24 KV.

- 3 Transformadores de tensión, unipolares, de relación 10.000:V3/110:V3 V, 50 VA, CL 0.5, Ft = 1,9 Un y aislamiento 24 KV.
- Embarrado de puesta a tierra.

#### - Celda de Protección del Transformador 1.

Celda de protección con interruptor y fusibles combinados, tipo QM, de dimensiones **375 mm.** de anchura, **940 mm.** de profundidad, **1.600 mm.** de altura y conteniendo:

- Juego de barras tripolar In = 400 A.
- Interruptor-seccionador en SF6, 400 A, 24 KV., equipado con bobina de disparo a emisión de tensión a 220 V. 50 Hz.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura y baja disipación térmica tipo CF de MESA, de 24 KV y calibre 40.00 A.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (agua arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Preparada para conexión inferior de cable unipolar seco.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado, Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

#### - Celda de Protección del Transformador 2.

Celda de protección con interruptor y fusibles combinados, tipo QM, de dimensiones **375 mm.** de anchura, **940 mm.** de profundidad, **1.600 mm.** de altura y conteniendo:

- Juego de barras tripolar In = 400 A.

- Interruptor-seccionador en SF6, 400 A, 24 Kv., equipado con bobina de disparo a emisión de tensión a 220 V. 50 Hz.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura y baja disipación térmica tipo CF de MESA, de 24 Kv. y calibre 40.00 A.
- Seccionador de puesta a tierra a doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Preparada para conexión inferior de cable unipolar seco.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

**- Transformador 1.**

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de **10 Kv.** y la tensión a la salida en carga de **380 V.** entre fases y **220 V.** entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral, a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la norma UNE 20138 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes;

- Potencia nominal . . . . . 630 Kva.

- Tensión nominal primaria . . . . .	20.000	V.
- Regulación en primario . . . . .	+/-2,5% +/-5%	
- Tensión nominal secundaria en vacío . . .	400	V.
- Tensión de cortocircuito . . . . .	4	%.
- Grupo de conexión . . . . .	Dyn 11	
- Nivel de aislamiento:		
* Tensión de ensayo a onda de choque		
1,2/50 s . . . . .	125	KV.
* Tensión de ensayo a 50 Kz 1 min . .	50	KV.
- Protección de temperatura por termómetro de esfera.		

**- Conexión en el lado de Alta Tensión.**

- Juego de puentes III AT de cables de cobre con aislamiento seco termoestable de polietileno reticulado, aislamiento 12/20 KV., de 35 mm<sup>2</sup>. de sección con sus correspondientes elementos de conexión.

**- Transformador 2.**

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de **10 Kv.** y la tensión a la salida en carga de **380 V.** entre fases y **220 V.** entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como una dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la norma UNE 20138 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia nominal . . . . .	630	Kv.
- Tensión nominal primaria . . . . .	20.000	V.
- Regulación en primario . . . . .	+/-2,5% +/-5%	
- Tensión nominal secundaria en vacío . . . . .	400	V.
- Tensión de cortocircuito . . . . .	4	%.
- Grupo de conexión . . . . .	DYN11	
- Nivel de aislamiento:		
* Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s . . . . .	125	KV.
* Tensión de ensayo a 50 Kz 1 min . . . . .	50	KV.
- Protección de temperatura por termómetro de esfera.		

**- Conexión en el lado de Alta Tensión.**

- Juego de puentes III AT de cables de cobre de aislamiento seco termoestable de polietileno reticulado, aislamiento 12/20 KV., de 35 mm<sup>2</sup>. de sección con sus correspondientes elementos de conexión.

**6.27.3. Cuadros Eléctricos.**

El armario de distribución general, se encuentra situado anexo al Centro de Transformación.

Está formado por paredes metálicas de chapa de acero, debidamente pintado, accesible por su parte anterior en donde se encuentran las salidas correspondientes al interruptor automático.

A él se acomete directamente desde los transformadores a través de un interruptor de corte de 30 KA. por cada transformador.

Además de los interruptores automáticos de protección la entrada a cada centro de transformación llevará tres transformadores de intensidad con su correspondiente amperímetro, así como un voltímetro con conmutador,

desde el embarrado de este armario se alimenta a los distintos cuadros de la Planta y al cuadro de Alumbrado por medio de líneas independientes y protegidas por medio de interruptores de corte omnipolar.

Desde este armario de distribución se alimentará a los siguientes armarios de la planta:

- CCM I - Pretratamiento.
- CCM II - Edificio Industrial.
- CCM III - Espesamiento.
- CCM IV - Edificio de aire.
- Cuadro de mejora factor de potencia.
- Pupitre de Control.
- Cuadro de alumbrado.

Todos los CCM, van puestos a tierra desde el circuito principal por medio de conductores de cobre desnudo de **50 mm<sup>2</sup>**.

En todos los CCM, sus características principales son:

- Centro de control motores tipo . . . . . Ejecución extraíble.
- Tensión nominal de aislamiento:
  - \* Circuito principal . . . . . 1.000 V. alterna
  - \* Circuito auxiliar . . . . . 380 V. alterna
- Intensidad de cortocircuito:
  - \* Construcción estándar . . . . . 50 KA. eficaces, 105 KA. de cresta

Conforme a las normas CEI-439, UTE-63410, VDE-0660, BS-4070

Están formados por una serie de columnas, construidas en chapa de 2 mm. de espesor, pintadas en gris claro para cubierta y puertas, gris fuerte para los paneles superiores e inferiores.

Grado de protección IP-549.

Cada columna corresponde a las siguientes dimensiones:

- Altura . . . . .	2.300	mm.
- Longitud . . . . .	800	mm.
- Profundidad . . . . .	380	mm.

Cada columna está constituida por un compartimento superior, destinado al paso de los embarrados horizontales generales, que alimentan por embarrados verticales a las diferentes columnas. Un compartimento inferior, destinado al paso de embarrados de neutro y tierra.

A nivel de cada columna, la continuidad de masas está asegurada por el armazón en chapa galvanizada. Una borna de tierra se encuentra montada a nivel de cada salida.

Las columnas están previstas para recibir equipos modulares de paso 1/24, siendo el cubículo más pequeño a montar de 2/24.

Cada salida está constituida por un carro, con placa base, que soporta el aparellaje correspondiente (seccionadores, contactores, etc). Asimismo y en placa frontal solidaria con dicha placa base, van montados los elementos auxiliares (pulsadores, pilotos, etc).

La puerta de cada salida, desmontable fácilmente, está unida a la columna, con lo cual permite extraer el cubículo sin dicha puerta. El cierre de las mismas se efectuará por 1/4 de vuelta.

Igualmente y en posición cerrada, el interruptor correspondiente va enclavado con el mando del seccionador, impidiendo su apertura cuando el mismo esté cerrado.

Cada módulo o salida va totalmente aislado de los contiguos por chapa metálica.

Las conexiones de potencia van provistas de pinzas, tanto en entrada como en salida. El circuito de control se cablea a bornas desconectables, obteniéndose así módulos totalmente desenchufables.

Opcionalmente y bajo pedido, se puede montar una pinza de toma de tierra del carro extraíble que, conectará antes que las pinzas de potencia y desconectará después de ellas.

En la parte posterior de los módulos se encuentran los embarrados verticales de acometida, con tabiques de protección que impiden cualquier contacto voluntario o involuntario de los elementos bajo tensión, ya que únicamente va provisto de pequeñas ranuras para entrada de las pinzas de conexión de carros.

La fijación de los embarrados tanto horizontales como verticales, está prevista en ejecución normal para una intensidad de cortocircuito de **50 KA.**

Los centros de control de motores irán provistos de orejetas de izado en la parte superior.

Los equipos están contruidos para un tratamiento de protección del material "TC" (todo clima) según normas DIN 50016.

- Temperatura de +23 °C y 83% de humedad relativa.
- Temperatura de +40 °C y 92% de humedad relativa.
- Al abrir la puerta, es posible tener tensión en el circuito de mando.
- El CCM tiene una tensión nominal de empleo máxima de 500 V.
- La tensión de aislamiento para los interruptores COMPACT, es de 750 V.

- La intensidad nominal en el embarrado vertical es de 630 A máximo.
- El embarrado horizontal tiene una intensidad máxima de 2.000 A.
- En ejecución extraíble, la intensidad máxima es de 250 A por carro (unos 132 Kw. a 380 V).

**- Acometida 160 A.**

Una celda módulo 24/24, llevando montado sobre chasis fijo, el siguiente material:

- 1 Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar con bobina de disparo a emisión de corriente.
- 1 Transformador toroidal y relé diferencial.
- 3 Bases portafusibles unipolares para protección del circuito de voltímetro.
- 3 Transformadores de intensidad, para conexión a amperímetro.
- 1 Transformador monofásico de tensión 380/220 V., potencia adecuada para el circuito de control, con protección mediante fusibles en primario y secundario.

**- Sobre la puerta.**

- 1 Amperímetro con conmutador.
- 1 Voltímetro con conmutador.
- 1 Maneta de maniobra del interruptor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

**- Acometida 400 A.**

Una celda módulo 24/24, llevando montado sobre chasis fijo el siguiente material:

- 1 Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar con bobina de disparo a emisión de corriente.
- 1 Transformador toroidal y relé diferencial.
- 3 Bases portafusibles unipolares para protección del circuito de voltímetro.
- 3 Transformadores de intensidad, para conexión a amperímetro.
- 1 Transformador monofásico de tensión 380/220 V., potencia adecuada para el circuito de control, con protección mediante fusibles en primario y secundario.

- Sobre la puerta.

- 1 Amperímetro con conmutador.
- 1 Voltímetro con conmutador.
- 1 Maneta de maniobra del interruptor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

- Acometida 630 A.

Una celda módulo 24/24, llevando montado sobre chasis fijo, el siguiente material:

- 1 Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar con bobina de disparo a emisión de corriente.
- 1 Transformador toroidal y relé diferencial.
- 3 Bases portafusibles unipolares para protección del circuito de voltímetro.
- 3 Transformadores de intensidad, para conexión a amperímetro.
- 1 Transformador monofásico de tensión 380/220 V., potencia adecuada para el circuito de control, con protección mediante fusibles en primario y secundario.

- Sobre la puerta.

- 1 Amperímetro con conmutador.
- 1 Voltímetro con conmutador.
- 1 Maneta de maniobra del interruptor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

- Acometida 800 A.

Una celda módulo 24/24, llevando montado sobre chasis fijo, el siguiente material:

- 1 Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar con bobina de disparo a emisión de corriente.
- 1 Transformador toroidal y relé diferencial.
- 3 Bases portafusibles unipolares para protección del circuito de voltímetro.
- 3 Transformadores de intensidad, para conexión a amperímetro.
- 1 Transformador monofásico de tensión 380/220 V., potencia adecuada, para el circuito de control, con protección mediante fusible en primario y secundario.

- Sobre Puerta.

- 1 Amperímetro con conmutador.
- 1 Voltímetro con conmutador.
- 1 Maneta de maniobra del interruptor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

**- Salidas Motores hasta 0,75 KW -dos sentidos marcha, arranque directo.**

Una celda módulo 2/24. llevando montado sobre carro doble extraíble, el siguiente material:

- 3 Pinzas de seccionamiento, para la entrada del circuito de potencia.
- 2 Pinzas de entrada, para el circuito de control.
- 1 Disyuntor tripolar magnético de calibre adecuado.
- 1 Inversor tripolar bobina 220 V. 50 Hz. y contactos auxiliares.
- 1 Bloque de tres relés térmicos, compensados y diferenciales.
- 1 Relé auxiliar bobina 220 V., 50 Hz. y contactos auxiliares 2 NA + 2 NC.
- 1 Interruptor automático bipolar, calibre adecuado.
- 10 Bornas de salida del circuito de control.
- 3 Pinzas de salida del circuito de potencia.

**- Sobre placa frontal del carro.**

- 1 Pulsador.
- 1 Pulsador "Rearme" del relé térmico.
- 3 Pilotos de señalización "marcha-Defecto".

**- Sobre puerta.**

- 1 Maneta de maniobra del disyuntor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

**- Salidas Motores hasta 4 Kw.**

Un sentido en marcha, arranque directo.

Una celda módulo 2/24, llevando montado sobre carro doble

extraíble, el siguiente material:

- 3 Pinzas de seccionamiento, para la entrada del circuito de potencia.
- 2 Pinzas de entrada, para el circuito de control.
- 1 Disyuntor tripolar magnético de calibre adecuado.
- 1 Contactor tripolar, calibre adecuado, bobina 220 V., 50 Hz. y contactos auxiliares.
- 1 Bloque de tres relés térmicos, compensados y diferenciales.
- 1 Relé auxiliar, bobina 220 V., 50 Hz., y contactos auxiliares 2NA + 2 NC.
- 1 Interruptor automático bipolar, calibre adecuado.
- 10 Bornas de salida del circuito de control.
- 3 Pinzas de salida del circuito de potencia.

- Sobre Placa Frontal del Carro.

- 1 Pulsador.
- 1 Pulsador "Rearme" del relé térmico.
- 2 Pilotos de señalización "Marcha-Defecto".

- Sobre Puerta.

- 1 Maneta de maniobra del disyuntor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

- Salidas Motores hasta 4 Kw.

Dos sentidos marcha, arranque directo.

Una celda módulo 2/24, llevando montado sobre carro doble extraíble, el siguiente material:

- 3 Pinzas de seccionamiento, para la entrada del circuito de potencia.

- 2 Pinzas de entrada, para el circuito de control.
- 1 Disyuntor tripolar magnético, de calibre adecuado.
- 1 Inversor tripolar, calibre adecuado, bobina 220 V., 50 Hz., y contactos auxiliares.
- 1 Bloque de tres relés térmicos, compensados y diferenciales.
- 1 Relé auxiliar, bobina 220 V., 50 Hz., y contactos auxiliares 2 NA + 2 NC.
- 1 Interruptor automático bipolar, calibre adecuado.
- 10 Bornas de salida del circuito de control.
- 3 Pinzas de salida del circuito de potencia.

- Sobre Placa Frontal del Carro.

- 1 Pulsador.
- 1 Pulsador "Rearme" del relé térmico.
- 3 Pilotos de señalización "Marcha-Defecto".

- Sobre la Puerta.

- 1 Maneta de maniobra del disyuntor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

- Salidas Motores hasta 7,5 Kw.

Un sentido marcha, arranque "estrella-triángulo".

Una celda módulo 4/24, llevando montado sobre carro doble extraíble, el siguiente material:

- 3 Pinzas de seccionamiento, para la entrada del circuito de potencia.
- 2 Pinzas de entrada, para el circuito de control.
- 1 Disyuntor tripolar magnético, de calibre adecuado.
- 1 Arrancador estrella-triángulo, calibre adecuado, bobina 220 V., 50 Hz.,

y contactos auxiliares.

- 1 Bloque de tres relés térmicos, compensados y diferenciales.
- 1 Relé auxiliar, bobina 220 V., 50 Hz., y contactos auxiliares 2 NA + 2 NC.
- 1 Interruptor automático bipolar, calibre adecuado.
- 10 Bornas de salida del circuito de control.
- 6 Pinzas de salida del circuito de potencia.

- Sobre Placa Frontal del Carro.

- 1 Pulsador.
- 1 Pulsador "Rearme" del relé térmico.
- 2 Pilotos de señalización "Marcha-Defecto".

- Sobre la Puerta.

- 1 Maneta de maniobra del disyuntor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

- Salidas Motores hasta 11 KW.

Un sentido marcha, arranque "estrella-triángulo".

Una celda módulo 4/24, llevando montado sobre carro doble extraíble, el siguiente material:

- 3 Pinzas de seccionamiento, para la entrada del circuito de potencia.
- 2 Pinzas de entrada, para el circuito de control.
- 1 Disyuntor tripolar magnético, de calibre adecuado.
- 1 Contactor estrella-triángulo, calibre adecuado, bobina 220 V. 50 Hz y contactos auxiliares.
- 1 Bloque de tres relés térmicos, compensados y diferenciales.
- 1 Relé auxiliar, bobina 220 V. 50 Hz. y contactos auxiliares 2 NA + 2 NC.

- 1 Interruptor automático bipolar, calibre adecuado.
- 10 Bornas de salida del circuito de control.
- 6 Pinzas de salida del circuito de potencia.

- Sobre Placa Frontal del Carro.

- 1 Pulsador.
- 1 Pulsador "Rearme" del relé térmico.
- 2 Pilotos de señalización "Marcha-Defecto".

- Sobre la Puerta.

- 1 Maneta de maniobra del disyuntor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

- Salidas Motores hasta 18,5 KW.

Un sentido marcha, arranque "estrella-triángulo".

Una celda módulo 4/24, llevando montado sobre carro doble extraíble, el siguiente material:

- 3 Pinzas de seccionamiento, para la entrada del circuito de potencia.
- 2 Pinzas de entrada, para el circuito de control.
- 1 Disyuntor tripolar magnético, de calibre adecuado.
- 1 Arrancador estrella-triángulo, calibre adecuado, bobina 220 V. 50 Hz y contactos auxiliares.
- 1 Bloque de tres relés térmicos, compensados y diferenciales.
- 1 Relé auxiliar, bobina 220 V. 50 Hz. y contactos auxiliares 2 NA + 2 NC.
- 1 Interruptor automático bipolar, calibre adecuado.
- 10 Bornas de salida del circuito de control.
- 6 Pinzas de salida del circuito de potencia.

- Sobre Placa Frontal del Carro.

- 1 Pulsador.
- 1 Pulsador "Rearme" del relé térmico.
- 2 Pilotos de señalización "Marcha-Defecto".

- Sobre la Puerta.

- 1 Maneta de maniobra del disyuntor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

- Salidas Motores hasta 37 KW.

Un sentido marcha, arranque "estrella-triángulo".

Una celda módulo 6/24, llevando montado sobre carro doble extraíble, el siguiente material:

- 3 Pinzas de seccionamiento, para la entrada del circuito de potencia.
- 2 Pinzas de entrada, para el circuito de control.
- 1 Disyuntor tripolar magnético, de calibre adecuado.
- 1 Arrancador estrella-triángulo, calibre adecuado, bobina 220 V. 50 Hz y contactos auxiliares.
- 1 Bloque de tres relés térmicos, compensados y diferenciales.
- 1 Relé auxiliar, bobina 220 V. 50 Hz. y contactos auxiliares 2 NA + 2 NC.
- 1 Interruptor automático bipolar, calibre adecuado.
- 10 Bornas de salida del circuito de control.
- 6 Pinzas de salida del circuito de potencia.

- Sobre Placa Frontal del Carro.

- 1 Pulsador.

- 1 Pulsador "Rearme" del relé térmico.
- 2 Pilotos de señalización "Marcha-Defecto".

- Sobre la Puerta.

- 1 Maneta de maniobra del disyuntor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

- Salidas Motores hasta 90 KW.

Un sentido marcha, arranque "estrella-triángulo".

Una celda módulo 12/24, llevando montado sobre chasis fijo, el siguiente material:

- 1 Disyuntor tripolar magnético, de calibre adecuado.
- 1 Arrancador estrella-triángulo, calibre adecuado, bobina 220 V. 50 Hz y contactos auxiliares.
- 1 Bloque de tres relés térmicos, compensados y diferenciales.
- 1 Transformador de intensidad, relación adecuada.
- 1 Relé auxiliar, bobina 220 V. 50 Hz. y contactos auxiliares 2 NA + 2 NC.
- 1 Interruptor automático bipolar, calibre adecuado.
- 10 Bornas de salida del circuito de control.
- 6 Bornas de salida del circuito de potencia.

- Sobre la Puerta.

- 1 Pulsador.
- 1 Pulsador "Rearme" del relé térmico.
- 2 Pilotos de señalización "Marcha-Defecto".

- 1 Amperímetro, de escala adecuada.
- 1 Maneta de maniobra del disyuntor.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

**- Salida Tipo FEEDER hasta 10 A.**

Una celda módulo 2/24, llevando montado sobre carro doble extraíble, el siguiente material:

- 4 Pinzas de entrada del circuito de potencia.
- 1 Disyuntor tetrapolar magnetotérmico, de calibre adecuado, con contacto auxiliar.
- 1 Bloque de bornas desenchufables.
- 4 Pinzas de salida del circuito de potencia.

**- Sobre la Puerta.**

- 1 Mando rotativo del interruptor, con enclavamiento de puerta.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

**- Salida Tipo FEEDER hasta 40 A.**

Una celda módulo 2/24, llevando montado sobre carro doble extraíble, el siguiente material:

- 4 Pinzas de entrada del circuito de potencia.
- 1 Disyuntor tetrapolar magnetotérmico, de calibre adecuado, con contacto auxiliar.
- 1 Bloque de bornas desenchufables.
- 4 Pinzas de salida del circuito de potencia.

- Sobre la Puerta.

- 1 Mando rotativo del interruptor, con enclavamiento de puerta.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

- Salida Tipo FEEDER hasta 80 A.

Una celda módulo 4/24, llevando montado sobre carro doble extraíble, el siguiente material:

- 4 Pinzas de entrada del circuito de potencia.
- 1 Disyuntor tetrapolar magnetotérmico, de calibre adecuado. con contacto auxiliar.
- 1 Bloque de bornas desenchufables.
- 4 Pinzas de salida del circuito de potencia.

- Sobre la Puerta.

- 1 Mando rotativo del interruptor, con enclavamiento de puerta.
- 1 Etiqueta de identificación de la celda.

**6.27.4. Cableado.**

A partir de los automáticos alojados en el armario de distribución salen las líneas de alimentación a los distintos cuadros de la planta. Estas alimentaciones se harán con cable de aislamiento 0,6/1 KV. tipo RV con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta en PVC, las secciones han sido calculadas según tablas de acuerdo con las intensidades admisibles en el reglamento BT-014 tablas I y II. Una vez dimensionados se ha tenido en cuenta que la caída de tensión no ha sobrepasado el 5% admisible según BT-017.

Desde los armarios hasta los elementos receptores los cables discurrirán por bandeja, tubo o tubo enterrado. En los edificios los tubos serán de acero galvanizado con rosca Pg.

Estas alimentaciones se realizarán con cable 0,6/1 KV. con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta en PVC, empleándose una sección mínima para fuerza de  $2,5 \text{ mm}^2$ . y de  $1,5 \text{ mm}^2$ . para elementos auxiliares, pulsadores "in situ", finales de carrera, limitadores de par, etc.

## 6.28. ALUMBRADO.

### 6.28.1. Alumbrado General.

Desde el armario de distribución y a través de un conductor de sección apropiada, se acometerá a un armario de distribución de alumbrado situado en el edificio del Centro de Transformación.

En este armario se alojará un interruptor automático magnetotérmico, con relé de mínima tensión, así como los interruptores automáticos magnetotérmicos que alimentarán a los distintos circuitos que van a los cuadros secundarios de alumbrado. Estos van equipados con automático diferencial tetrapolar de la intensidad adecuada y **30 mA.** de sensibilidad según BT-021-2.2.

El alumbrado interior de edificios se realizará por luminarias industriales para alumbrado de naves, en aquellos edificios que sobrepasan los 5 m. de altura, con lámpara de **125 W. V.M.C.C.** En el resto de edificios se hará en base a equipos fluorescentes con reactancia, cebador y condensador de **2 x 36 W.**, siendo instalación empotrada en todas las zonas nobles del Edificio de Control y vista en el resto de edificios, con difusor de

metacrilato.

En aquellas zonas con riesgo de explosión se han instalado fluorescentes con protección antideflagrante y tubos de **2 x 40 W.**

La iluminación exterior tanto de viales como de equipos se hará con báculos de **8 m.** de altura y luminarias cerradas con lámparas de vapor de sodio de **1 x 250 W.**, así como báculos de **8 m.** de altura con dos brazos y lámparas de vapor de sodio de **250 W.**

También irán columnas de **12 m.** de altura con dos proyectores con lámpara de vapor de sodio alta presión de **400 W.**

La instalación del alumbrado exterior se hará con cable de aislamiento 0,6/1 KV. de **6 mm<sup>2</sup>.** de sección mínima, tipo RV. Estos cables discurrirán bajo tubería de plástico enterrado a **0,50 m.** de profundidad; la instalación de alumbrado interior de las distintas dependencias del edificio de control se realizará bajo tubo empotrado tipo corrugado, en zonas nobles, en el resto de edificios será bajo PVC rígido roscado, se utilizará cable unipolar con doble capa de aislamiento.

#### **6.28.2. Alumbrado de Emergencia.**

Se ha previsto alumbrado de emergencia, dicha iluminación se conectará exclusivamente en puertas, escaleras, pasillos y en general en zonas de escape o grandes espacios en los que hubiera que realizar alguna maniobra de inspección o medida. El sistema de alumbrado de emergencia es autónoma y cumple con las prescripciones establecidas en las normas UNE 20.062 y 20.392 e instalaciones complementarias BF.005.

## **6.29. INSTALACION GENERAL DE TIERRAS.**

### **6.29.1. Red de Tierra.**

Además de las tierras propias del Centro de Transformación, que estará constituida por red de malla independiente, se ha previsto una red general de tierra en la planta.

Estará formada por pozos equipados con picas de acero cobre de 2 m. de longitud y 18 mm. de diámetro, colocándose una en las inmediaciones de cada armario. Las tomas de tierra estarán formadas a base de picas con cable desnudo de 50 mm<sup>2</sup>. para la red de tierra general y desde la red se deriva con cable de 16 mm<sup>2</sup>. para los báculos y columnas, las masas metálicas están conexas a la red general con cable de 35 mm<sup>2</sup>. y 50 mm<sup>2</sup>.

### **6.29.2. Empalmes y Derivaciones.**

Todos los empalmes y derivaciones de la red de alumbrado se realizarán en los cuadros y en las cajas de registro, que serán de dimensiones adecuadas a la sección del cable, por medio de bornas de apriete y rigidez dieléctrica adecuada, con el fin de evitar calentamiento y pérdidas de aislamiento.

## **6.30. INSTRUMENTACION AUTOMATISMO Y CONTROL.**

### **6.30.1. Instrumentación.**

La planta está equipada con todos aquellos sensores, sondas de nivel y medidores necesarios para la captación de datos y automatización de

los procesos y operaciones. Como resumen de la instrumentación se cita a continuación los más destacados.

- Medida de nivel en el pozo de bombeo de agua bruta.

Este medidor ultrasónico de nivel forma parte integrante del sistema de automatización del bombeo y ya ha sido comentado en el apartado correspondiente.

- Medida pH agua bruta.

Con el fin de medir la alcalinidad o acidez del agua se instala en el canal de entrada y posterior a los desarenadores un medidor de pH. Esta medida de pH, mientras no se realice tratamiento físico-químico, tiene la misión de informar acerca de los cambios químicos, que presenta el agua bruta, reflejando sus cambios de acidez o alcalinidad, mediante registro en la unidad central de control.

- Medida de caudal agua bruta.

Esta medida está prevista realizarla en canal abierto utilizando para ello un medidor del tipo canal PARSHALL, siendo el sistema de medida utilizado el de principio ultrasónico, el cual permite la medida de caudales sin contacto con el fluido.

El principio ultrasónico se fundamenta en el siguiente concepto: el cabezal emite impulsos ultrasónicos, las ondas no audibles se reflejan contra las superficies del líquido y son recibidas nuevamente por el cabezal. El tiempo de ida y vuelta se transforma en una señal de salida proporcional al nivel, el cual se hace corresponder con el caudal dada la calibración específica del canal PARSHALL.

Este sistema incluye un dispositivo de seguridad que en el caso de pérdida de señal, indica el fallo y al instante la unidad amplificadora del sensor actúa amplificando la señal de salida hasta **4-20 mA**.

La señal de **4-20 mA.**, es enviada desde el transmisor de los medidores al PLC de la zona.

- Medida de Oxígeno disuelto.

En los reactores biológicos se han previsto unos medidores de oxígeno disuelto (1 por cada reactor). Estos medidores de oxígeno tienen la importante misión, como ya se mencionó anteriormente de controlar el funcionamiento de la aireación, siendo la base de la optimización del sistema y el ahorro energético. Los datos aportados en continuo, sirven al PLC correspondiente para regular el funcionamiento de las soplantes, mediante el variador de frecuencia citado.

- Medida de caudal de fangos en recirculación.

La medida de caudal de fangos recirculados a los reactores biológico, se realiza en tubería, el principio de medida empleado es el electromagnético, cuyo principio de funcionamiento se basa en la Ley de Faraday.

El diámetro de la tubería es de **DN-450 mm.**, instalándose un medidor de caudal por ramal de recirculación.

La señal emitida de **4-20 mA.** es transmitida al PLC de zona para su registro y totalización.

- Medida de caudal de fangos en exceso.

Los fangos biológicos en exceso bombeados al espesador por flotación, se controlarán igualmente mediante medidor electromagnético de caudal en tubería, siendo esta de **DN-100 mm**.

- Medida de caudal de fangos a digestión.

Para la medida de fangos a digestión, se ha previsto la instalación de medidor del tipo electromagnético. Este equipo irá montado en la tubería de impulsión de las bombas de fangos a digestión, siendo esta de **DN-100 mm**.

- Medida de caudales de gas producido en digestión.

Los caudales de gas producidos en la digestión, serán medidos mediante las instalaciones de placas de orificio en las tuberías de impulsión. El sistema consiste en medir la diferencia de presión existente a un lado y al otro de una placa de orificio instalada en la propia tubería.

- Medidores de proceso en digestión anaerobia.

La digestión anaerobia esta dotada de diversos medidores o sondas para el control del proceso. Determinadas unidades son únicamente indicadoras en puntos de operación, como manómetros o termómetros, pero la unidad central de control recibe datos de Indicador-transmisor de temperatura, pHmetro en línea de digestión, indicador de nivel ultrasónico, indicador-transmisor de depresión diferencial, etc., y los medidores de caudal antes mencionados.

### 6.30.2. Automatismos y Control.

#### - Descripción del proceso.

Se proyectará un sistema automático de control de la planta en base a autómatas programables locales, cada uno de ellos controlará una zona de la instalación.

Se relacionan y hacen coincidir los autómatas locales con los centros de control de motores, por motivos antes comentados de operabilidad y facilidad de interconexión.

El control de cada una de estas partes será, por tanto, totalmente autónomo.

Existirá una red de intercomunicación entre los autómatas, los autómatas indicados enviarán su información correspondiente a un quinto autómata que a su vez la remitirá a un ordenador y a un panel sinóptico.

El ordenador registrará las incidencias más significativas originando informes, pudiendo actuar sobre algunos elementos de la planta.

#### - Autómatas de planta.

Realizarán el automatismo de la parte de la instalación que le corresponda, lo que incluye: secuencias de arranque y parada de máquinas, apertura y cierre de válvulas, captación de las señales analógicas (en los casos que proceda con regulación P.I.D.) etc.

Igualmente, a través de su módulo de comunicación, transmitirán a la red, el estado de las variables precisas, tanto digitales como analógicas.

La descripción de los autómatas locales se resume como:

**- Pretratamiento (CCM1).**

Las misiones que se encomiendan a esta parte del proceso se pueden resumir esquemáticamente en:

- Control del bombeo de agua bruta, mediante el medidor de nivel ultrasónico, para adaptar al caudal de entrada la capacidad de bombeo, como se describió anteriormente. También controlará la rotación de funcionamiento de las bombas.
- Control de rejas, limpieza de las mismas dependiendo del grado de obstrucción y considerando una temporización variable, según el caudal, con tiempo máximo de paro, para evitar adherencias.
- Control de desarenadores y desengrasadores, regulación del movimiento de los carros, recorrido temporizado en función del caudal de entrada y de su gradiente (el aumento del caudal provoca limpieza de colectores).
- Enclavamiento y temporización de todos los elementos relacionados con los procesos anteriores.
- Registro de la medida de pH.
- Registro y totalización de caudales.
- Regulación de la compuerta de alivio de pluviales.
- Alarma saturación desodorización.

- Control según necesidades, de todos los sensores y motores relacionados con el CCM.

**- Edificio Industrial (CCM2).**

El autómata será encargado, como resumen, de:

- Digestión de fangos, controlando el intercambiador de calor, la temperatura, el pH, la recirculación de fangos, la agitación y el nivel en el digestor, cantidad de gas producido, calidad del mismo y demás funciones de control de la digestión anaerobia.
- Gestión del gas producido, almacenamiento y control del quemado del gas excedente.
- Control de la recuperación de energía.
- En la deshidratación de fangos, función semiautomática del secado.
- Servicios auxiliares, reutilización del agua tratada, agua de servicio y riego, aire de servicio, etc.
- Alarma saturación de la desodorización.
- Control, según necesidades, de todos los sensores y motores relacionados con el CCM.

**- Edificio de espesado (CCM3).**

El ámbito de trabajo del autómata será:

- Control de la operación de espesado por flotación, dilución de aire, recirculación agua aire disuelto, purga lodos decantados, dosificación de polielectrolito, etc.
- Espesador de gravedad, purga de fangos.
- Tamizado de fangos, enclavamiento purga fangos primarios.
- Mezcla fangos mixtos.
- Enclavamiento y control bombeo fangos mixtos.
- Alarma saturación de la desodorización.
- Control, según necesidades, de todos los sensores y motores relacionados con el CCM.
- **Edificio de aire (CCM4).**

El autómata, tiene entre otras, las siguientes funciones.

- Control de decantadores primarios comprobando el funcionamiento correcto en las línea y generando alarmas si se detectara alguna anomalía.
- Purga de fangos primarios en función de algoritmos de control predefinidos.
- Controlar el nivel de oxígeno en las cubas de aireación. Para el control

y la regulación de oxígeno mediante variación de frecuencia en soplantes, se realizará un lazo de control de tipo PID. Se conectará en cada uno de ellos, las siguientes variables para su posible ajuste y modificación en planta, si fuera necesario, durante el funcionamiento:

- \* Punto de consigna.
- \* Banda proporcional.
- \* Constante de integración.
- \* Constante derivativa.
- \* Pendiente de regulación.

- Alternancia funcionamiento máquinas.
- Recirculación de fangos según carga de la balsa y previsión de demanda.
- Control de decantadores secundarios, comprobando el funcionamiento correcto en las línea y generando alarmas cuando se produjera alguna anomalía.
- Extracción de fangos en exceso.
- Control, según necesidades de todos los sensores y motores relacionados con el CCM.

Los autómatas A.T.R. (Aplicaciones en Tiempo Real), son equipos desarrollados para instalaciones de Tratamiento de Agua.

### **AUTOMATA DE PRETRATAMIENTO (CCM1).**

Cantidad Descripción

---

4	32 entrada digitales libres de tensión.
4	16 salidas digitales por relé.
1	4 entradas analógicas (4-20 mA.)
	2 salidas analógicas (4-20 mA.)

### **AUTOMATA DE EDIFICIO INDUSTRIAL (CCM2).**

Cantidad Descripción

---

4	32 entrada digitales libres de tensión.
2	16 salidas digitales por relé.
1	8 entradas analógicas (4-20 mA.)
1	4 salidas analógicas (4-20 mA.)

### **AUTOMATA DE EDIFICIO ESPESADO (CCM3).**

Cantidad Descripción

---

3	32 entrada digitales libres de tensión.
2	16 salidas digitales por relé.
1	4 entradas analógicas (4-20 mA.)
1	2 salidas analógicas (4-20 mA.)

### **AUTOMATA DE EDIFICIO DE AIRE (CCM4).**

Cantidad Descripción

---

6	32 entrada digitales libres de tensión.
3	16 salidas digitales por relé.
1	8 entradas analógicas (4-20 mA.)
1	4 salidas analógicas (4-20 mA.)

### - Autómata Maestro y Sinóptico.

Recibe información de la planta desde los autómatas locales y transmite dicha información al ordenador a él conectado.

Dispondrá, así mismo, de las salidas precisas para actuar sobre el sinóptico.

### AUTOMATA DE EDIFICIO DE CONTROL.

Cantidad Descripción

---

1	32 entrada digitales libres de tensión.
10	16 salidas digitales por relé.
4	4 salidas analógicas (4-20 mA.)

### - Red de comunicación entre autómatas.

Consta de los módulos previstos en cada autómata y del cable coaxial (ida y vuelta) con conector BNC.

Las características técnicas de la red son las siguientes:

- Topología en anillo.
- Velocidad de transmisión . . . . . 1 Mb/seg.
- Modo de transmisión . . . . . Half-duplexe
- Datos . . . . . 1.024 palabras.
- Indicación de fallos . . . . . 4 displays de 7 seg.
- Leds para control de la transferencia de datos.
- En el caso de fallo de tensión en una de las unidades centrales, la comunicación con las demás centrales se mantiene.

### - Ordenador personal de planta.

- Puesto central para la supervisión del proceso.

- 1 PC, tipo Pentium 75 Mhz, RAM de 16 Mb, disco floppy de 1.44 Mbyte, disco duro de 525 Mbyte, monitor de 20", SVGA en color.
- 1 Impresora de gráficos e informes.
- 1 Impresora de alarmas.
- 1 paquete gráfico de supervisión y mando, Rum Time, Configuración y Programación.

Este ordenador dispondrá de interface RS-232, para su comunicación con el autómeta maestro, así como un segundo RS-232 para un futuro plotter

**- Funciones a realizar por parte del ordenador.**

En base a la información recibida de la planta, a través del autómeta maestro, el ordenador podrá realizar las siguientes funciones:

- Visualización total de señales tanto digitales como análogas.

El citado de esta variables se acompañarán de pantallas animadas a color representando diversas partes de la instalación.

Las variables pueden ser representadas en forma de gráficos o barras.

- Registro en impresora de incidencias e informes.

La impresora conectada al ordenador registrará con hora y fecha las alarmas y cambios significativos producidos en cualquier punto de la planta.

Igualmente se generarán informes relativos al funcionamiento de la

planta sobre los siguientes conceptos:

- Horas de funcionamiento de motores.
- Valores límites de variables analógicas.
- Informes de estado por zonas.
- Situación energética de la planta.

Estos informes se imprimirán por turnos o bajo una condición externa.

#### **- Base de Datos.**

La base de datos es accesible parcialmente desde display y en su totalidad a través de ordenador compatible.

La base de datos admite señales calculadas, con lo que se puede visualizar (o crear alarmas), señales lógicas que faciliten el conocimiento del estado del proceso, (suma de caudales, secuencias con alarmas lógicas, etc.).

Las señales disponen de asignación físico-lógicas, lo que permite modificar su conexionado sin variar la programación.

Las señales analógicas se tratan en unidades de ingeniería, pudiéndose transmitir en binario, para mayor fiabilidad.

Dispone de descripción para todas las entradas y salidas digitales y analógicas.

Se pueden invertir y simular señales con el equipo en funcionamiento.

Existen etiquetas de estado para las señales digitales y las analógicas (con alistamiento independiente), que se tratan en unidades de ingeniería para facilitar su interpretación y posterior manejo.

El sistema de alarmas permite la asociación de etiquetas a toda las señales del tipo: MAXIMO/mínimo, ALTO/bajo, APARICION/desaparición, etc.

#### - Programación.

El sistema está dotado de un conjunto de instrucciones, que le facilita la adecuación a cualquier tipo de proceso, por complejo que sea. Como características principales podemos destacar:

- Posibilidad de dividir el programa en partes de funcionamiento independiente, que podrán compartir información. Con esto se impide la parada general de la aplicación por un error de programación en una de las partes, o el que una de ellas pudiera pararse o ralentizarse en espera de un dato programado o de campo.
- El programa incorpora instrucciones digitales y analógicas que pueden ser usadas conjuntamente.
- Capacidad de cálculo integrada en la aplicación.
- Lazos de control.
- Subrutinas con asignación dinámica de variables.
- Programación horaria.
- Posibilidad de ejecución del programa instrucción a instrucción.

- Posibilidad de ejecución de tareas de forma sincronizada.

**- Curvas de Tendencia.**

El programa de supervisión incluye una amplia gama de posibilidades en el manejo de gráficas, pudiendo el usuario establecer el tipo de gráfica que necesite para representar determinados valores.

Se pueden visualizar un cierto número de variables a la vez (señales analógicas, digitales, variables multiestado, etc.) y comparar las representaciones de cada una.

Para la diferenciación de las distintas señales, existe la posibilidad de elegir los colores con los que se quieran representar cada una de las gráficas. En los puntos, para evitar confusiones, se selecciona un símbolo dentro de distintas posibilidades.

**- Partes.**

En todo momento, el operador puede visualizar en pantalla o imprimir todo tipo de partes con los valores recogidos por el programa de comunicaciones. Tendrá la posibilidad de elaborar partes diarios con tiempo predefinido, representando valores máximos y mínimos, y totalizando los resultados del día. Se pueden generar también partes mensuales, con las características de los anteriormente citados.

En este tipo de partes, el operador puede pedir máximos, mínimos, totales, etc.

### - Actuación sobre Elementos de Planta.

Mediante el teclado del ordenador y accediendo a la parte correspondiente mediante menús, se podrá actuar sobre las variables del proceso, bien para variar consigna, valores límites, reset de contadores o para el accionamiento o parada de elementos sueltos.

Basándose en el programa elegido, se creará un sistema de supervisión como herramienta para poder ejecutar las funciones requeridas en la correcta automatización del proceso. Desde el puesto de mando del operador se podrán llevar a cabo estrategias de control de una forma clara y sencilla para evitar confusiones y simplificar las funciones de explotación.

Para acceder al sistema de supervisión se emplea un ordenador personal, conectado a los autómatas via "bus". En este ordenador se cargan los programas de tratamiento de datos, de comunicaciones y de supervisión.

El programa de supervisión, está basado en una serie de pantallas gráficas con una jerarquía y conexión entre ellas. La pantalla principal es la que está normalmente visualizando el operador y en ella hay un diseño general de la planta con dibujos esquemáticos de los procesos que se desarrollan en la misma.

Esta pantalla principal se encuentra dividida en ventanas de control que corresponden, cada una, a un determinado proceso de la planta. Cuando el operador quiere indagar en alguno de estos procesos, simplemente tiene que pulsar con el ratón en la ventana correspondiente y automáticamente aparecen otras pantallas con el tratamiento correspondiente. En estas pantallas, puede haber otras subpantallas con los grupos funcionales, detallando aún más, alguna fase del tratamiento.

Dentro de las pantallas que tienen el diseño detallado de cada tratamiento, se puede establecer el control de una máquina en concreto, simplemente pulsando con el ratón en el dibujo de dicha máquina.

El modo que tiene el operador de detectar alguna anomalía en el funcionamiento de una máquina o proceso, es mediante la visualización en la pantalla principal de una serie de alarmas que se activan por las diferentes señales que envía el autómata.

Mediante algún icono que parpadea en las ventanas de control de la pantalla principal, el usuario se percata inmediatamente del aviso y entrando en detalle al proceso, puede saber que máquina en concreto está dando problemas y si es posible o no solucionar el problema desde la pantalla.

En todo momento el operador tiene la posibilidad de consultar la evolución de un proceso en las gráficas destinadas a tal fin. Para ello, deberá seleccionar el correspondiente icono o barra de menú, disponible en todas las pantallas, para comparar las distintas señales que le llegan de los autómatas.

También se pueden elaborar todo tipo de informes por impresora y pantalla.

#### **- Archivo Histórico.**

Todo lo registrado en impresora será almacenado en disco duro del ordenador para su tratamiento posterior.

### - Características de los Armarios para alojar los autómatas.

Armario metálico estanco de chapa de 1,5 mm. espesor con ventana de metacrilato en el frontal para visualizar los leds de estado E/S del Automata.

- Dispondrá de fuente de alimentación a 24 V c.c.
- Llevarán sistema de ventilación mediante termostato e interruptor con llave para accionamiento local.
- Bornas de entrada y salida, canaletas, terminales y elementos varios precisos.

### 6.31. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACION.

#### RASANTE DEFINITIVA.

La rasante definitiva de la parcela se consigue mediante tres (3) planos de terraplenado:

#### **1º PLANO:**

Está delimitado por la línea que nos une el eje común de los decantadores primarios, y por el límite de la parcela en la zona de entrada de agua bruta.

Su pendiente, en el sentido longitudinal de la parcela, es nula, teniendo una pendiente del 0,5 % en el sentido transversal, es decir, hacia el Río Isuela.

## **2º PLANO:**

Limitado por la línea que une el eje común de los decantadores primarios, y por la línea que une el eje común de los decantadores secundarios, tiene una pendiente en el sentido longitudinal de la parcela del 1,29 %, mientras que en el sentido transversal, hacia el Río Isuela, es del 0,5 %

## **3º PLANO:**

Es el limitado por la línea que une el eje común de los decantadores secundarios, y por el límite de la parcela en el lado opuesto a la entrada de agua bruta.

En el sentido longitudinal de la parcela tiene una pendiente del 0,45 %, y en el sentido transversal, es decir, hacia el Río Isuela, del 0,5 %.

A la vista del estudio geotécnico realizado y de las cargas de los elementos a instalar, se ha decidido una cimentación superficial con sustitución y mejora del terreno.

## **EDIFICIOS:**

Se extrae el material limoso o arcillo limoso, y se sustituye por relleno compactado de suelos adecuados o tolerables procedentes de préstamos.

La medición de este movimiento de tierras resulta ser el volumen del prisma tronco-piramidal formado bajo el edificio, con una profundidad de 2,00 m bajo la cota de hormigón de limpieza, y talud 1:2 a partir de la base superior de dicho prisma, cuyos límites se sitúan paralelos a las fachadas del edificio a una distancia de 1,50 m., y a la misma cota que el hormigón de limpieza.

Dicho volumen depende de la situación del edificio y de la cota de rasante de desbroce del terreno, no teniendo el porqué coincidir excavación y relleno.

### APARATOS:

Se extrae el material limoso o arcillo-limoso, llegando a cota de **0,20** bajo gravas o margas, y sustituyendo con material adecuado y compactado bajo aparatos y con material procedente de la excavación en el resto de la excavación efectuada.

El material sobrante se extenderá en la zona de parcela no ocupada dando una continuidad a la línea de terraplenado hasta el río.

Todos los aparatos se han estudiado y diseñado para soportar la subpresión originada por un nivel freático ligeramente inferior al nivel líquido del río en la sección correspondiente, y para el caudal de avenida de **116 m<sup>3</sup>/seg.**

La medición de cada elemento se efectúa de la siguiente forma:

- Excavación desde la cota de terreno desbrozado hasta **0,20 m.** bajo cota de gravas con talud 1:2.
- Relleno con suelos adecuados desde la cota de gravas hasta la cota inferior de solera menos los **20 cm.** correspondientes al hormigón de limpieza H-125 y sub-base de zahorra.
- Relleno con productos de la excavación hasta la cota de rasante de terreno desbrozado resultando esto de restar a la excavación del aparato los volúmenes de suelo adecuado, H-125, subbase de zahorra y la parte del elemento correspondiente.

- El terraplén hasta la cota de rasante definitiva se mide en el movimiento general de tierras mediante transversales, deduciendo en esta medición los volúmenes de aparatos correspondientes.

Estas mediciones se ajustan al esquema y al cuadro, en el cual se reflejan las cotas para cada aparato, que figuran en el Plano 4.2. "Movimiento de Tierras. Perfiles Transversales".

### **6.32. OBRA DE DEFENSA DEL RÍO ISUELA.**

Dado que se ha terraplenado la parcela hasta alcanzar cotas mínimas y máximas próximas al intervalo **50,00-52,00** respectivamente, de nivel de terreno definitivo, resultan unos taludes que ha habido que proteger frente a las posibles avenidas, estudiadas en el Anejo correspondiente.

Para lograr ese objetivo, en la zona de parcela se aumenta la sección hidráulica del río, en su base y con taludes más suaves.

En el cauce se dispone una protección, en ambos márgenes, de escollera sobre geotextil, mientras que el talud de la parcela se protege mediante coraza con gavión de **30 cm.** de espesor que permita sembrado mediante un manto de tierra vegetal y así quedar incorporado a la zona verde del conjunto.

### **6.33. URBANIZACIÓN, ACCESO Y JARDINERÍA.**

Se proyecta una red de viales interiores a la planta, de forma que se permite un fácil acceso al edificio de explotación, y en general a todos aquellos puntos que precisen un montaje, desmontaje, etc. de maquinaria.

Estos viales, están formados por **50 cm.** de suelo seleccionado, **25 cm.** de zahorra artificial y **4 cm.** de M.B.C. tipo S-12, llevando bordillo de hormigón prefabricado recibido con mortero de agarre.

Se realizará una acera de loseta hidráulica alrededor de los edificios.

Se dispone de un cerramiento metálico de toda la parcela sobre zócalo de hormigón, con una puerta de entrada de **6,00 x 6,00 m.**

Una vez acabadas las obras, se realizará un acondicionamiento de la parcela ocupada, realizando los terraplenes y perfilados del terreno con objeto de realzar el acabado de las instalaciones, a la vez que sirvan para una mejor valoración visual de las mismas.

Por último, se ejecutará el acceso a la EDAR desde la carretera A-131 de Huesca a la Granja, mediante una intersección con un paquete de firme compuesto por **70 cm.** de suelo seleccionado, **25 cm** de zahorra natural, **25 cm.** de zahorra artificial y **4 cm** de M.B.C. tipo S-12 en capa de rodadura. Todo ello completado con la construcción de isletas, colocación de señalización vertical, señalización horizontal y marcas viales correspondientes.

Con objeto de mejorar el aspecto estético, se dispone un seto longitudinal que mejore el aspecto visual. Asimismo se proyecta una plantación de césped y una ubicación de plantas y árboles autóctonos.

#### 6.34. ACONDICIONAMIENTO VERTIDO ACTUAL AL RÍO.

Desde la salida del aliviadero hasta el río, se proyecta una sección con solera de hormigón y taludes 3:2 revestidos con coraza de gavión de 0,30 m. de espesor, sobre un geotextil para evitar la migración de finos a través de la coraza. La solera llevará rastrillo al comienzo y al final y los laterales de coraza se prolongarán formando aletas en la desembocadura al río Isuela.

## 7. DOCUMENTACION DE QUE CONSTA EL PROYECTO.

### DOCUMENTO N° 1.

### MEMORIA Y ANEJOS

#### \* **MEMORIA.**

1. INTRODUCCION.
2. BASES DE PARTIDA
3. RESULTADOS A OBTENER.
4. UBICACION Y TERRENOS DISPONIBLES.
5. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA.
  - 5.1. REDISEÑO DE LA IMPLANTACION.
  - 5.2. PROCESO DE TRATAMIENTO.
  - 5.3. LINEA PIEZOMETRICA.
  - 5.4. OBRA DE LLEGADA, POZO DE GRUESOS, DESBASTE GRUESO Y FINO, BOMBEO DE AGUA BRUTA Y EDIFICIO DE DESBASTE.
  - 5.5. DESARENADO Y DESENGRASADO.
  - 5.6. BY-PASS, MEDIDOR DE CAUDAL Y TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO.
  - 5.7. DECANTACION PRIMARIA.
  - 5.8. BALSAS BIOLOGICAS.
  - 5.9. AIREACION BALSAS BIOLOGICAS.
  - 5.10. REPARTO A DECANTACION SECUNDARIA.
  - 5.11. DECANTACION SECUNDARIA.
  - 5.12. DEPOSITO DE AGUA TRATADA.
  - 5.13. EDIFICIO DE BOMBEO DE FANGOS ESPESADOS.
  - 5.14. ESPESADORES.
  - 5.15. ESPESADOR DE GRAVEDAD.
  - 5.16. ESPESADOR DE FLOTACION.
  - 5.17. CAMARA DE MEZCLA DE FANGOS MIXTOS ESPESADOS.
  - 5.18. BOMBEO DE FANGOS MIXTOS ESPESADOS.
  - 5.19. DIGESTION ANAEROBIA.
  - 5.20. LINEA DE GAS.
  - 5.21. COGENERACION DE ENERGIA ELECTRICA/TERMICA.
  - 5.22. DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO DE FANGOS DIGERIDOS.
  - 5.23. EDIFICIO DE DIGESTION Y SECADO.
  - 5.24. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE FANGOS.
  - 5.25. DESODORIZACION.

- 5.26. AUTOMATISMOS Y CONTROL.
- 5.27. ACOMETIDA ELECTRICA EDAR.
- 5.28. ELECTRICIDAD EN M.T. Y B.T.
- 5.29. RESUMEN DE LA SOLUCION ADOPTADA.

## **6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.**

- 6.1. OBRA DE TOMA Y BY-PASS.
- 6.2. DESBASTE DE SOLIDOS GRUESOS.
- 6.3. ELEVACION DE AGUA BRUTA.
- 6.4. DESBASTE DE SOLIDOS Y FINOS.
- 6.5. DESARENADO-DESENGRASADO.
- 6.6. BY-PASS AGUA PRETRATADA.
- 6.7. OBRA DE REPARTO DE CAUDALES.
- 6.8. TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO.
- 6.9. DECANTACION PRIMARIA.
- 6.10. REACTOR BIOLOGICO.
- 6.11. DECANTACION SECUNDARIA.
- 6.12. DEPOSITO AGUA TRATADA.
- 6.13. PURGA Y RECIRCULACION DE FANGOS BIOLOGICOS.
- 6.14. BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS.
- 6.15. TAMIZADO DE FANGOS.
- 6.16. ESPESADOR DE GRAVEDAD.
- 6.17. FANGOS EN EXCESO.
- 6.18. ESPESADOR DE FLOTACION.
- 6.19. MEZCLA Y BOMBEO DE FANGOS ESPESADOS Y FLOTADOS.
- 6.20. DIGESTION ANAEROBIA.
- 6.21. DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO DE FANGOS DIGERIDOS.
- 6.22. DESHIDRATACION DE FANGOS. FILTRO BANDA.
- 6.23. EDIFICIOS. OBRA CIVIL.
- 6.24. OBRAS E INSTALACIONES VARIAS.
- 6.25. INSTALACIONES AUXILIARES.
- 6.26. RECUPERACION DE ENERGIA.
- 6.27. INSTALACION ELECTRICA.
- 6.28. ALUMBRADO.
- 6.29. INSTALACION GENERAL DE TIERRAS.
- 6.30. INSTALACION AUTOMATISMO Y CONTROL.
- 6.31. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACION.
- 6.32. OBRA DE DEFENSA DEL RIO ISUELA.
- 6.33. URBANIZACION, ACCESO Y JARDINERIA.

- 6.34. ACONDICIONAMIENTO VERTIDO ACTUAL AL RIO.
7. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO.
  8. CALIFICACION DE OBRA COMPLETA.
  9. CLASIFICACION DEL CONTRATISTA.
  10. REVISION DE PRECIOS.
  11. PRESUPUESTOS.
  12. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA.
  13. CONCLUSIONES.

---

ANEJOS A LA MEMORIA

1. CAMPAÑA DE AFORO, MUESTREO Y ANALISIS DEL VERTIDO DE AGUA RESIDUAL DE HUESCA.
2. TOPOGRAFIA.
3. ESTUDIO GEOTECNICO.
4. ESTUDIO DE INUNDACIONES Y MAXIMAS AVENIDAS DEL RIO ISUELA.
5. CALCULOS JUSTIFICATIVOS FUNCIONALES.
6. CALCULOS HIDRAULICOS (Línea Piezométrica).
7. CALCULOS ESTRUCTURALES.
8. CALCULOS ELECTRICOS.
9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.
11. ESTUDIO DE COSTES DE EXPLOTACION.
12. PLAN DE OBRA.
13. ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE.
14. RECORRIDO EDUCATIVO.
15. CALCULOS MECANICOS DE TUBERIAS DE HORMIGON.
16. PERMISOS Y CONDICIONADOS.

1. SITUACION.
- 2.1. EMISARIO. PLANTA.
- 2.2. EMISARIO. LONGITUDINAL, ALIVIADERO SECCION TIPO Y DETALLES.
- 2.4. ACONDICIONAMIENTO VERTIDO ACTUAL. PLANTA.
- 2.5. ACONDICIONAMIENTO VERTIDO ACTUAL. PERFILES TRANSVERSALES Y SECCION TIPO.
3. ESTADO ACTUAL DEL TERRENO.
- 4.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS. PLANTA.
- 4.2.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS. PERFILES TRANSVERSALES.
- 4.2.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS. PERFILES TRANSVERSALES.
5. PLANTA GENERAL.
6. PLANTA DE REPLANTEO - COORDENADAS.
- 7.1.1. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Agua).
- 7.1.2. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Agua).
- 7.1.3. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Agua).
- 7.1.4. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Agua).
- 7.2.1. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Fangos y Gas).
- 7.2.2. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Fangos y Gas).
- 7.2.3. DIAGRAMA DE FLUJOS (Línea de Fangos y Gas).
- 7.3. LINEA PIEZOMETRICA.
- 8.1.1. LLEGADA, BOMBEO Y DESBASTE. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 8.1.2. LLEGADA, BOMBEO Y DESBASTE. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 8.2. OBRA DE TOMA, ALIVIADERO, BY-PASS GENERAL, POZO DE BOMBAS Y DESBASTE. ARMADURAS.
- 8.3.1. OBRA DE TOMA. ALIVIADERO, BY-PASS GENERAL, POZO DE BOMBAS Y DESBASTE. PLANTA. EQUIPOS MECANICOS.
- 8.3.2. OBRA DE TOMA, ALIVIADERO, BY-PASS GENERAL, POZO DE BOMBAS Y DESBASTE. SECCIONES. EQUIPOS MECANICOS.

- 9.1.1. DESARENADOR-DESENGRASADOR. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 9.1.2. DESARENADOR-DESENGRASADOR. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 9.2. DESARENADOR-DESENGRASADOR. ARMADURAS.
- 9.3. DESARENADOR-DESENGRASADOR. EQUIPOS MECANICOS.
- 10.1.1. MEDIDOR DE CAUDAL Y FISICO QUIMICO. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 10.1.2. MEDIDOR DE CAUDAL Y FISICO QUIMICO. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES Y DETALLES.
- 10.2. MEDIDOR DE CAUDAL Y TRATAMIENTO FISICO QUIMICO. ARMADURAS.
- 10.3.1. MEDIDOR DE CAUDAL Y TRATAMIENTO FISICO QUIMICO. PLANTA. EQUIPOS MECANICOS.
- 10.3.2. MEDIDOR DE CAUDAL Y TRATAMIENTO FISICO QUIMICO. SECCIONES. EQUIPOS MECANICOS.
- 11.1.1. DECANTADOR PRIMARIO. DEFINICION GEOMETRICA.
- 11.1.2. DECANTADOR PRIMARIO. DETALLES.
- 11.2. DECANTADOR PRIMARIO. ARMADURAS.
- 11.3. DECANTADOR PRIMARIO. EQUIPOS MECANICOS.
- 12.1. ARQUETA DE BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS Y FLOTANTES. DEFINICION GEOMETRICA.
- 12.2. ARQUETA DE BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS Y FLOTANTES. ARMADURAS.
- 12.3. ARQUETA DE BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS Y FLOTANTES. EQUIPOS MECANICOS.
- 13.1.1. BALSAS DE ACTIVACION. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 13.1.2. BALSAS DE ACTIVACION. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 13.2.1. BALSAS DE ACTIVACION. ARMADURAS. PLANTA.
- 13.2.2. BALSAS DE ACTIVACION. ARMADURAS. SECCIONES.
- 13.3.1. BALSAS DE ACTIVACION. PLANTA. EQUIPOS MECANICOS.
- 13.3.2. BALSAS DE ACTIVACION. SECCIONES. EQUIPOS MECANICOS.
- 13.4.1. EDIFICIO DE AIREACION. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA, SECCIONES Y ALZADOS.
- 13.4.2. EDIFICIO DE AIREACION. ARMADURAS.

- 13.4.3. EDIFICIO DE AIREACION. EQUIPOS MECANICOS.
- 14.1. ELEVACION DE FANGOS EN RECIRCULACION Y EXCESO. DEFINICION GEOMETRICA.
- 14.2. ELEVACION DE FANGOS EN RECIRCULACION Y EXCESO. ARMADURAS.
- 14.3. ELEVACION DE FANGOS EN RECIRCULACION Y EXCESO. EQUIPOS MECANICOS.
- 15.1.1. REPARTO A DECANTACION SECUNDARIA Y POZO DE VACIADOS. DEFINICION GEOMETRICA.
- 15.1.2. REPARTO A DECANTACION SECUNDARIA Y POZO DE VACIADOS. ARMADURAS.
- 15.1.3. REPARTO A DECANTACION SECUNDARIA Y POZO DE VACIADOS. EQUIPOS MECANICOS.
- 15.2.1. DECANTADOR SECUNDARIO. DEFINICION GEOMETRICA.
- 15.2.2. DECANTADOR SECUNDARIO. DETALLES.
- 15.3. DECANTADOR SECUNDARIO. ARMADURAS.
- 15.4. DECANTADOR SECUNDARIO. EQUIPOS MECANICOS.
- 16.1. CUBA DE CLORACION. DEFINICION GEOMETRICA.
- 16.2. CUBA DE CLORACION. ARMADURAS.
- 16.3. CUBA DE CLORACION. EQUIPOS MECANICOS.
- 17.1. ESPESADOR DE GRAVEDAD. DEFINICION GEOMETRICA.
- 17.2. ESPESADOR DE GRAVEDAD. ARMADURAS.
- 17.3. ESPESADOR DE GRAVEDAD. EQUIPOS MECANICOS.
- 18.1. ESPESADOR DE FLOTACION. DEFINICION GEOMETRICA.
- 18.2. ESPESADOR DE FLOTACION. ARMADURAS.
- 18.3. ESPESADOR DE FLOTACION. EQUIPOS MECANICOS.
- 18.4. DEPOSITO MEZCLA DE FANGOS. DEFINICION GEOMETRICA. EQUIPOS MECANICOS.
- 18.5. DEPOSITO MEZCLA DE FANGOS. ARMADURAS.
- 19.1.1. DIGESTOR ANAEROBIO. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 19.1.2. DIGESTOR ANAEROBIO. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 19.2. DIGESTOR ANAEROBIO. ARMADURAS.
- 19.3.1. DIGESTOR ANAEROBIO. EQUIPOS MECANICOS. PLANTA.
- 19.3.2. DIGESTOR ANAEROBIO. EQUIPOS MECANICOS. SECCIONES.

- 20.1. GASOMETRO. DEFINICION GEOMETRICA.
- 20.2. GASOMETRO. ARMADURAS.
- 20.3. GASOMETRO. EQUIPOS MECANICOS.
- 21. QUEMADOR DE GAS. DEFINICION GEOMETRICA, ARMADURAS Y EQUIPOS MECANICOS.
- 22. DEPOSITO DE FUEL-OIL. DEFINICION GEOMETRICA, ARMADURAS Y EQUIPOS MECANICOS.
- 23.1.1. DEPOSITO DE FANGOS DIGERIDOS. DEFINICION GEOMETRICA Y EQUIPOS MECANICOS.
- 23.1.2. DEPOSITO DE FANGOS DIGERIDOS. DETALLES.
- 23.2. DEPOSITO DE FANGOS DIGERIDOS. ARMADURAS.
- 24.1. POZO CENTRAL DE VACIADOS. DEFINICION GJEOMETRICA.
- 24.2. POZO CENTRAL DE VACIADOS. ARMADURAS.
- 25.1. EDIFICIO DE DESBASTE. DEFINICION GEOMETRICA. ALZADOS.
- 25.2.1. EDIFICIO DE DESBASTE. VIGAS DE CUBIERTA.
- 25.2.2. EDIFICIO DE DESBASTE. FORJADO DE CUBIERTA.
- 25.2.3. EDIFICIO DE DESBASTE. CIMENTACION. CUADRO DE PILARES.
- 26.1.1. EDIFICIO INDUSTRIAL. DEFINICION GEOMETRICA. PLANTA.
- 26.1.2.1. EDIFICIO INDUSTRIAL. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 26.1.2.2. EDIFICIO INDUSTRIAL. DEFINICION GEOMETRICA. SECCIONES.
- 26.1.3.1. EDIFICIO INDUSTRIAL. DEFINICION GEOMETRICA. ALZADOS.
- 26.1.3.2. EDIFICIO INDUSTRIAL. DEFINICION GEOMETRICA. ALZADOS.
- 26.2.1. EDIFICIO INDUSTRIAL. FORJADO DE CUBIERTA.
- 26.2.2. EDIFICIO INDUSTRIAL. VIGAS DE CUBIERTA.
- 26.2.3. EDIFICIO INDUSTRIAL. CIMENTACION. CUADRO PILARES.
- 26.3.1. EDIFICIO INDUSTRIAL. EQUIPOS MECANICOS. PLANTA.
- 26.3.2. EDIFICIO INDUSTRIAL. EQUIPOS MECANICOS. SECCIONES.
- 27.1. EDIFICIO DE CONTROL. DEFINICION GEOMETRICA.
- 27.1.1. EDIFICIO DE CONTROL. ALZADOS.
- 27.2.1. EDIFICIO DE CONTROL. FORJADO DE CUBIERTA.
- 27.2.2. EDIFICIO DE CONTROL. FORJADO PLANTA BAJA.

- 27.2.3. EDIFICIO DE CONTROL. VIGAS PLANTA BAJA.
- 27.2.4. EDIFICIO DE CONTROL. VIGAS DE BAJO CUBIERTA.
- 27.2.5. EDIFICIO DE CONTROL. CIMENTACION. CUADRO DE PILARES.
- 28.1. EDIFICIO DE FANGOS ESPESADOS. DEFINICION GEOMETRICA.
- 28.2. EDIFICIO DE FANGOS ESPESADOS. EQUIPOS MECANICOS.
- 29. EDIFICIO DE TRANSFORMACION. DEFINICION GEOMETRICA.
- 30. LINEA DE AGUA Y BY-PASS GENERAL. P.G.
- 31.1. RED DE PLUVIALES. P.G.
- 31.2. RED DE REBOSES Y VACIADOS. P.G.
- 31.3. RED DE FANGOS, GAS Y SOBRENADANTES. P.G.
- 31.4. RED DE AIRE DE PROCESO Y AIRE DE SERVICIO. P.G.
- 31.5. RED DE AGUA DE SERVICIO. P.G.
- 31.6. RED DE AGUA POTABLE.P.G.
- 32.1. URBANIZACION Y JARDINERIA. PLANTA.
- 32.2. URBANIZACION Y JARDINERIA. ACCESO Y DETALLES.
- 33.1. PLANTA DE DISTRIBUCION DE FUERZA Y ALUMBRADO EXTERIOR.
- 33.2. ALUMBRADO EDIFICIOS.
- 34.1. ESQUEMA UNIFILAR DE ALTA TENSION Y CUADRO DE DISTRIBUCION. EQUIPOS ELECTRICOS.
- 34.2. ESQUEMA UNIFILAR C.C.M.1. PRETRATAMIENTO. EQUIPOS ELECTRICOS.
- 34.3. ESQUEMA UNIFILAR C.C.M.4. TRATAMIENTO BIOLOGICO. EQUIPOS ELECTRICOS.
- 34.4. ESQUEMA UNIFILAR C.C.M.3. ESPESAMIENTO DE FANGOS. EQUIPOS ELECTRICOS.
- 34.5. ESQUEMA UNIFILAR C.C.M.2. CALEFACCION, DIGESTION Y DESHIDRATACION. EQUIPOS ELECTRICOS.
- 34.6. ESQUEMA UNIFILAR ALUMBRADO EXTERIOR Y ALUMBRADO EDIFICIOS.
- 35. DETALLES INSTALACIONES ELECTRICAS. EQUIPOS ELECTRICOS.

## DOCUMENTO N° 3.

### PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS

#### 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS.

- 3.1. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES.
- 3.2. NORMATIVA APLICABLE.
- 3.3. CONDICIONES ADMINISTRATIVAS PARTICULARES.
- 3.4. CONDICIONES QUE REGIRAN EN LA EJECUCION DE LAS OBRAS.
- 3.5. MEDICION Y ABONO DE LAS OBRAS.
- 3.6. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS.
- 3.7. SISTEMA DE ORGANIZACION DE LAS RELACIONES ADMINISTRACION-CONTRATISTA.
  - 3.7.1. Objeto y Observación General.
  - 3.7.2. Nomenclatura y Clasificación de Documentos.
  - 3.7.3. Normas de Envío de Documentos.
  - 3.7.4. Aprobación de Documentos.
  - 3.7.5. Documentos que requieren aprobación.
  - 3.7.6. Informes de Progreso.
  - 3.7.7. Esquema de Organización del Contratista.
- 3.8. PRIMER ESQUEMA DE ORGANIZACION DE LAS PRUEBAS DE RECONOCIMIENTO.
  - 3.8.1. Pruebas de Materiales y Elementos en Taller.
  - 3.8.2. Pruebas de Materiales y Elementos en Obra.
  - 3.8.3. Pruebas de Materiales y Elementos en Laboratorio.
  - 3.8.4. Pruebas de Sistemas en Obras.
  - 3.8.5. Protocolo de pruebas.
- 3.9. RESULTADOS FINALES.

## DOCUMENTO N° 4.

### PRESUPUESTOS

#### 4. PRESUPUESTOS.

- 4.1. MEDICIONES.
  - 4.1.1. Obra Civil.
  - 4.1.2. Equipos Mecánicos.
  - 4.1.3. Equipos Eléctricos, Automatización y Control
- 4.2. CUADRO DE PRECIOS N° 1.
  - 4.2.1. Obra Civil.
  - 4.2.2. Equipos Mecánicos.
  - 4.2.3. Equipos Eléctricos, Automatización y Control.

**4.3. CUADRO DE PRECIOS N° 2.**

4.3.1. Obra Civil.

4.3.2. Equipos Mecánicos.

4.3.3. Equipos Eléctricos, Automatización y Control.

**4.4. PRESUPUESTOS PARCIALES.**

4.4.1. Obra Civil.

4.4.2. Equipos Mecánicos.

4.4.3. Equipos Eléctricos, Automatización y Control.

4.4.4. Seguridad e Higiene.

**4.5. RESUMEN DE PRESUPUESTO PARCIALES.**

4.5.1. Obra Civil.

4.5.2. Equipos Mecánicos.

4.5.3. Equipos Eléctricos, Automatización y Control.

4.5.4. Seguridad e Higiene.

**4.6. PRESUPUESTOS GENERALES.**

4.6.1. Ejecución Material.

4.6.2. Ejecución por Contrata.

## 8. CLASIFICACION DE OBRA COMPLETA.

El presente Proyecto se refiere a una obra completa susceptible de ser entregada al Servicio Público una vez terminada, reuniendo los requisitos exigidos en la Ley de Contratos del Estado (Art. 21). Decreto 923/1965 de 8 de Abril y en el Reglamento de Contratación (Art. 58). Decreto 3.410/1975 de 25 de Noviembre.

## 9. CLASIFICACION DEL CONTRATISTA.

Las empresas **ASTEISA, TRATAMIENTO DE AGUAS, S.A.** e **IDECONSA**, se encuentran clasificadas en:

\* Grupo K, subgrupo 8, categoría E.

## 10. REVISION DE PRECIOS.

La fórmula de revisión de precios a aplicar es la número 9 del Decreto nº 3650/1970, de 19 de Diciembre, (B.O.E. de 29 de Diciembre de 1970).

$$K_t = 0,33 (H_t/H_o) + 0,16 (E_t/E_o) + 0,20 (C_t/C_o) + 0,16 (S_t/S_o) + 0,15$$

## 11. PRESUPUESTO.

El presupuesto de EJECUCION MATERIAL asciende a la cantidad de MIL TRESCIENTOS TREINTA Y DOS MILLONES TRESCIENTAS TREINTA Y NUEVE MIL NOVECIENTAS TREINTA Y SIETE PESETAS (1.332.339.937.- Pts).

El presupuesto de EJECUCION POR CONTRATA asciende a la cantidad de MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y NUEVE MILLONES CIENTO SESENTA Y DOS MIL CUARENTA Y NUEVE PESETAS (1.839.162.049.- Pts)

## 12. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA.

Estimamos que el plazo de ejecución de la obra será de **18 meses**, manteniéndose la previsión que indica el Pliego de Bases.

El período de garantía, tal como lo indica el PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS PARTICULARES, será por un año (1 año).

**13. CONCLUSIONES**

Habiéndose redactado el presente proyecto constructivo según el Pliego de Bases, se somete a la consideración de la Administración.

Zaragoza, 3 de Junio de 1.996

**LOS INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO**

**POR IDECONSA**  
  
**IDECONSA**  
Paseo Rosales, 28 Dpto.  
50008 ZARAGOZA  
Fdo.: José M. Hernández  
Colegiado nº 8.833

**POR ASTEISA**  
  
**ASTEISA**  
TRATAMIENTO DE AGUAS  
Espronceda, 84 Dpto.  
Teléf. 442 36 90 MADRID - 3  
Fdo.: Carlos Linares Merino

**COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**  
103302 X 27 DIC. 1996  
**VISADO ESTUDIOS Y PROYECTOS**



---

---

ANEJOS A LA MEMORIA

---

---

**ANEJO Nº 1**

---

**CAMPAÑA DE AFORO, MUESTREO Y ANALISIS DEL VERTIDO  
DE AGUA RESIDUAL DE HUESCA**

---

## INDICE

- 
1. CAMPAÑA DE ENSAYOS Y ANALISIS SOLICITADA.
  2. CARACTERIZACION DEL VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN HUESCA.
-

---

## 1. CAMPAÑA DE ENSAYOS Y ANALISIS SOLICITADA

---

## CAMPAÑA DE ENSAYOS Y ANALISIS

### - DIA PRIMERO.

- 1 Toma de muestras cada 2 horas, comenzando a las 7 de la mañana hasta las 23 h., hacer una muestra ponderada y hacer en el Laboratorio el análisis tipo I.

### - DIA SEGUNDO.

- 1 Toma de muestras cada 2 horas igual que el día anterior, y de la ponderada hacer en el Laboratorio el análisis tipo II.

### - DIA TERCERO.

- 3 Muestras puntuales en función de los máximos caudales registrados en los dos días anteriores, en el Laboratorio se realizarán los análisis tipo I.

En todas las muestras que se tomen se realizarán las determinaciones "in situ".

## DETERMINACIONES

### "In Situ"

- Velocidad.
- Sección.
- Caudal.
- Temperatura.
- Conductividad.
- pH.
- Oxígeno disuelto.

### Análisis tipo I

- Aceites y grasas (tratar de separar vegetales de minerales).
- Detergentes (LAS).
- Sólidos totales.
- Materias en Suspensión totales.
- Materias en Suspensión sedimentables.
- Materias en Suspensión volátiles.
- DBO<sub>5</sub>.
- DQO.
- Nitrógeno Kjeldahl.
- Nitratos.
- Fósforo total.
- Contaminación bacteriológica expresada Escherichie coli.

### Análisis tipo II.

Además de los del tipo I, los siguientes:

- Cloruros.
- Nitrógeno amoniacal.
- Sulfatos.
- Cianuros.
- Fenoles.
- Cromo.
- Manganeseo.
- Hierro.
- Níquel.
- Zinc.
- Cadmio.
- Mercurio.
- Boro.
- Aluminio.
- Plomo.
- Arsénico.

### NOTAS:

- a) Es de especial importancia la determinación de MES volátil.
- b) Se deberá indicar el procedimiento para determinar el aforo de caudal.
- c) Se deberá indicar también la metodología para determinar los análisis pedidos.
- d) El presupuesto deberá estar en **Asteisa, Tratamiento de Aguas, S.A.** antes de las **14 horas** del día **29** del mes en curso, caso contrario será **DESESTIMADO**.



## 2. CARACTERIZACIÓN DEL VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN HUESCA

Informe: 43 / 96  
Fecha: 30/ 04/96  
ASTEISA-DECONSA

## 1. INTRODUCCIÓN

ASTEISA ha solicitado a TECNOMA la realización de una campaña de aforo, muestreo y análisis del vertido de agua residual generado en el municipio de Huesca.

Este informe recoge la metodología empleada y los resultados obtenidos.

## 2. CAMPAÑA DE AFOROS Y MUESTREO

La campaña fue efectuada por personal de TECNOMA, los siguientes días:

- 15.04.96
- 16.04.96
- 17.04.96
- 18.04.96

### 2.1. EQUIPO DE MUESTREO

Un equipo de 2 técnicos aforistas, bajo la supervisión de un Titulado Superior, realizó la campaña de muestreo, utilizándose para ello material volumétrico diverso, botellas de vidrio y neveras portátiles.

### 2.2. DURACIÓN Y FRECUENCIA

La toma de muestra y aforos se efectuó siguiendo el horario que se describe a continuación y que queda reflejado en las hojas de campo:

- Días 15 y 16.04.96:

07:00	16:00
08:00	17:00
09:00	18:00
10:00	19:00
11:00	20:00
12:00	21:00
13:00	22:00
14:00	23:00
15:00	

- Día 17.04.96:  
15:00
- Día 18.04.96:  
09:00  
11:00  
13:00

### 2.3. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE AFORO

El punto de muestreo y aforo se encuentra en la margen derecha del río Isuela.

Se accede por una carretera que parte de la Avda. de los Danzantes de Huesca y finaliza en la Ermita de Nuestra Señora de Salas, estando el punto de vertido a unos 300 metros de la parte posterior de dicha Ermita.

### 2.4. DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO Y AFORO

El punto de muestreo consiste en un canal con base triangular y techo en bóveda circular con un diámetro de 1,10 m. La altura de dicho canal desde su punto medio es de 2,40 m. y la anchura de 2,20 m. (ver anexo I).

Esta construido en hormigón y vierte directamente a una acequia de tierra.

### 2.5. DETERMINACIONES "IN SITU"

Se procedió a la medida "in situ" de los siguientes parámetros en el momento de la toma de muestra:

- pH
- Conductividad
- Temperatura ambiente
- Temperatura de la muestra
- Caudal
- Oxígeno disuelto

### 3. TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

De cada uno de los días 15 y 16 se procedió a la realización de una muestra compuesta proporcional al caudal.

Junto con la muestra compuesta correspondiente se transportaron y conservaron las siguientes muestras puntuales:

- |   |          |                      |
|---|----------|----------------------|
| - | 15.04.96 | 09:00 H.<br>13:00 H. |
| - | 16.04.96 | 11:00 H.<br>13:00 H. |

Los días 16 y 17 únicamente se tomaron muestras puntuales que se corresponden con:

- |   |          |                                  |
|---|----------|----------------------------------|
| - | 17.04.96 | 15:00 H.                         |
| - | 18.04.96 | 09:00 H.<br>11:00 H.<br>13:00 H. |

En el momento de la toma se estabilizaron y refrigeraron las muestras según los protocolos establecidos en "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater" APHA-AWWA-WPCF, 19 th. Ed. 1995.

El transporte fue realizado por SEUR 10 recibiendo las muestras y las hojas de campo en el laboratorio en un plazo no superior a 24 horas.

A su recepción, las muestras se codificaron y guardaron convenientemente acondicionadas, manteniéndose refrigeradas a 4°C hasta el momento de su procesamiento y análisis.

#### 4. INCIDENCIAS

Durante el período comprendido entre las 20:50 H. y las 00:30 H. del día 16.04.96 se produjeron fuertes precipitaciones afectando de forma directa al vertido, por lo cual se desestimaron tanto las medidas de caudal como la toma de muestras realizadas a las 22:00 H. y 23:00 H. de este día.

Durante los días 15, 16 y 18 se observa un cambio en la coloración del vertido a las 09:00 H. y a las 13:00 H., del mismo modo a las 13:00 H. del día 16 se produce un fuerte olor a gasoleo.

#### 5. METODOLOGÍA ANALÍTICA

Las muestras se procesaron y los parámetros se analizaron conforme a los siguientes protocolos:

##### Determinaciones "in situ"

- Temperatura: APHA-2550
- pH: APHA-4500-H-B (pH-metro)
- Conductividad: APHA-2510-B (Conductímetro)
- Caudal: Para la medición de los caudales se levantó previamente el perfil húmedo del punto de aforo y muestreo. El cálculo del caudal viene dado, por tanto, como el producto de la velocidad por la sección mojada establecida en cada punto de aforo, de acuerdo con la ecuación:  
$$Q \text{ (L/seg)} = S \text{ (m}^3\text{)} \times V \text{ (m/seg)} \times 10^{-3}$$
- Oxígeno disuelto: APHA 4500-O-G (Electrodo selectivo)

##### Determinaciones de laboratorio

- Sólidos en suspensión: APHA-2540-D
- Sólidos volátiles: APHA-2540-E
- Sólidos sedimentables: APHA-2540-F
- Sólidos totales: APHA-2540-B (secado a 103°)
- DBO<sub>5</sub>: APHA-5210-B
- DQO: APHA-5220-C
- Nitrógeno Kjeldahl: APHA-4500-N-B
- Amonio: APHA-4500-NH<sub>3</sub>-F
- Nitratos: APHA-4500-NO<sub>3</sub>-B (Espectrofotometría UV)
- Fósforo total: APHA-4500-P

- Aceites y Grasas: APHA-5520-B (Partición Gravimétrica)
- Detergentes: APHA-5540-C (Espectrofotometría 652 nm)
- Sulfatos: APHA-4500-SO<sub>4</sub>-D (Gravimetría)
- Cloruros: APHA-4500-Cl-D (Potenciometría)
- Cianuros: APHA-4500-CN-E (Colorimetría)
- Fenoles: APHA-5530-D (Espectrofotometría a 500 nm)
- Cromo: EPA-7190 (Espectroscopia de absorción atómica)
- Manganeseo: EPA-7460 (Espectroscopia de absorción atómica)
- Hierro: EPA-7380 (Espectroscopia de absorción atómica)
- Níquel: EPA-7520 (Espectroscopia de absorción atómica)
- Zinc: EPA-7950 (Espectroscopia de absorción atómica)
- Cadmio: EPA-7130 (Espectroscopia de absorción atómica)
- Mercurio: EPA-7470 (Espectroscopia de absorción atómica)
- Boro: APHA-4500-B-B (Espectrofotometría 540 nm)
- Aluminio: EPA-7020 (Espectroscopia de absorción atómica)
- Plomo: EPA-7420 (Espectroscopia de absorción atómica)
- Arsénico: EPA-7061 (Espectroscopia de absorción atómica)
- Hidrocarburos: APHA-5520-F (Infrarrojos)
- E. Coli: APHA-9260-F

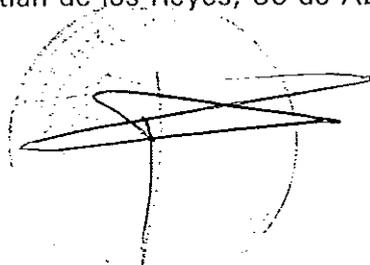
## 6. RESULTADOS ANALÍTICOS

Los resultados de los análisis efectuados se incluyen en los certificados y tablas adjuntas.

## 7. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Los puntos de muestreo y aforo pueden ser identificados mediante las fotografías del anexo II.

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1996



Fdo.: Faustino Herrero  
Director de Laboratorio

DATOS DE CAMPO

Fecha: 15 / 04 / 96

Localización: VERTIDO (HUESCA)

HORA	T. AMB. (°C)	T. AGUA (°C)	pH	CONDUCTIVIDAD ( $\mu$ s/cm)	O <sub>2</sub> DIS. (mg/l)	CAUDAL (l/sg)
07:00	5,0	13,6	7,9	708	2,9	184,8
08:00	5,2	13,4	7,8	788	2,5	235,6
09:00	9,8	15,2	8,2	910	2,3	364,3
10:00	12,1	15,8	8,3	1.097	2,5	286,0
11:00	15,3	16,1	8,2	938	2,3	321,1
12:00	18,2	16,3	8,1	943	2,4	290,4
13:00	19,6	16,1	8,2	998	2,2	318,8
14:00	20,7	16,4	8,1	934	2,3	292,1
15:00	21,5	16,8	8,1	883	2,3	271,7
16:00	22,4	16,5	8,0	879	2,2	283,3
17:00	23,2	17,2	7,9	837	2,3	261,3
18:00	22,3	16,9	8,0	842	2,3	210,1
19:00	19,8	17,0	7,9	867	2,3	168,3
20:00	17,4	16,6	7,9	861	2,2	189,2
21:00	15,2	16,3	7,8	836	2,3	230,0
22:00	13,1	16,7	7,9	859	2,4	258,3
23:00	9,7	16,5	7,9	842	2,3	174,9

Fdo.: Jesús Albaladejo  
Jefe de Trabajos de Campo

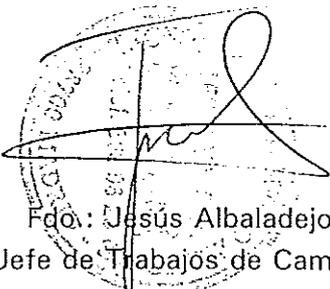
DATOS DE CAMPO

Fecha: 16 / 04 / 96

Localización: VERTIDO (HUESCA)

HORA	T. AMB. (°C)	T. AGUA (°C)	pH	CONDUCTIVIDAD ( $\mu$ s/cm)	O <sub>2</sub> DIS. (mg/l)	CAUDAL (l/sg)
07:00	12,2	14,3	7,8	718	3,3	171,6
08:00	12,6	15,5	7,7	890	2,5	210,3
09:00	13,1	16,0	7,7	980	2,4	282,2
10:00	14,2	16,3	7,9	928	2,3	250,3
11:00	15,8	16,2	8,0	913	2,2	308,0
12:00	16,9	16,1	8,0	872	2,3	246,3
13:00	18,9	16,0	7,9	896	2,3	275,9
14:00	19,4	16,1	7,8	859	2,1	280,4
15:00	20,3	16,1	7,9	872	2,3	301,4
16:00	20,8	17,0	8,0	893	2,3	278,2
17:00	21,2	16,7	7,8	887	2,2	282,2
18:00	20,6	16,6	7,9	862	2,4	210,4
19:00	19,7	16,6	8,0	868	2,4	228,1
20:00	18,5	16,4	8,0	839	2,2	198,2
21:00	17,2	16,3	7,9	843	2,1	273,8
22:00	*	*	*	*	*	*
23:00	*	*	*	*	*	*

\* Lluvia



Fdo: Jesús Albaladejo  
Jefe de Trabajos de Campo

DATOS DE CAMPO

Fecha: 17 / 04 / 96

Localización: VERTIDO (HUESCA)

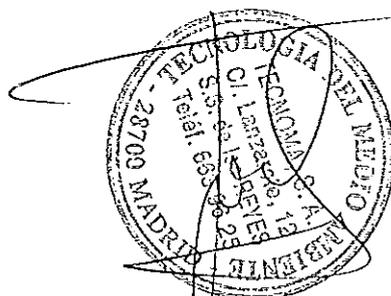
HORA	T. AMB. (°C)	T. AGUA (°C)	pH	CONDUCTIVIDAD ( $\mu$ s/cm)	O <sub>2</sub> DIS. (mg/l)	CAUDAL (l/sg)
15:00	15,3	16,0	8,0	828	2,4	288,4

DATOS DE CAMPO

Fecha: 18 / 04 / 96

Localización: VERTIDO (HUESCA)

HORA	T. AMB. (°C)	T. AGUA (°C)	pH	CONDUCTIVIDAD ( $\mu$ s/cm)	O <sub>2</sub> DIS. (mg/l)	CAUDAL (l/sg)
09:00	6,3	15,3	7,9	870	2,3	334,9
11:00	13,1	16,2	7,7	901	2,2	284,2
13:00	18,2	16,1	7,8	918	2,2	310,2



Fdo.: Jesús Albaladejo  
Jefe de Trabajos de Campo

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Grupo TYPSA

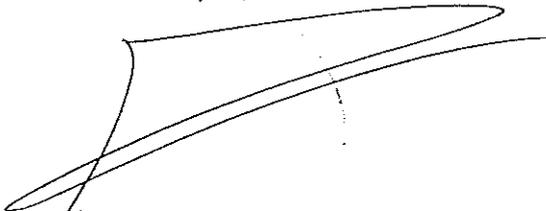
ASTEISA

CÓDIGO TECNOMA: O-141-GEM/120

REFERENCIA ASTEISA: COMPUESTA 15.04.96

-	pH	7,9
-	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	895
-	Hidrocarburos (mg/l)	8
-	Aceites y Grasas (mg/l)	28
-	Detergentes (mg/l)	7,7
-	Sólidos totales (mg/l)	920
-	Sólidos en suspensión (mg/l)	184
-	Sólidos sedimentables (ml/l)	6
-	Sólidos en suspensión volátiles (mg/l)	165
-	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	281
-	DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	498
-	Nitrógeno Kjeldahl (mg/l)	72,8
-	Fósforo total (mg/l)	7,6
-	Nitratos (mg/l)	2,3
-	Escherichia coli (UFC/100cc)	18

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1.996



Fdo.: Miguel Calero  
Jefe de Laboratorio

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Grupo TYP SA

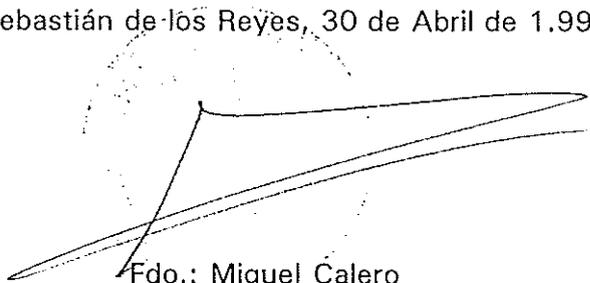
ASTEISA

CÓDIGO TECNOMA: O-141-G/121

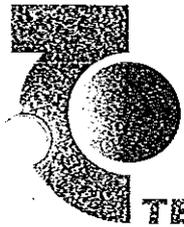
REFERENCIA ASTEISA: PUNTUAL 9:00 H. 15.04.96

- Aceites y Grasas (mg/l) .....	40
- Sólidos en suspensión volátiles (mg/l) .....	210
- Sólidos en Suspensión (mg/l) .....	251

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1.996



Fdo.: Miguel Calero  
Jefe de Laboratorio



**TECNOMA**

Tecnología del Medio Ambiente

Grupo TYPESA

LABORATORIO DE ANALISIS

## CERTIFICADO DE ANÁLISIS

ASTEISA

CÓDIGO TECNOMA: O-141-G/122

REFERENCIA ASTEISA: PUNTUAL 13:00 H. 15.04.96

- Aceites y Grasas (mg/l) .....	26
- Sólidos en suspensión volátiles (mg/l) .....	188
- Sólidos en Suspensión (mg/l) .....	206

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1.996

Fdo.: Miguel Calero  
Jefe de Laboratorio

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Grupo TYPESA

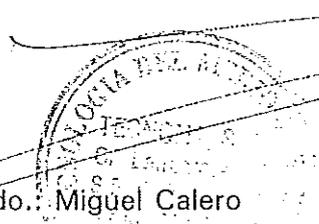
ASTEISA

CÓDIGO TECNOMA: O-141-GEM/124

REFERENCIA ASTEISA: COMPUESTA 16.04.96

- pH	7,8
- Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	765
- Hidrocarburos (mg/l)	11
- Aceites y Grasas (mg/l)	30
- Detergentes (mg/l)	8,2
- Sólidos totales (mg/l)	904
- Sólidos en suspensión (mg/l)	202
- Sólidos sedimentables (ml/l)	7
- Sólidos en suspensión volátiles (mg/l)	163
- DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	300
- DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	585
- Nitrógeno Kjeldahl (mg/l)	78,8
- Fósforo total (mg/l)	8,3
- Nitratos (mg/l)	2,3
- Escherichia coli (UFC/100cc)	Ausencia
- Nitrógeno Orgánico (mg/l)	6,0

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1.996



Fdo.: Miguel Calero  
Jefe de Laboratorio

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**

Grupo TYPESA

ASTEISA

CÓDIGO TECNOMA: O-141-GEC/124

REFERENCIA ASTEISA: COMPUESTA 16.04.96

-	pH	7,8
-	Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )	765
-	Cloruros (mg/l)	82
-	Nitrógeno amoniacal ( $\text{mg NH}_4^+/\text{l}$ )	93,7
-	Sulfatos (mg/l)	114
-	Cianuros (mg/l)	< 0,1
-	Fenoles (mg/l)	< 0,1
-	Cromo (mg/l)	< 0,1
-	Manganeso (mg/l)	< 0,1
-	Hierro (mg/l)	0,2
-	Níquel (mg/l)	< 0,1
-	Zinc (mg/l)	0,6
-	Cadmio (mg/l)	< 0,1
-	Mercurio (mg/l)	< 0,1
-	Boro (mg/l)	0,2
-	Aluminio (mg/l)	0,4
-	Plomo (mg/l)	0,4
-	Arsénico (mg/l)	< 0,1

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1.996



**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**

Grupo TYPESA

ASTEISA

CÓDIGO TECNOMA: O-141-GEC/125

REFERENCIA ASTEISA: PUNTUAL 9:00 H. 18.04.96

-	Hidrocarburos (mg/l)	4
-	Aceites y Grasas (mg/l)	15
-	Detergentes (mg/l)	1,2
-	Sólidos totales (mg/l)	780
-	Sólidos en suspensión (mg/l)	181
-	Sólidos sedimentables (ml/l)	8
-	Sólidos en suspensión volátiles (mg/l)	164
-	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	301
-	DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	474
-	Nitrógeno Kjeldahl (mg/l)	78,4
-	Fósforo total (mg/l)	7,4
-	Nitratos (mg/l)	2,00
-	Escherichia coli (UFC/100 cc)	22

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1.996



Fdo. Miguel Calero  
Jefe de Laboratorio

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Grupo TYP SA

ASTEISA

CÓDIGO TECNOMA: O-141-GEC/126

REFERENCIA ASTEISA: PUNTUAL 11:00 H. 18.04.96

- Hidrocarburos (mg/l)	6
- Aceites y Grasas (mg/l)	18
- Detergentes (mg/l)	8,9
- Sólidos totales (mg/l)	936
- Sólidos en suspensión (mg/l)	187
- Sólidos sedimentables (ml/l)	8
- Sólidos en suspensión volátiles (mg/l)	150
- DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	351
- DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	611
- Nitrógeno Kjeldahl (mg/l)	81,2
- Fósforo total (mg/l)	8,7
- Nitratos (mg/l)	2,4
- Escherichia coli (UFC/100 cc)	Ausencia

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1.996



Fdo.: Miguel Calero  
Jefe de Laboratorio

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Grupo TYPESA

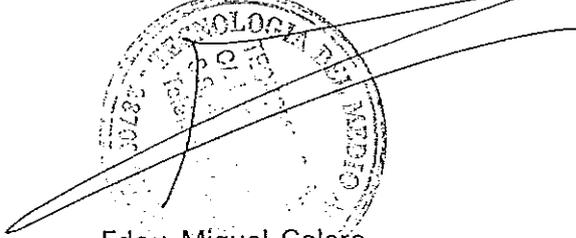
ASTEISA

CÓDIGO TECNOMA: O-141-GEC/127

REFERENCIA ASTEISA: PUNTUAL 13:00 H. 18.04.96

- Hidrocarburos (mg/l)	4
- Aceites y Grasas (mg/l)	10
- Detergentes (mg/l)	8,4
- Sólidos totales (mg/l)	968
- Sólidos en suspensión (mg/l)	196
- Sólidos sedimentables (ml/l)	4
- Sólidos en suspensión volátiles (mg/l)	132
- DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	289
- DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	525
- Nitrógeno Kjeldahl (mg/l)	50,4
- Fósforo total (mg/l)	8,0
- Nitratos (mg/l)	2,6
- Escherichia coli (UFC/100 cc)	Ausencia

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1.996



Fdo.: Miguel Calero  
Jefe de Laboratorio

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Grupo TYPESA

ASTEISA

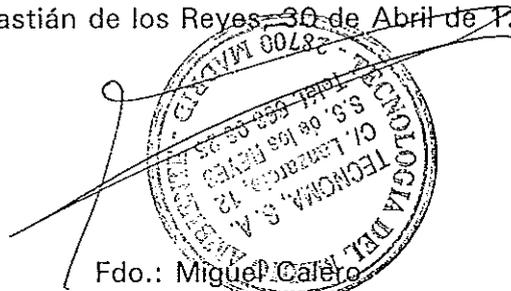
CÓDIGO TECNOMA: O-141-GEC/128

REFERENCIA ASTEISA: PUNTUAL 15:00 H. 17.04.96

FECHA DE RECEPCIÓN: 18.04.96

- Hidrocarburos (mg/l) .....	7
- Aceites y Grasas (mg/l) .....	22
- Detergentes (mg/l) .....	9,4
- Sólidos totales (mg/l) .....	916
- Sólidos en suspensión (mg/l) .....	180
- Sólidos sedimentables (ml/l) .....	3
- Sólidos en suspensión volátiles (mg/l) .....	146
- DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l) .....	249
- DQO (mgO <sub>2</sub> /l) .....	423
- Nitrógeno Kjeldahl (mg/l) .....	70,0
- Fósforo total (mg/l) .....	6,8
- Nitratos (mg/l) .....	2,3
- Escherichia coli (UFC/100 cc) .....	12

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1996



Fdo.: Miguel Calero  
Jefe de Laboratorio

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**

Grupo TYPESA

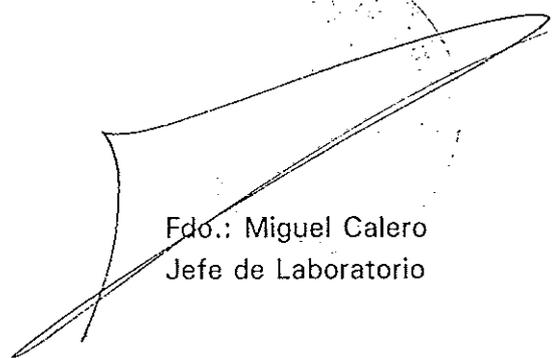
ASTEISA

CÓDIGO TECNOMA: O-141-G/129

REFERENCIA ASTEISA: PUNTUAL 11:00 H. 16.04.96

- Aceites y Grasas (mg/l) .....	8
- Sólidos en suspensión volátiles (mg/l) .....	213
- Sólidos en Suspensión (mg/l) .....	223

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1.996



Fdo.: Miguel Calero  
Jefe de Laboratorio

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Grupo TYPESA

ASTEISA

CÓDIGO TECNOMA: O-141-G/130

REFERENCIA ASTEISA: PUNTUAL 13:00 H. 16.04.96

- Aceites y Grasas (mg/l) .....	15
- Sólidos en suspensión volátiles (mg/l) .....	183
- Sólidos en Suspensión (mg/l) .....	188

San Sebastián de los Reyes, 30 de Abril de 1.996



Fdo.: Miguel Calero  
Jefe de Laboratorio



**ANEJO I. INCIDENCIAS DE LA CAMPAÑA**



#### Día 15 de Abril de 1.996

Durante este día cabe reseñar el cambio en la coloración del vertido en las tomas correspondientes a las 9:00 H. y 13:00 H.

Este cambio en la toma de las 9:00 H. se inicia hacia las 8:40 H. y termina a las 9:35 H., permaneciendo la coloración constante entre las 8:55 H. y las 9:20 H.

En la toma de las 13:00 H. el cambio se inicio a las 12:25 H. y terminó a las 13:50, siendo constante entre las 12:40 H. y las 13:30 H.

Hay un aumento de espuma entre las 14:00 H. y las 15:25.

#### Día 16 de Abril de 1.996

De nuevo, en este día, se vuelve a producir cambio de coloración en el vertido coincidiendo con los períodos indicados en el día anterior, si bien en este caso el color es menos intenso.

A su vez, coincidiendo con el cambio de la coloración a las 13:00 H., hay un fuerte olor a gasóleo.

En el período comprendido entre las 20:50 H. y las 00:30 H. se producen fuertes precipitaciones, afectando de forma considerable al vertido tanto en caudal como en carga contaminante, por lo que se desestiman las medidas correspondientes a las 22:00 H. y 23:00 H. de este día.

#### Día 17 de Abril de 1.996

No cabe reseñar ninguna incidencia.

#### Día 18 de Abril de 1.996

De nuevo se vuelve a producir el cambio de coloración a las mismas horas de los días 15 y 16, siendo de intensidad y duración similar al día 15 de Abril.

## 2. BASES DE PARTIDA.

### 2.1. POBLACION Y PARAMETROS UNITARIOS.

Los datos de población y caudales son idénticos con los estudios realizados para el Proyecto Básico.

### 2.2. CAUDALES DE DIMENSIONAMIENTO.

De acuerdo con el apartado anterior, los caudales de dimensionamiento serán los siguientes:

- Caudal diario medio . . . . .	26.000	m <sup>3</sup> /día.
- Caudal horario medio . . . . .	1.083	m <sup>3</sup> /h.
- Caudal punta . . . . .	2.166	m <sup>3</sup> /h.
- Caudal punta en tiempo de lluvia . . . . (solo en pretratamiento).	4.332	m <sup>3</sup> /h.

### 2.3. CARACTERISTICAS DE LA CONTAMINACION.

De acuerdo con los apartados anteriores, los datos de contaminación para el dimensionamiento serán los siguientes:

	VALORES MEDIOS PROYECTO BASICO	VALORES CAMPAÑA ABRIL 1996
S.S. (mg/l).	297	184-206
DBO <sub>5</sub> (mg/l).	300	281
NTK. (mg/l).	33	72,8
N-NH <sub>4</sub> (mg/l).	17	---

#### - Sólidos en Suspensión.

Los sólidos en suspensión varían en las 2 muestras compuestas entre 184 y 206 mg/l. En las muestras puntuales, la contaminación varía entre 188 y 251 mg/l. A razón de la pequeña diferencia y para quedar del lado seguro, se mantiene a efectos de diseño la concentración de 297 mg/l.

El porcentaje de sólidos en suspensión volátiles, varía en las muestras compuestas de entre el 58,7% y 89,67%. En las muestras puntuales entre el 67,34 y el 97,34%, el porcentaje medio es del 85,88%. Se puede suponer que el valor medio es del 80% a efectos de diseño.

#### - DBO<sub>5</sub>.

La concentración de DBO<sub>5</sub>, coincide con los datos del proyecto básico; la concentración en DQO queda a menos 2 veces la concentración de DBO<sub>5</sub>.

#### - Nitrógeno.

La concentración en NTK de 72,8 mg/l., en la muestra compuesta del 15 de Abril de 1.996 (lunes), es significativamente más alta que en el proyecto básico de 33 mg/l. La concentración de nitrógeno Kjeldahl, obliga a aumentar el valor de diseño a causa de la fuerte influencia industrial (mataderos etc) a 75 mg/l. en el agua bruta, (sin circuitos internos de la EDAR).

Según la aclaración de la Diputación General de Aragón de 5/07/95 gestionada a través del Sercobe, no se considera la nitrificación ni la desnitrificación como objetivos de diseño de depuradora, sino que solo se pretende que una posible nitrificación espontánea que se produzca en ciertas épocas, no perturbe el tratamiento en cuanto a necesidades de oxígeno,

sedimentabilidad del fango, etc.

No se considera según la aclaración garantizar el TNK en el efluente tratado.

- pH.

El pH en el agua bruta, varía entre 7,8 y 7,9. El valor parece algo elevado, pero no será factor límite para el control de la nitrificación. Se podrá cumplir perfectamente mantener el pH en el efluente entre 6 y 9.

- Aceites y Grasas.

Según los análisis de abril de 1996, la concentración varía entre 8 y 40 mg/l., con un media de 28 mg/l. en una muestra compuesta. A efectos de diseño adoptamos un valor de 40 mg/l., que es sensiblemente más bajo en el proyecto básico.

### 3. RESULTADOS A OBTENER.

#### - Características del Agua Depurada.

Como mínimo, el agua depurada tendrá las siguientes características:

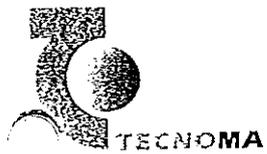
- DBO <sub>5</sub> . . . . .	<	25	mg/l.
- S.S. . . . . .	<	25	mg/l.
- DQO . . . . .	<	90	mg/l.
- pH . . . . .		entre 6 y 9	
- Aceites y grasas . . . . .		indicios	
- Contaminación bacteriológica (expresada en Escherichia) . . . . .		≤ 1.000/100	ml.

Además de ello, el agua será razonablemente clara, no detectándose vertido en el cuerpo receptor y no tendrá olor desagradable.

#### - Características del Fango.

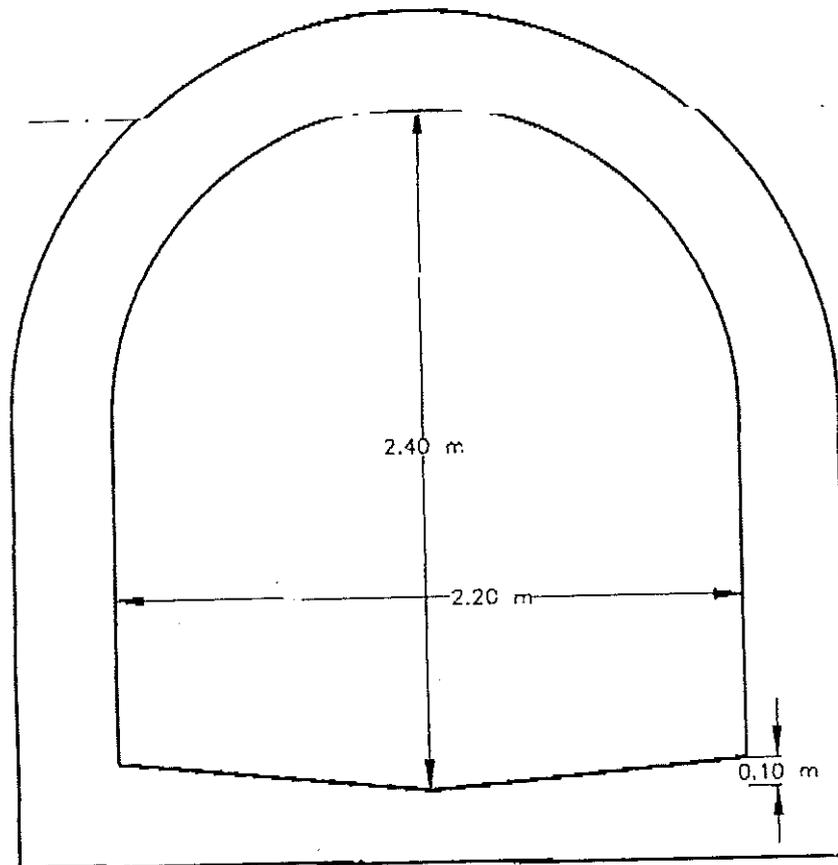
Como mínimo, el fango procedente de la depuración después de tratado y analizado de acuerdo con el apartado 4.3. del PB tendrá las siguientes características:

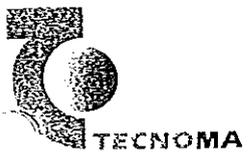
- Reducción en M.O. (estabilidad) . . . . .	≥	45	%.
- Sequedad (% en peso de materia seca) . . . . .	≥	25	%.



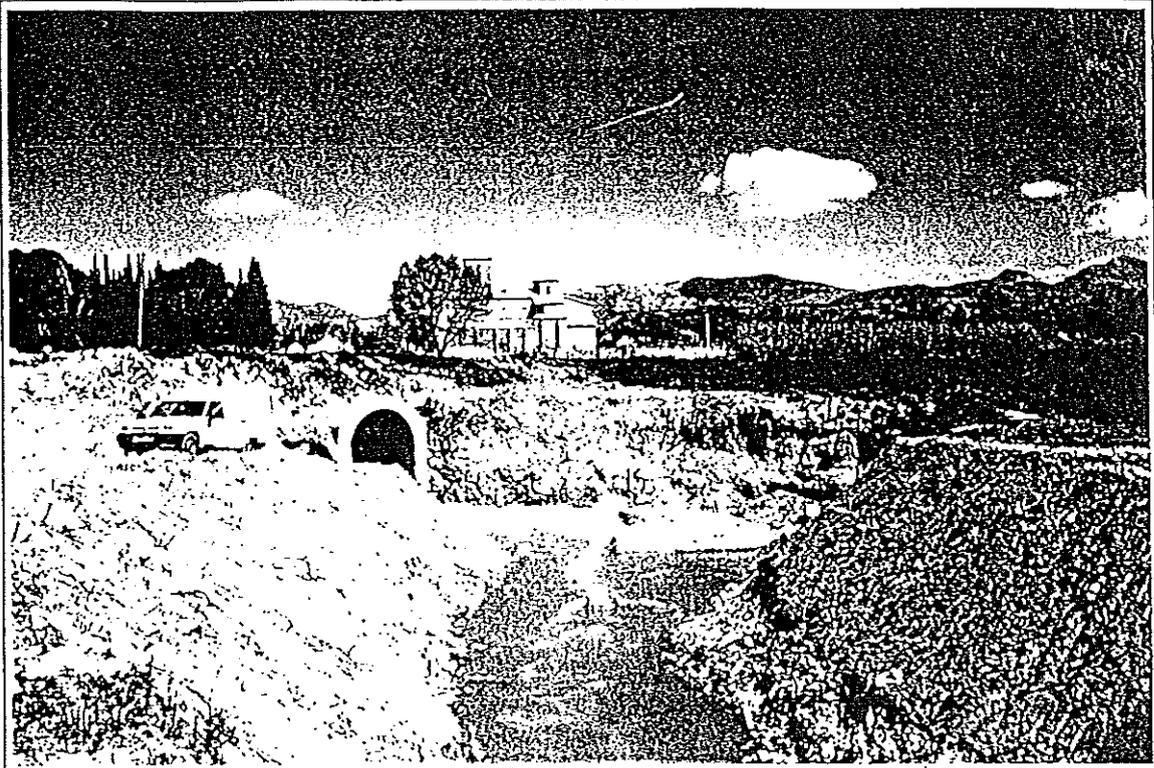
## ANEXO I

PUNTO DE TOMA DE MUESTRAS Y AFORO





**ANEXO II**  
**REPORTAJE FOTOGRÁFICO**



Vertido Huesca. 15-04-96



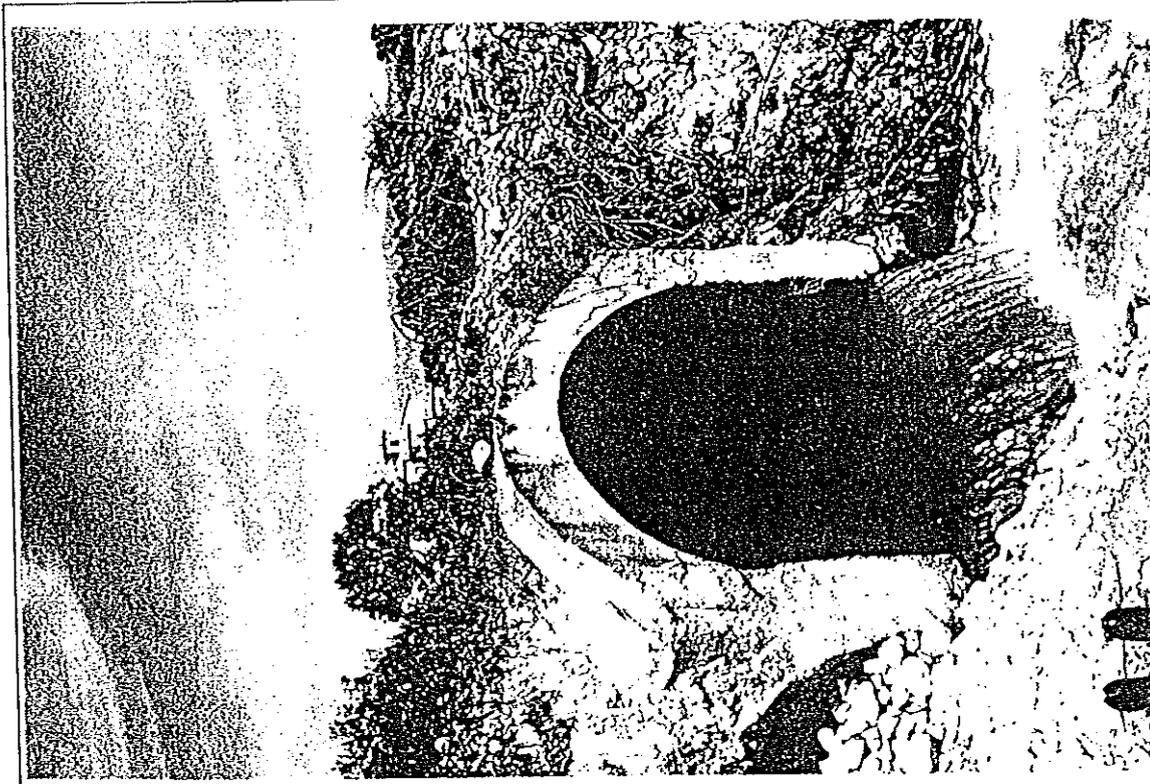
Vertido Huesca. 15-04-96



TECHNOMA



Vertido Huesca (11:00 H). 15-04-96



Vertido Huesca (13:00 H). 15-04-96

ANEJO Nº 2

---

TOPOGRAFIA

---

## ANEJO 2

Se ha realizado por personal de la UTE un levantamiento taquimétrico de la parcela destinada a la implantación de la EDAR a Huesca, dejándose bases de replanteo, que sirvan para apoyo en las reposiciones.

Se ha levantado planta y longitudinal del Emisario y del trazado para la acequia Almeriz se han hecho tres levantamientos diferentes.

Se ha levantado un taquímetro de la zona proyectada para evacuación al río Isuela del aliviadero.

Se presentan listados de coordenadas de los diferentes levantamientos, efectuados.

## DEPURA1

DATOS PLANTA DESAGÜE COLECTOR			
Nº PUNTO	X	Y	Z
4	1,998.74	1,998.82	56.01
5	2,002.92	1,996.72	56.18
6	1,990.93	1,996.61	57.65
7	1,988.46	1,999.94	57.45
8	1,981.97	1,988.93	57.42
9	1,979.38	1,990.74	57.36
10	1,973.76	1,977.06	57.19
11	1,967.93	1,983.74	57.03
12	1,960.03	1,975.07	57.14
13	1,963.69	1,970.28	57.14
14	1,957.74	1,964.69	56.98
15	1,952.60	1,969.52	56.98
16	1,947.89	1,962.82	56.51
17	1,953.23	1,959.35	56.55
18	1,949.83	1,954.92	55.49
19	1,945.87	1,957.64	55.24
20	1,943.14	1,954.57	54.46
21	1,947.27	1,951.99	54.52
22	1,946.78	1,948.14	54.04
23	2,007.46	2,001.50	57.87
24	2,008.92	1,998.14	57.50
25	2,014.15	1,998.82	57.60
26	2,008.49	1,992.90	57.49
27	2,011.55	1,991.98	57.48
28	2,006.21	1,987.80	57.40
29	2,008.66	1,986.38	57.36
30	2,002.11	1,984.27	57.30
31	2,002.86	1,981.94	57.25
32	1,994.32	1,983.12	57.31
33	1,994.97	1,978.03	57.16
34	1,987.13	1,976.34	57.22
35	1,988.79	1,974.17	57.19
36	1,982.78	1,972.31	56.97
37	1,983.32	1,968.96	57.16
38	1,978.36	1,968.60	57.11
39	1,979.78	1,963.47	57.24
40	1,968.97	1,961.14	57.22
41	1,973.16	1,956.77	57.27
42	1,963.02	1,955.69	57.62
43	1,967.24	1,953.78	57.70
44	2,000.42	2,005.05	58.89
45	1,990.58	2,011.53	59.04
46	1,980.94	2,012.54	59.06
47	1,981.82	2,005.21	58.84
48	1,987.51	2,002.09	58.84
49	1,983.35	1,994.81	57.69
50	1,979.72	1,996.28	57.67
51	1,950.92	1,953.97	54.04
52	1,959.99	1,962.79	54.04
53	1,960.60	1,958.33	54.04
54	1,965.81	1,968.02	54.04
55	1,960.81	1,963.50	54.04
56	1,976.43	1,971.03	54.04
57	1,975.52	1,974.45	54.04

## DEPURA1

DATOS PLANTA DESAGÜE COLECTOR			
Nº PUNTO	X	Y	Z
58	1,984.77	1,987.00	54.04
59	1,992.02	1,985.56	54.04
60	2,003.67	1,994.70	54.04
61	2,007.19	1,993.31	54.04
62	2,007.60	1,997.85	54.04
□			

## DEPURA

DATOS PERFIL LONGITUDINAL ACEQUIA ALMERIZ			
Nº PUNTO	X	Y	Z
0	2.003,36	1.996,99	56,10
1	2.007,59	1.997,86	54,04
1'	2.008,92	1.998,14	57,50
2	2.021,06	2.009,51	57,99
3	2.032,86	2.021,71	58,26
4	2.044,97	2.033,91	58,22
5	2.056,15	2.045,67	58,92
6	2.068,24	2.058,19	59,29
7	2.073,42	2.063,55	59,39
8	2.084,95	2.078,06	59,56
9	2.095,82	2.091,86	59,51
10	2.104,03	2.102,17	59,83
11	2.115,99	2.115,21	60,04
12	2.127,12	2.127,04	60,16
13	2.137,36	2.138,24	60,37
14	2.154,61	2.156,96	60,84
15	2.167,41	2.170,15	60,86
16	2.180,91	2.184,02	60,93
17	2.192,61	2.196,46	61,62
18	2.207,36	2.181,62	61,26
19	2.217,25	2.175,04	61,10
20	2.218,22	2.175,53	60,33
21	2.223,56	2.172,43	60,35

## DEPURA

DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
1	1,231.34	1,616.84	52.49
2	1,234.85	1,615.95	52.60
3	1,238.47	1,614.89	52.56
4	1,239.63	1,614.62	52.42
5	1,240.54	1,614.30	52.22
6	1,241.67	1,614.05	52.59
7	1,242.26	1,613.97	52.37
8	1,254.07	1,610.43	52.31
9	1,254.46	1,610.31	52.46
10	1,256.61	1,609.49	52.60
11	1,259.91	1,608.91	52.39
12	1,262.89	1,608.44	52.31
13	1,272.38	1,606.26	52.99
14	1,326.93	1,592.82	52.63
15	1,401.25	1,573.30	52.95
16	1,405.96	1,556.12	52.91
17	1,403.91	1,555.82	52.52
18	1,368.02	1,565.61	52.50
19	1,343.50	1,571.61	52.80
20	1,340.84	1,571.09	51.73
21	1,336.74	1,572.12	52.16
22	1,332.46	1,573.05	51.84
23	1,326.78	1,574.80	52.08
24	1,299.82	1,587.88	52.02
25	1,268.61	1,593.46	52.06
26	1,267.75	1,593.75	52.28
27	1,265.72	1,594.92	51.73
28	1,261.49	1,594.70	52.05
29	1,260.80	1,594.71	51.49
30	1,260.46	1,594.82	51.54
31	1,259.66	1,595.11	52.22
32	1,258.62	1,595.41	52.16
33	1,256.04	1,596.65	52.18
34	1,254.83	1,597.20	52.13
35	1,254.24	1,598.10	51.11
36	1,254.24	1,598.26	51.11
37	1,252.11	1,598.63	52.52
38	1,251.19	1,598.72	52.25
39	1,237.64	1,599.83	52.18
40	1,236.84	1,600.00	52.48
41	1,235.66	1,600.46	52.08
42	1,233.82	1,600.64	52.43
43	1,230.20	1,601.68	52.50
44	1,226.45	1,601.63	52.38
45	1,221.98	1,587.93	52.26
46	1,225.32	1,587.16	52.34
47	1,229.24	1,585.99	52.28
48	1,230.64	1,585.63	51.99
49	1,231.72	1,585.45	52.43
50	1,232.75	1,585.27	52.16
51	1,247.55	1,582.24	52.17
52	1,248.30	1,582.29	52.46
53	1,249.69	1,581.63	51.06
54	1,250.22	1,581.55	51.08

## DEPURA

DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
55	1,251.24	1,581.36	52.16
56	1,252.48	1,581.20	51.96
57	1,254.99	1,581.13	51.96
58	1,256.54	1,581.14	52.08
59	1,257.43	1,581.23	51.42
60	1,258.06	1,581.15	51.65
61	1,264.01	1,579.89	51.54
62	1,265.15	1,579.74	52.17
63	1,266.39	1,579.32	51.98
64	1,296.93	1,569.81	51.87
65	1,322.91	1,563.95	52.06
66	1,324.66	1,564.11	51.47
67	1,349.43	1,557.11	51.74
68	1,352.18	1,555.19	50.80
69	1,373.01	1,548.35	51.02
70	1,378.65	1,547.20	50.72
71	1,384.82	1,546.54	52.44
72	1,405.98	1,522.42	52.69
73	1,399.13	1,524.50	50.19
74	1,373.95	1,533.50	50.14
75	1,373.25	1,535.59	49.99
76	1,370.60	1,536.85	50.98
77	1,344.12	1,545.57	50.79
78	1,342.79	1,546.59	51.73
79	1,342.32	1,546.90	51.45
80	1,318.92	1,556.58	51.45
81	1,317.82	1,557.38	52.06
82	1,285.87	1,564.16	51.84
83	1,264.71	1,566.78	51.92
84	1,263.71	1,566.88	52.08
85	1,262.33	1,567.33	51.41
86	1,254.94	1,568.72	51.65
87	1,254.21	1,568.94	51.30
88	1,253.19	1,569.33	52.05
89	1,252.14	1,569.63	51.93
90	1,249.67	1,570.21	51.91
91	1,248.69	1,570.31	52.04
92	1,247.76	1,570.32	51.01
93	1,247.32	1,570.47	51.00
94	1,245.68	1,570.86	52.42
95	1,244.57	1,570.96	52.06
96	1,228.96	1,573.32	52.07
97	1,228.19	1,573.75	52.42
98	1,226.91	1,574.24	51.93
99	1,225.04	1,574.57	52.19
100	1,221.46	1,575.44	52.25
101	1,218.14	1,576.60	52.12
102	1,213.43	1,562.05	51.99
103	1,217.55	1,563.45	52.11
104	1,221.26	1,562.64	52.07
105	1,222.91	1,562.06	51.85
106	1,223.94	1,561.95	52.25
107	1,224.84	1,561.71	52.07
108	1,240.01	1,558.41	52.16

## DEPURA

DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
109	1,241.08	1,557.19	50.89
110	1,241.59	1,556.89	50.90
111	1,242.46	1,556.31	52.01
112	1,243.21	1,555.95	51.80
113	1,248.64	1,554.63	51.99
114	1,250.76	1,554.45	51.23
115	1,251.89	1,554.12	51.44
116	1,258.74	1,552.22	51.32
117	1,262.75	1,553.87	51.88
118	1,290.31	1,545.84	51.79
119	1,306.33	1,541.97	51.85
120	1,307.76	1,541.59	51.39
121	1,333.67	1,535.11	51.39
122	1,334.31	1,534.98	51.69
123	1,337.19	1,536.20	50.81
124	1,362.49	1,526.17	50.93
125	1,364.82	1,525.01	49.96
126	1,365.84	1,524.41	50.22
127	1,393.14	1,513.44	50.08
128	1,389.92	1,506.36	50.07
129	1,359.37	1,514.01	50.17
130	1,358.29	1,514.35	49.97
131	1,354.71	1,515.54	50.89
132	1,327.27	1,522.94	50.74
133	1,326.16	1,523.81	51.59
134	1,325.49	1,523.75	51.29
135	1,299.01	1,529.47	51.29
136	1,297.86	1,529.88	51.80
137	1,278.66	1,535.43	51.68
138	1,262.00	1,539.50	51.75
139	1,258.75	1,545.16	51.25
140	1,249.81	1,545.02	51.22
141	1,249.01	1,545.23	51.54
142	1,248.40	1,545.38	51.19
143	1,247.14	1,545.73	51.87
144	1,238.61	1,551.08	51.80
145	1,237.17	1,551.63	50.82
146	1,236.65	1,552.22	50.83
147	1,235.09	1,552.96	52.16
148	1,220.73	1,550.72	52.22
149	1,218.87	1,550.72	51.73
150	1,217.21	1,550.78	52.01
151	1,213.73	1,551.83	52.03
152	1,209.82	1,552.11	51.92
153	1,206.29	1,540.44	51.85
155	1,213.40	1,538.94	51.93
156	1,214.98	1,538.21	51.65
157	1,216.09	1,537.95	52.14
158	1,217.11	1,537.38	51.91
159	1,222.47	1,534.40	52.10
160	1,222.77	1,532.86	50.71
161	1,223.36	1,532.41	50.84
162	1,224.11	1,532.19	51.86
163	1,226.51	1,530.45	51.69

## DEPURA

DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
164	1,227.47	1,529.95	51.30
165	1,228.64	1,529.39	51.60
166	1,238.55	1,529.29	51.57
167	1,242.40	1,529.04	51.81
168	1,243.55	1,529.15	51.07
169	1,244.41	1,529.00	51.34
170	1,245.18	1,528.89	51.12
171	1,257.67	1,527.45	51.10
172	1,259.31	1,527.48	51.77
173	1,261.37	1,527.27	51.70
174	1,289.94	1,519.10	51.73
175	1,291.15	1,518.41	51.26
176	1,317.69	1,513.01	51.32
177	1,318.09	1,512.58	51.45
178	1,319.28	1,512.27	50.73
179	1,341.10	1,507.02	50.69
180	1,346.74	1,505.18	50.89
181	1,350.16	1,503.60	49.71
182	1,360.98	1,501.23	49.72
183	1,364.78	1,501.11	50.18
184	1,388.85	1,498.21	50.08
185	1,392.46	1,474.50	51.38
186	1,386.52	1,473.77	49.59
187	1,341.64	1,492.65	49.51
188	1,338.38	1,494.45	50.59
189	1,313.66	1,504.88	50.76
190	1,312.32	1,505.11	51.42
191	1,311.76	1,505.27	51.16
192	1,288.76	1,514.99	51.25
193	1,287.92	1,516.62	51.69
194	1,261.34	1,520.53	51.64
195	1,260.08	1,520.53	51.94
196	1,257.68	1,518.53	51.00
197	1,241.57	1,519.90	51.35
198	1,240.65	1,520.26	50.97
199	1,239.56	1,520.79	51.75
200	1,235.92	1,521.74	51.45
201	1,224.36	1,524.39	51.59
202	1,223.69	1,524.66	51.26
203	1,222.77	1,525.76	51.68
204	1,220.18	1,526.43	51.82
205	1,219.14	1,526.69	50.62
206	1,218.38	1,527.03	50.65
207	1,216.07	1,526.05	52.14
208	1,212.17	1,526.06	51.99
209	1,211.46	1,526.24	51.59
210	1,209.37	1,527.11	51.81
211	1,206.22	1,529.04	51.85
212	1,202.19	1,528.19	51.76
213	1,198.12	1,516.23	51.66
214	1,201.96	1,516.36	51.74
215	1,206.01	1,515.20	51.69
216	1,209.86	1,513.13	51.79
217	1,212.40	1,511.74	51.74

## DEPURA

DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
218	1,213.83	1,511.55	51.37
219	1,215.10	1,511.36	51.60
220	1,230.81	1,507.35	51.46
221	1,234.73	1,506.43	51.45
222	1,236.06	1,506.30	51.01
223	1,236.70	1,506.09	51.23
224	1,258.77	1,503.70	51.44
225	1,260.61	1,503.40	51.64
226	1,275.01	1,498.25	51.64
227	1,277.95	1,499.35	51.16
228	1,302.05	1,492.13	51.12
229	1,303.79	1,491.20	50.59
230	1,331.21	1,484.37	50.60
231	1,332.23	1,483.97	50.82
232	1,333.96	1,481.89	49.48
233	1,362.16	1,468.90	49.48
234	1,386.50	1,456.53	49.47
235	1,390.92	1,454.49	51.50
236	1,378.39	1,443.87	49.35
237	1,353.07	1,457.14	49.39
238	1,327.98	1,472.34	49.32
239	1,323.58	1,474.03	50.61
240	1,294.44	1,479.06	50.55
241	1,292.72	1,480.12	51.03
242	1,268.87	1,487.60	51.15
243	1,267.28	1,487.54	51.51
244	1,259.98	1,489.56	51.42
245	1,259.22	1,489.55	51.47
246	1,256.97	1,489.77	50.60
247	1,242.39	1,492.83	50.73
248	1,241.36	1,493.85	50.60
249	1,240.55	1,493.91	51.20
250	1,233.97	1,494.91	51.20
251	1,233.24	1,495.26	51.01
252	1,232.24	1,495.63	51.41
253	1,228.90	1,496.49	51.22
254	1,208.17	1,500.21	51.43
255	1,207.12	1,500.59	51.23
256	1,206.01	1,501.79	51.76
257	1,201.67	1,503.87	51.59
258	1,198.33	1,504.87	51.63
259	1,194.41	1,505.19	51.58
260	1,190.42	1,492.84	51.43
261	1,194.11	1,492.18	51.50
262	1,197.93	1,491.34	51.43
263	1,200.11	1,490.41	51.44
264	1,201.09	1,490.28	51.15
265	1,202.58	1,489.84	51.38
266	1,225.27	1,484.96	51.08
267	1,228.80	1,483.99	51.19
268	1,230.22	1,483.80	50.96
269	1,231.07	1,483.75	51.20
270	1,240.23	1,483.23	51.26
271	1,241.33	1,481.09	50.26

DEPURA

DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
272	1,241.68	1,481.14	50.52
273	1,256.15	1,478.64	50.39
274	1,258.51	1,479.74	51.42
275	1,259.50	1,479.60	51.23
276	1,278.16	1,472.54	51.02
277	1,287.75	1,472.10	51.20
278	1,288.51	1,471.16	50.60
279	1,315.14	1,463.12	50.48
280	1,316.05	1,462.60	50.78
281	1,318.73	1,461.53	49.36
282	1,346.81	1,455.42	49.25
283	1,379.48	1,444.54	49.37
284	1,369.83	1,432.64	49.28
285	1,338.80	1,443.59	49.26
286	1,311.15	1,451.90	49.37
287	1,307.60	1,453.86	50.54
288	1,279.65	1,459.57	50.50
289	1,278.19	1,460.16	51.12
290	1,259.60	1,464.69	51.20
291	1,258.31	1,464.60	51.03
292	1,256.92	1,466.02	50.22
293	1,241.33	1,468.47	50.44
294	1,240.75	1,468.49	50.01
295	1,239.62	1,468.75	51.16
296	1,227.74	1,470.72	51.09
297	1,227.06	1,471.17	50.80
299	1,226.14	1,471.90	51.26
300	1,225.15	1,472.25	51.05
301	1,222.45	1,472.99	50.97
302	1,198.55	1,478.40	51.28
303	1,197.35	1,478.64	51.02
304	1,196.22	1,478.90	51.29
305	1,193.36	1,479.68	51.36
306	1,190.16	1,480.78	51.40
307	1,186.53	1,481.12	51.33
308	1,182.79	1,469.06	51.25
309	1,186.28	1,468.95	51.33
310	1,189.73	1,467.74	51.23
311	1,192.74	1,467.20	51.13
312	1,193.64	1,466.96	50.98
313	1,194.47	1,466.79	51.20
314	1,219.77	1,461.48	50.92
315	1,223.51	1,461.90	51.09
316	1,224.59	1,461.30	50.79
317	1,225.16	1,459.10	51.01
318	1,239.16	1,456.27	51.02
319	1,240.56	1,456.02	49.90
320	1,241.08	1,456.20	50.31
321	1,259.31	1,450.07	49.95
322	1,262.27	1,450.74	51.07
323	1,269.70	1,448.65	51.01
324	1,271.10	1,448.28	50.50
325	1,299.09	1,442.22	50.44
326	1,300.20	1,442.11	50.60

## DEPURA

DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
327	1,301.69	1,440.21	49.39
328	1,331.98	1,434.73	49.22
329	1,357.89	1,419.06	49.28
330	1,364.26	1,414.79	51.44
331	1,360.59	1,410.15	51.30
332	1,352.96	1,412.05	49.26
333	1,321.58	1,419.70	49.16
334	1,294.70	1,430.89	49.27
335	1,290.88	1,431.72	50.36
336	1,263.80	1,435.14	50.58
337	1,261.66	1,435.43	49.65
338	1,240.59	1,438.40	50.03
339	1,240.55	1,437.96	49.96
340	1,239.47	1,440.55	49.75
341	1,238.32	1,438.68	50.73
342	1,221.30	1,444.59	50.82
343	1,220.57	1,444.95	50.60
344	1,219.47	1,445.12	50.95
345	1,215.61	1,446.09	50.78
346	1,188.57	1,454.45	51.40
347	1,187.00	1,452.91	50.79
348	1,185.73	1,455.90	51.16
349	1,182.25	1,456.55	51.21
350	1,178.30	1,457.16	51.09
351	1,174.73	1,445.51	51.02
352	1,178.49	1,444.99	51.11
353	1,181.82	1,443.97	51.07
354	1,183.74	1,443.48	50.68
355	1,184.85	1,443.24	51.07
356	1,213.30	1,435.51	50.76
357	1,216.86	1,435.04	50.82
258	1,218.03	1,434.32	50.53
359	1,218.95	1,434.28	50.67
360	1,238.63	1,427.39	50.62
361	1,239.55	1,427.14	49.57
362	1,240.42	1,426.75	49.98
363	1,262.62	1,422.47	49.50
364	1,265.13	1,423.18	50.58
365	1,285.32	1,418.59	49.24
366	1,315.54	1,411.49	49.19
367	1,349.23	1,402.82	49.16
368	1,352.62	1,398.27	51.08
369	1,275.26	1,611.45	52.80
370	1,274.26	1,606.43	52.92
371	1,274.03	1,605.17	52.27
372	1,274.01	1,603.92	52.96
373	1,273.84	1,600.56	52.20
374	1,287.09	1,598.15	52.30
375	1,287.93	1,599.52	52.85
376	1,288.36	1,600.61	52.30
377	1,288.96	1,601.47	52.72
378	1,290.22	1,604.30	52.59
379	1,307.74	1,594.84	52.61
380	1,306.14	1,591.95	52.84

## DEPURA

DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
381	1,305.25	1,590.82	52.13
382	1,304.58	1,590.18	52.59
383	1,304.21	1,589.46	52.14
384	1,322.49	1,579.56	52.11
385	1,323.11	1,580.54	52.45
386	1,323.73	1,581.51	51.97
387	1,324.84	1,582.86	52.86
388	1,326.38	1,586.12	52.65
389	1,346.33	1,576.07	52.56
390	1,344.24	1,571.16	52.71
391	1,343.46	1,569.46	51.64
392	1,342.83	1,568.65	52.03
393	1,342.39	1,567.88	51.60
394	1,360.55	1,557.04	50.98
395	1,360.54	1,558.71	51.72
396	1,361.06	1,559.44	51.44
397	1,362.10	1,562.21	52.82
398	1,363.11	1,565.95	52.49
399	1,376.86	1,546.10	50.91
400	1,377.47	1,547.10	51.15
401	1,378.04	1,547.75	50.76
402	1,379.25	1,549.85	52.44
403	1,380.77	1,552.72	51.63
404	1,380.95	1,556.04	52.89
405	1,366.48	1,558.35	52.44
406	1,368.76	1,560.30	51.91
407	1,370.14	1,562.41	52.80
408	1,402.61	1,550.56	52.60
409	1,399.45	1,544.74	52.96
410	1,397.82	1,541.08	51.63
411	1,396.92	1,539.21	52.21
412	1,401.39	1,530.90	49.74
413	1,401.24	1,530.82	50.59
414	1,398.85	1,529.29	50.23
415	1,328.49	1,374.02	49.88
416	1,326.12	1,374.05	49.08
417	1,290.09	1,380.74	48.99
418	1,264.89	1,391.11	49.19
419	1,240.99	1,396.14	49.42
420	1,240.27	1,396.17	49.08
421	1,238.67	1,396.24	50.25
422	1,213.07	1,410.64	50.49
423	1,212.24	1,410.70	50.21
424	1,210.65	1,410.95	50.67
425	1,205.99	1,411.76	50.62
426	1,193.89	1,416.18	50.59
427	1,177.05	1,419.44	50.80
428	1,176.15	1,419.66	50.30
429	1,174.15	1,420.38	50.80
430	1,170.70	1,421.32	50.86
431	1,167.00	1,422.09	50.77
432	1,163.35	1,410.35	50.69
433	1,166.63	1,409.19	50.74
434	1,170.36	1,408.42	50.67

DEPURA

DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
435	1,172.34	1,407.78	50.21
436	1,173.36	1,407.62	50.67
437	1,186.90	1,404.23	50.47
438	1,203.63	1,399.96	50.42
439	1,208.08	1,399.08	50.59
440	1,209.15	1,398.62	50.16
441	1,210.18	1,398.29	50.38
442	1,238.61	1,391.26	50.16
443	1,240.44	1,390.14	49.06
444	1,240.91	1,389.84	49.38
445	1,263.91	1,383.11	48.90
446	1,265.06	1,382.75	49.32
447	1,289.16	1,379.92	48.99
448	1,319.39	1,367.18	49.05
449	1,322.81	1,366.59	50.08
450	1,312.01	1,362.46	49.03
451	1,292.39	1,366.82	49.03
452	1,264.34	1,373.62	49.21
453	1,262.41	1,373.31	48.83
454	1,240.64	1,377.71	49.27
455	1,240.20	1,377.44	48.85
456	1,238.63	1,378.56	50.06
457	1,207.07	1,387.73	50.31
458	1,206.43	1,387.80	50.01
459	1,205.41	1,387.79	50.42
460	1,199.80	1,388.84	50.36
461	1,184.80	1,391.07	50.49
462	1,169.36	1,395.85	50.58
463	1,168.37	1,395.96	50.06
464	1,166.37	1,396.61	50.49
465	1,162.79	1,397.11	50.59
466	1,159.13	1,397.67	50.52
467	1,171.30	1,433.71	50.90
468	1,174.51	1,432.73	50.96
469	1,177.97	1,432.17	50.92
470	1,180.10	1,431.51	50.47
471	1,180.99	1,430.93	51.00
472	1,196.90	1,425.87	50.65
473	1,208.93	1,423.25	50.65
474	1,214.04	1,422.70	50.67
475	1,215.32	1,422.33	50.41
476	1,215.73	1,422.20	50.65
477	1,238.73	1,416.03	50.48
478	1,240.22	1,414.70	49.48
479	1,240.72	1,414.66	49.69
480	1,261.58	1,411.43	49.25
481	1,263.46	1,411.46	49.70
482	1,266.88	1,402.78	49.77
483	1,271.92	1,402.74	49.72
484	1,273.67	1,401.93	49.24
485	1,308.37	1,400.88	49.16
486	1,343.83	1,398.41	49.21
487	1,350.87	1,396.10	51.20
488	1,295.64	1,347.70	49.02

## DEPURA

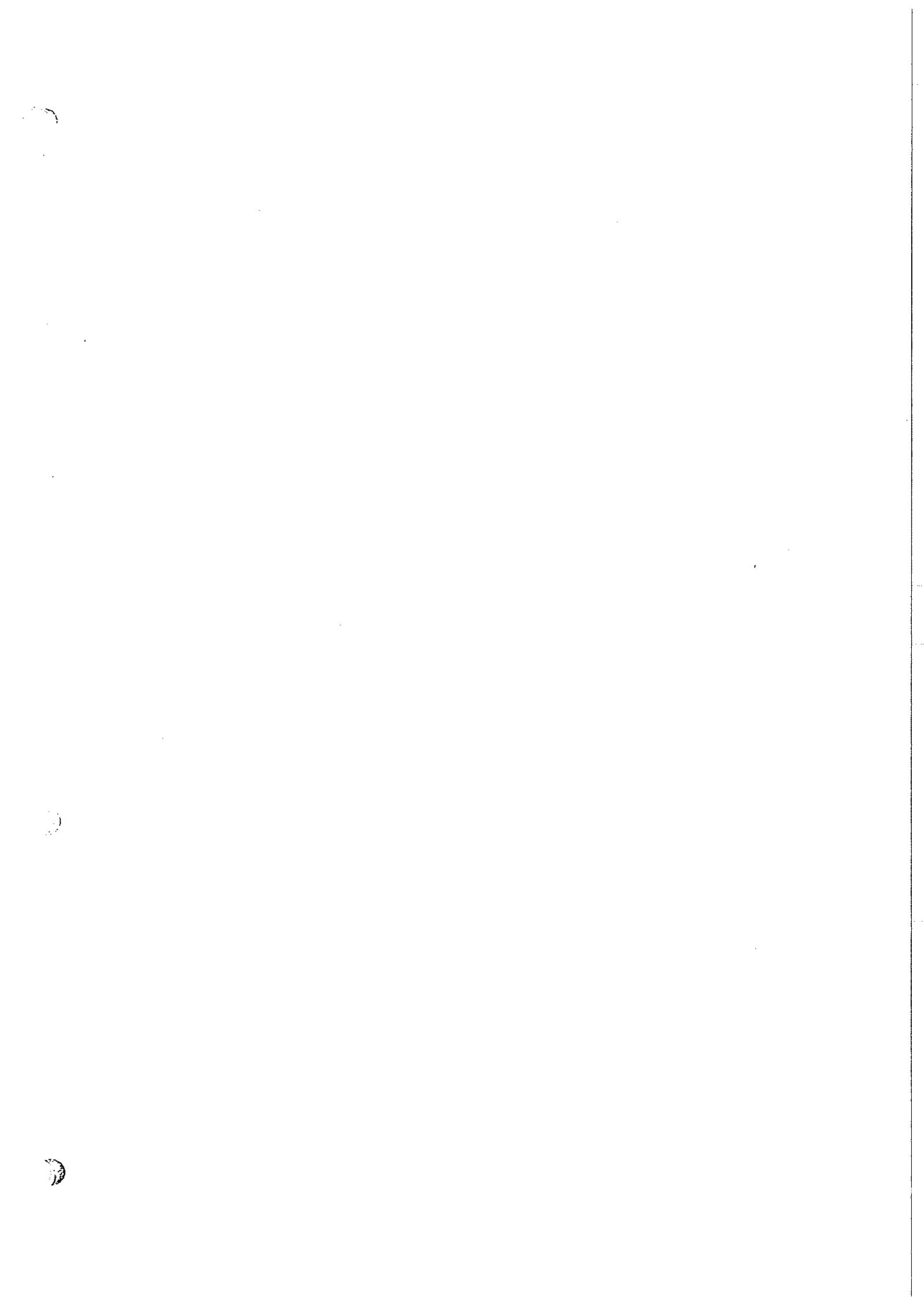
DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
489	1,280.54	1,357.35	49.09
490	1,263.95	1,358.56	49.22
491	1,260.62	1,361.98	48.85
492	1,241.08	1,366.83	49.14
493	1,240.31	1,367.01	48.79
494	1,238.52	1,367.66	49.96
495	1,204.40	1,376.60	50.22
496	1,203.52	1,376.57	49.90
497	1,202.38	1,376.69	50.31
498	1,197.65	1,377.63	50.17
499	1,181.36	1,380.35	50.13
500	1,165.02	1,383.98	50.38
501	1,164.00	1,384.08	50.02
502	1,162.54	1,384.58	50.39
503	1,158.78	1,385.31	50.47
504	1,155.33	1,385.83	50.41
505	1,151.37	1,374.65	50.25
506	1,155.10	1,374.04	50.34
507	1,158.56	1,372.98	50.26
508	1,160.12	1,371.99	49.92
509	1,161.29	1,371.37	50.24
510	1,178.35	1,365.89	50.04
511	1,194.06	1,361.91	50.00
512	1,198.43	1,360.94	50.22
513	1,199.48	1,360.56	49.82
514	1,200.09	1,360.31	50.10
515	1,222.59	1,356.17	49.80
516	1,238.86	1,354.68	49.91
517	1,240.66	1,354.67	48.71
518	1,241.35	1,354.69	49.06
519	1,261.89	1,349.64	48.86
520	1,264.33	1,348.97	49.32
521	1,276.14	1,343.94	49.05
522	1,276.71	1,341.62	49.53
523	1,147.28	1,361.89	50.13
524	1,151.13	1,361.92	50.19
525	1,154.48	1,360.96	50.14
526	1,156.40	1,360.33	49.72
527	1,157.79	1,360.07	50.17
528	1,172.06	1,352.80	49.97
529	1,185.35	1,344.20	49.97
530	1,190.87	1,342.48	49.49
531	1,194.08	1,343.28	49.73
532	1,194.85	1,343.09	49.67
533	1,195.80	1,343.66	49.91
534	1,223.26	1,345.63	49.69
535	1,239.51	1,346.01	49.73
536	1,241.14	1,347.22	48.65
537	1,256.90	1,341.29	48.97
538	1,258.31	1,340.29	49.32
539	1,143.75	1,350.86	49.97
540	1,147.09	1,350.05	50.04
541	1,150.66	1,349.13	49.94
542	1,152.48	1,348.56	49.55

## DEPURA

DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
543	1,153.68	1,348.26	50.06
544	1,174.60	1,342.39	49.94
545	1,184.68	1,339.51	50.05
546	1,189.63	1,337.71	49.39
547	1,192.59	1,337.36	49.68
548	1,193.17	1,337.32	49.59
549	1,193.91	1,337.15	49.83
550	1,214.32	1,336.33	49.67
551	1,238.77	1,338.34	49.55
552	1,240.23	1,338.07	48.57
553	1,242.70	1,337.29	48.99
554	1,245.05	1,336.08	49.18
555	1,235.41	1,336.39	49.71
556	1,238.30	1,333.77	49.02
557	1,223.87	1,329.67	49.83
558	1,229.14	1,321.99	48.73
559	1,216.41	1,314.55	48.69
560	1,217.30	1,314.08	49.34
561	1,203.32	1,307.20	48.59
562	1,203.93	1,306.40	49.18
563	1,192.10	1,289.81	48.41
564	1,196.28	1,286.36	49.28
565	1,181.76	1,271.57	48.47
566	1,193.03	1,264.38	49.43
567	1,172.16	1,266.77	48.52
568	1,166.26	1,276.92	48.35
569	1,170.29	1,290.27	48.42
570	1,181.55	1,306.43	48.39
571	1,200.70	1,318.57	48.42
572	1,211.88	1,322.30	48.47
573	1,219.20	1,317.72	48.65
574	1,219.97	1,316.79	49.74
575	1,192.47	1,318.41	49.68
576	1,185.01	1,314.75	49.66
577	1,177.40	1,305.34	49.11
578	1,163.02	1,251.81	48.70
579	1,159.34	1,251.68	48.67
580	1,161.04	1,271.84	48.78
581	1,164.08	1,272.12	48.80
582	1,165.12	1,288.34	48.85
583	1,167.65	1,287.24	48.80
584	1,177.41	1,305.28	49.07
585	1,174.02	1,308.11	48.96
586	1,172.95	1,317.37	49.26
587	1,176.91	1,318.25	49.29
588	1,171.47	1,324.87	49.60
589	1,168.99	1,322.69	49.51
590	1,160.92	1,333.63	49.83
591	1,158.80	1,330.86	49.77
592	1,149.42	1,340.40	49.74
593	1,148.27	1,336.69	49.72
594	1,126.53	1,299.62	49.42
595	1,130.05	1,298.47	49.43
596	1,133.42	1,297.27	49.36

## DEPURA

DATOS PLANTA GENERAL			
Nº PUNTO	X	Y	Z
597	1,227.28	1,456.13	51.09
598	1,198.99	1,286.52	45.83
599	1,226.14	1,318.62	46.11
600	1,245.20	1,335.45	46.84
601	1,272.46	1,336.74	46.15
602	1,230.15	1,299.85	48.87
603	1,228.04	1,300.85	46.16
604	1,246.40	1,311.59	49.03
605	1,243.55	1,315.52	45.41
606	1,257.58	1,326.91	48.84
607	1,251.80	1,329.90	46.61
608	1,260.67	1,320.08	49.06
609	1,281.82	1,323.63	49.06
610	1,281.61	1,325.82	49.28
611	1,279.01	1,327.24	46.49
612	1,299.88	1,325.01	49.15
613	1,299.42	1,326.68	49.18
614	1,299.08	1,327.19	46.64
615	1,313.88	1,330.24	49.22
616	1,312.88	1,332.93	49.38
617	1,324.88	1,339.49	49.04
618	1,320.52	1,343.36	49.14
619	1,320.36	1,343.91	46.61
620	1,346.16	1,361.91	49.26
621	1,342.33	1,366.03	49.55
622	1,340.06	1,367.27	46.28
623	1,355.38	1,371.02	49.57
624	1,349.77	1,373.49	49.66
625	1,348.67	1,376.83	45.62
626	1,369.03	1,387.23	49.64
627	1,366.86	1,387.84	50.73
628	1,363.27	1,393.88	49.01
629	1,362.80	1,395.15	45.44
630	1,379.74	1,399.43	49.43
631	1,378.14	1,403.48	51.80
632	1,374.21	1,405.29	49.79
633	1,372.11	1,407.64	46.18
634	1,388.97	1,407.38	49.40
635	1,390.41	1,415.66	51.40
636	1,358.04	1,401.01	46.42
637	1,401.37	1,448.84	47.21
638	1,222.15	1,308.98	46.16
639	1,236.66	1,319.67	45.48
640	1,245.02	1,332.28	46.53
641	1,295.79	1,339.65	46.61
642	1,313.69	1,348.26	46.61
643	1,332.42	1,371.33	46.34
644	1,343.48	1,381.91	45.69
645	1,367.47	1,409.73	46.22



## DEPURA

DATOS EMISARIO			
Nº PUNTO	X	Y	Z
1	1.290,92	1.600,26	52,83
2	1.291,28	1.600,75	52,61
3	1.323,00	1.639,39	52,66
4	1.323,89	1.640,12	53,14
5	1.324,65	1.640,83	52,89
6	1.347,52	1.658,63	52,96
7	1.348,17	1.659,26	53,31
8	1.348,66	1.659,84	53,05
9	1.371,84	1.677,74	53,05
10	1.372,59	1.678,68	53,47
11	1.373,49	1.679,29	52,94
12	1.374,71	1.679,83	53,42
13	1.374,72	1.680,22	53,29
14	1.396,16	1.697,40	53,19
15	1.397,32	1.698,29	53,65
16	1.397,77	1.698,62	53,49
17	1.422,06	1.717,77	53,52
18	1.422,85	1.718,52	53,95
19	1.423,01	1.718,96	53,70
20	1.447,06	1.737,65	53,66
21	1.447,86	1.738,35	53,88
22	1.448,33	1.738,88	53,97
23	1.466,16	1.750,80	54,01
24	1.466,99	1.751,34	54,12
25	1.467,58	1.751,69	53,96
26	1.536,31	1.799,46	54,42
27	1.536,77	1.799,74	54,58
28	1.537,35	1.799,95	54,22
29	1.537,99	1.800,15	54,62
30	1.618,06	1.819,20	57,70
31	1.619,18	1.819,72	53,10
32	1.621,05	1.820,58	53,94
33	1.671,70	1.843,94	53,83
34	1.675,78	1.845,78	54,25
35	1.709,75	1.861,52	54,19
36	1.712,06	1.862,57	54,61
37	1.740,38	1.875,81	54,50
38	1.741,65	1.876,40	54,78
39	1.771,97	1.890,43	54,85
40	1.774,03	1.891,31	54,50
41	1.782,06	1.894,90	56,06
45	1.809,54	1.907,71	56,28
46	1.891,20	1.945,76	56,60
47	1.938,90	1.963,66	57,21
48	1.977,55	1.987,81	57,46
49	1.996,85	1.994,74	58,76
50	1.979,30	1.985,86	54,89

ANEJO Nº 3

---

ESTUDIO GEOTECNICO

---

### ANEJO N° 3.- ESTUDIO GEOTECNICO

Para llevar a cabo la redacción del Proyecto de Construcción de la E.D.A.R. de Huesca se realizaron dos trabajos geotécnicos. En primer lugar se elaboró un estudio preliminar de las características geotécnicas de la parcela en que se ubica la E.D.A.R.. Más adelante se efectuaron sondeos en las zonas de cimentación de los elementos principales de la instalación.

En las páginas que siguen se adjuntan los citados estudios.

ESTUDIO GEOTECNICO E.D.A.R. HUESCA

## 2.- TRABAJOS REALIZADOS

Como trabajos de campo, se excavaron un total de 17 calicatas de unos 4.25 m de profundidad media, distribuidas convenientemente por toda la superficie. Se realizó en cada una de ellas una descripción detallada de los terrenos atravesados, potencia, litología, granulometría, profundidad nivel freático etc, tomándose 3 muestras representativas de las litologías dominantes, para su posterior análisis e identificación en laboratorio, (curva granulométrica, límites de Atterberg, índice de plasticidad, contenido en  $SO_4^{=}$ ).

## 3.- DESCRIPCION DE LA ZONA

La zona elegida para la ubicación de la EDAR, esta situada en la margen derecha del río Isuela, confrontando con su cauce a lo largo de 350 m. en su parte oriental. Presenta una superficie de 4.8 Ha dividida en una serie de banales, que descienden escalonadamente desde cota 51 m. hasta 48.5 m.<sup>1</sup> en las parcelas mas bajas. El fondo del cauce del río se sitúa entre 2 y 2.5 m. por debajo de la cota de la parcela mas próxima al cauce.

---

<sup>1</sup> Cotas según plano taquimétrico proporcionado por el Ayto. de Huesca

#### 4.- SITUACION GEOLOGICA

Los terrenos se enmarcan en los depósitos aluviales del río Isuela. Estos forman un recubrimiento detrítico poco potente, compuesto por gravas finas, arenas y limos arcillosos, bajo el que aparecen materiales margo-arcillosos o areniscas que forman el substrato rocoso mioceno característico de la Hoya de Huesca.

#### 5.- CARACTERISTICAS DEL TERRENO

En los cortes geológicos de la figura nº 1, puede apreciarse la distribución de los diferentes materiales que aparecen en el subsuelo de las parcelas. A pesar de tratarse de depósitos detríticos, la disposición que adoptan resulta bastante homogénea y regular en toda la superficie, con un nivel detrítico grosero basal, de poco espesor y amplio desarrollo lateral sobre el se sitúa un nivel detrítico fino arenoso o limo-arcilloso, según las zonas, mas potente.

Se distinguen 3 litologías predominantes:

Arenas finas con limos. Se sitúan formando una franja entorno al cauce del río acuñándose rápidamente en la dirección opuesta. El grado de compacidad que presentan en superficie es medio-bajo, que se reduce rápidamente en profundidad hasta muy

blando en torno a 2 m, formando un nivel de lodo potente hasta el contacto con las gravas, debido a la influencia del N. F. Las paredes de las calicatas que atravesaron este nivel (numeros 1, 2, 3 y 4), se desplomaron durante su excavación, impidiendo el avance de la máquina.

Limos arcillosos y arcillas limosas. Son la litología dominante en el entorno. Ocupan la posición mas superficial y presentan una potencia mas o menos homogénea entorno a los 2.5-3.5 m. aunque se nota una tendencia estratodecreciente en la dirección del cauce. En las capas mas superficiales el grado de cohesión es moderadamente firme, disminuyendo gradualmente en profundidad hasta blando-muy blando, en las proximidades con el nivel detrítico grosero inferior.

Gravas finas arenosas. Se sitúan en la base del recubrimiento detrítico aluvial apoyándose directamente sobre el substrato rocoso mioceno. Se trata de gravas bien seleccionadas, que presentan cierto contenido en arcilla según las zonas. Este nivel se ha atravesado totalmente en las calicatas nº 5, 6, 9, 11, 13 y 14, por lo que dentro de la variación de potencia que caracteriza a este tipo de depósitos, se puede considerar como un nivel de espesor homogéneo en torno a los 1,5 m. Aparece a una profundidad de unos 2.5 a 3.5 m y en todas las calicatas se ha asociado con la presencia de agua. El grado de cohesión que presenta en todas las perforaciones es firme.

Substrato rocoso. Se trata de margas arcillosas rojizas o bien areniscas laminadas que presentan en los primeros decímetros un grado de alteración importante, aunque por las observaciones de campo ganan compacidad rápidamente en profundidad, especialmente en el caso de las areniscas.

Los ensayos de penetración dinámica, realizados en los terrenos situados aguas arriba del área de estudio, se caracterizan por ser muy variables tanto en la vertical como de unos puntos a otros, aunque siempre bajos en los niveles detríticos finos (en torno a  $0.3 \text{ kg/cm}^2$  o inferior de capacidad portante). La resistencia al corte en muestras no drenadas, alcanza valores que oscilan entre  $0.7$  y  $0.1 \text{ kg/cm}^2$ , según el contenido en agua de la muestra.

Por su parte las gravas muestran valores muy superiores, del orden de  $4$  a  $5 \text{ kg/cm}^2$ . En el substrato rocoso se alcanza el rechazo a poca profundidad.

#### 6.- NIVEL FREÁTICO

El nivel freático ha aparecido en todas las calicatas realizadas. La profundidad oscila entre los  $2.1 \text{ m.}$  en las parcelas mas bajas a  $4.30 \text{ m}$  bajo las que se sitúan mas alejadas del río, pero siempre relacionado con el nivel de base del cauce y con la aparición de gravas durante la excavación. No obstante, su presencia se nota a profundidad inferior con el rezume de las

paredes de las diferentes calicatas, debido a la franja capilar potente, que se desarrolla en los sedimentos de granulometría fina, formando un nivel poco consistente sobre el estrato de gravas.

El nivel piezométrico se sitúa por encima del techo del paquete de gravas en las zonas próximas al cauce del río, por lo que al excavar las calicatas y alcanzar este nivel se producía un ascenso marcado del agua hasta que se estabilizaba en una profundidad relacionada con el nivel de agua en el río.

La analítica del agua subterránea la clasifica por su contenido en sulfatos, como de agresividad débil frente al hormigón.

- CONCLUSIONES

- Los terrenos previstos para la ubicación de la depuradora resultan similares en cuanto a columna litológica y características geotécnicas al emplazamiento elegido inicialmente en el proyecto de C.H.E. y que pueden resumirse en muy bajos valores de capacidad portante y asientos importantes para el tramo detrítico fino, mientras que las gravas situadas por debajo, ofrecen unas condiciones desde este punto de vista mucho mas favorables.

- Las diferencias mas significativas se refieren a la profundidad y espesor de los diferentes niveles; en concreto el nivel de gravas, que ofrecería las mejores condiciones para la cimentación, se sitúa a una profundidad intermedia de 3.5 metros y se ha atravesado totalmente en 6 calicatas con una potencia media de 1.5 m.

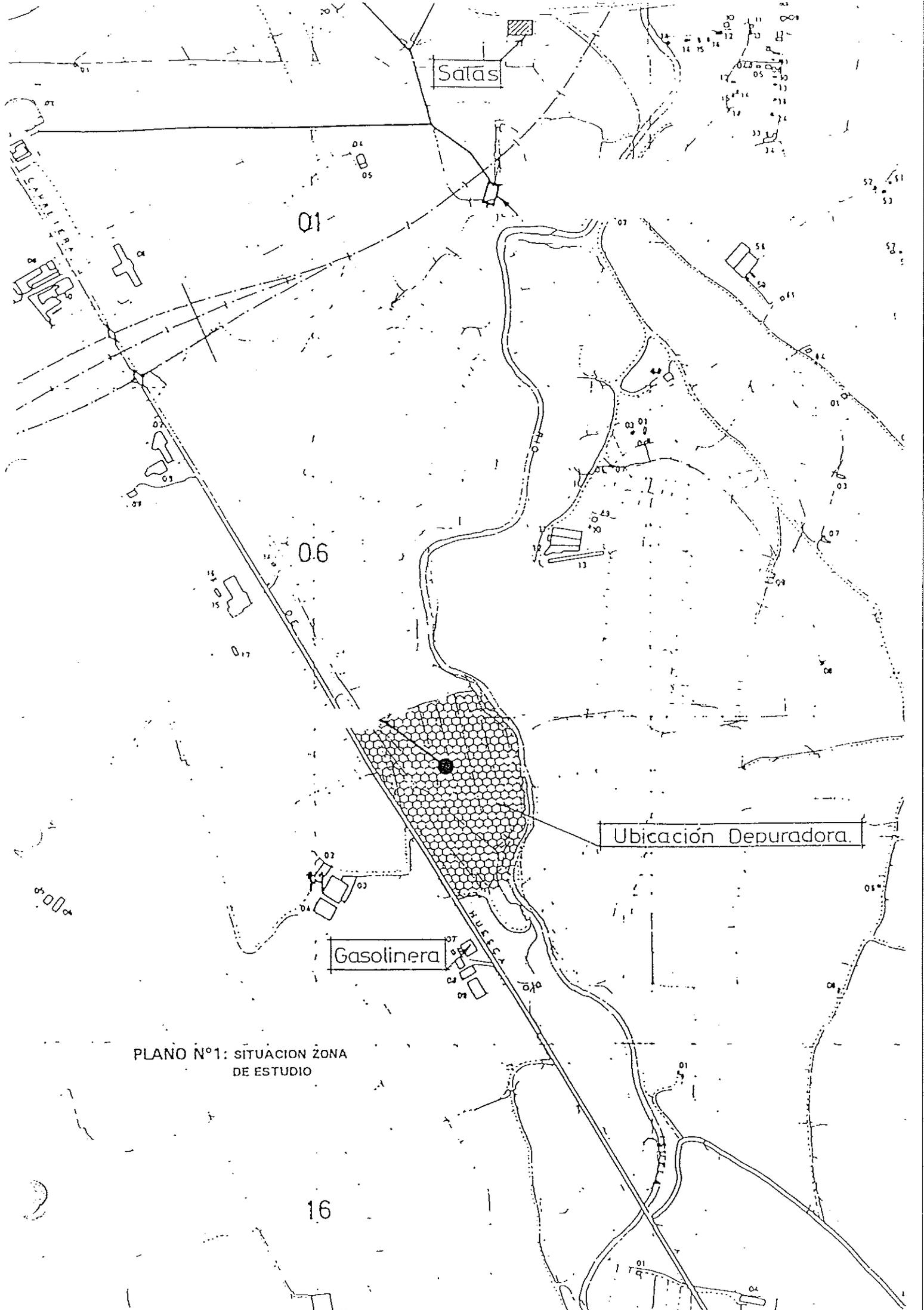
- Los sedimentos arenosos se disponen formando una banda de unos 30 metros de anchura siguiendo el trazado del cauce y presentan las condiciones geotécnicas más desfavorables de toda la zona.

- Los niveles limo-arcillosos presentan una cohesión moderadamente firme y homogénea en las capas mas superficiales, que se reduce progresivamente hasta blanda en el muro del

estrato, todo ello en los 3.5 m de espesor medio que alcanza este nivel.

- El nivel freatico se ha detectado en todas las calicatas realizadas. Su posición esta relacionada con el nivel de base del cauce y a una profundidad que oscila entre 2 y 4 m, según la cercanía al río. El rápido ascenso del agua en la calicatas mas próximas al cauce, demuestra la buena conexión hidráulica entre el cauce y el acuífero así como la elevada permeabilidad de este. Las oscilaciones mas importantes estarán en relacion con la variaciones en el nivel de agua en el cauce durante épocas de avenida.

PLANOS Y FIGURAS



Satás

01

06

Ubicación Depuradora

Gasolinera

PLANO N°1: SITUACION ZONA DE ESTUDIO

16

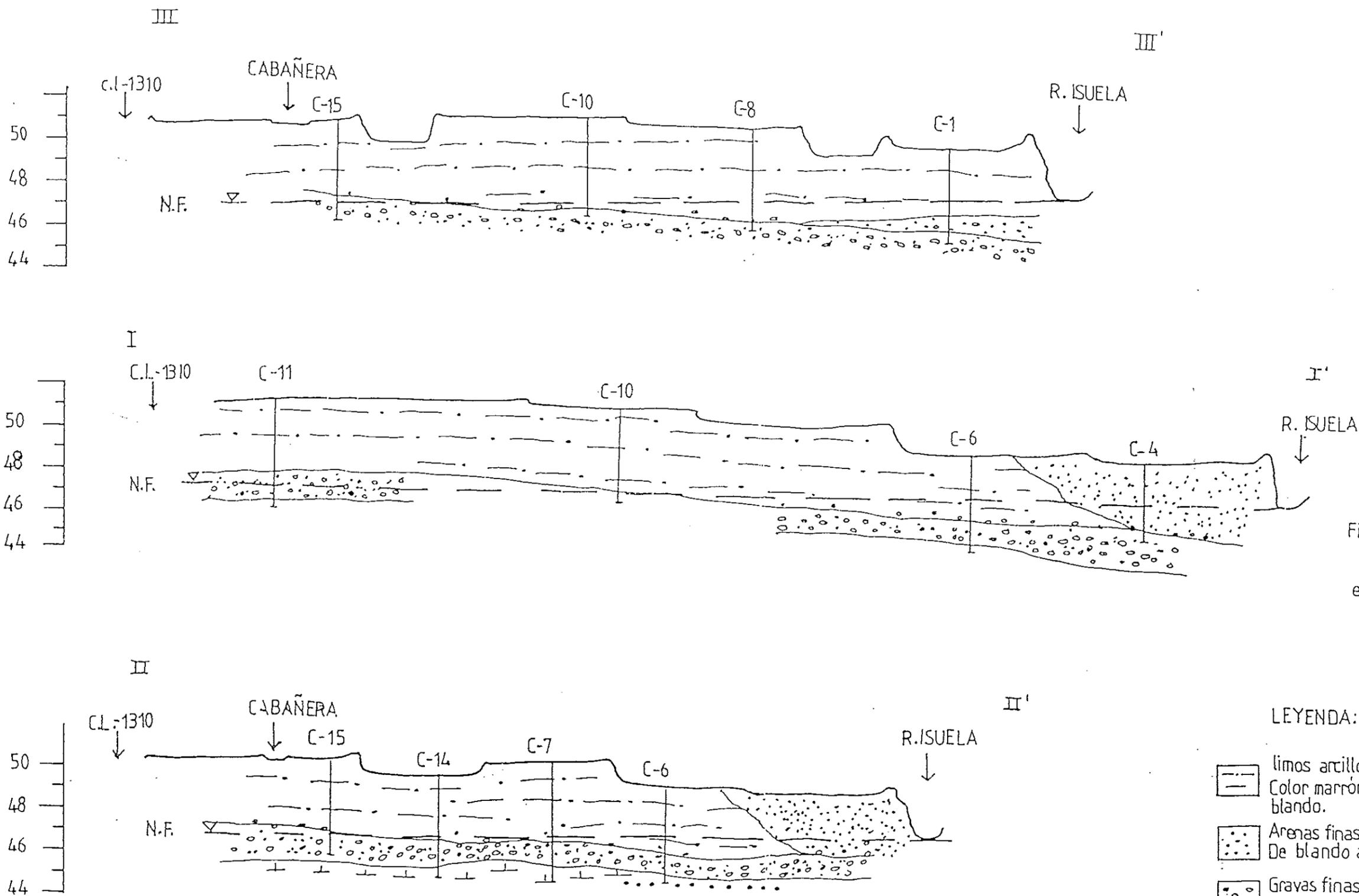


Fig. nº1. Cortes Geológicos

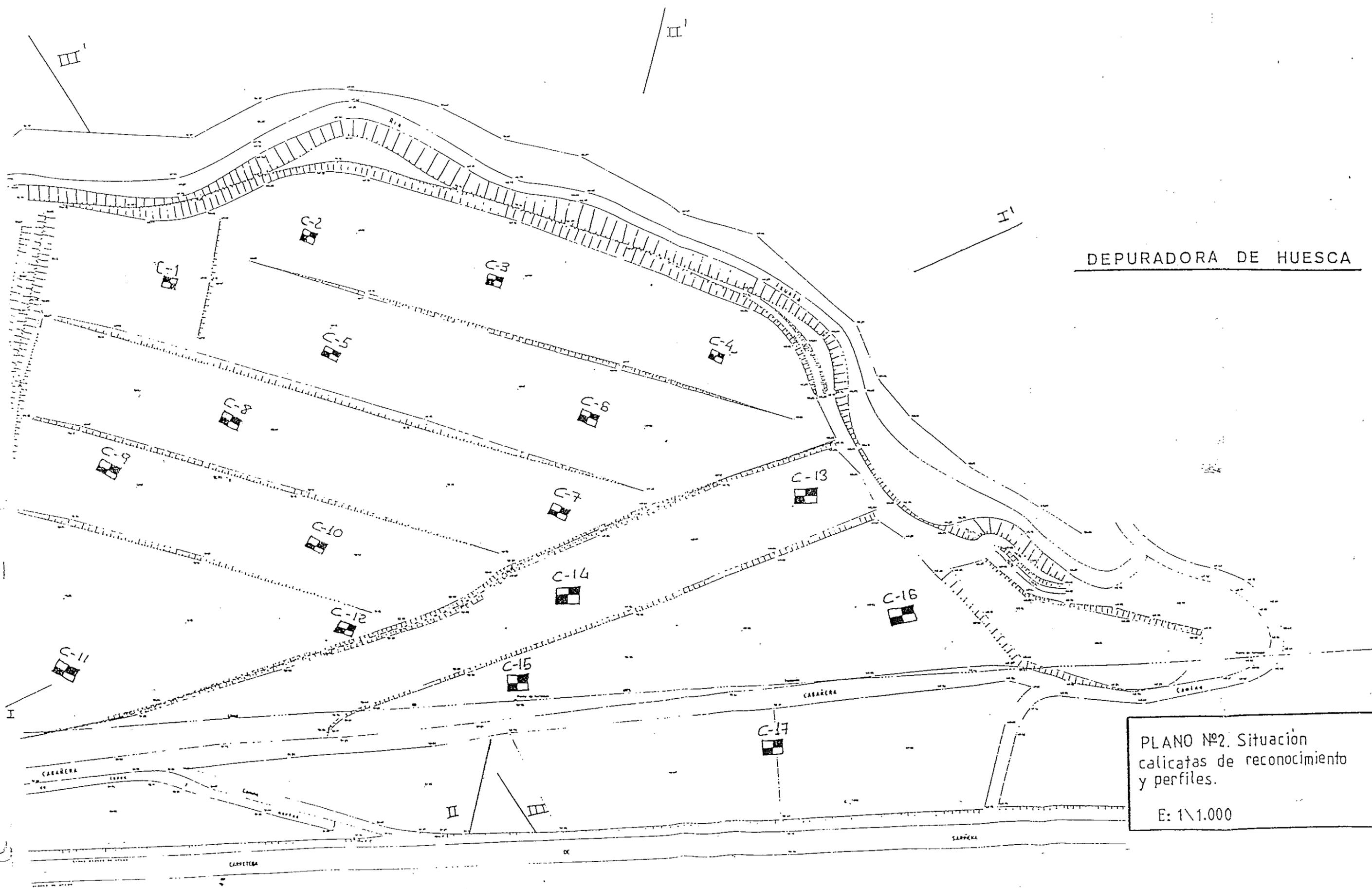
e | H: 1/ 1000  
 | V: 1/ 200

LEYENDA:

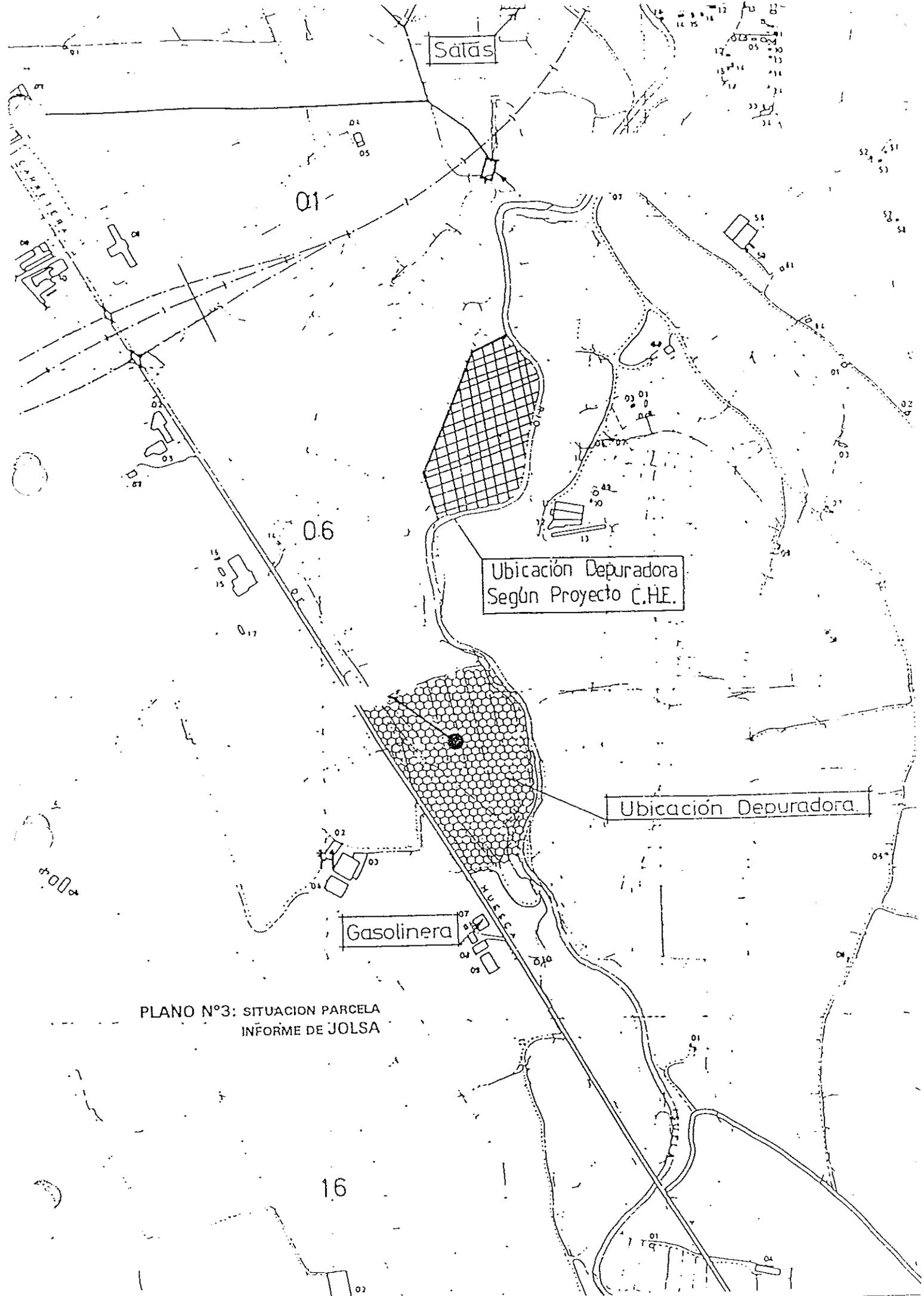
-  limos arcillosos y arcillas limosas. Color marrón claro-gris. De firme a blando.
-  Arenas finas con limos. Color marrón. De blando a muy blando.
-  Gravas finas con arena y algo de arcilla. Color gris. Firme.
-  Margas arcillosas y areniscas grises. Alteradas. Substrato.

(\* ) Cotas relativas al taquimétrico  
 Ayto. de Huesca

DEPURADORA DE HUESCA



PLANO Nº2. Situación calicatas de reconocimiento y perfiles.  
E: 1\1.000



Satás

Ubicación Depuradora  
Según Proyecto C.H.E.

Ubicación Depuradora.

Gasolinera

PLANO N°3: SITUACION PARCELA  
INFORME DE JOLSA

16

DESCRIPCION CALICATAS



ENSAYOS

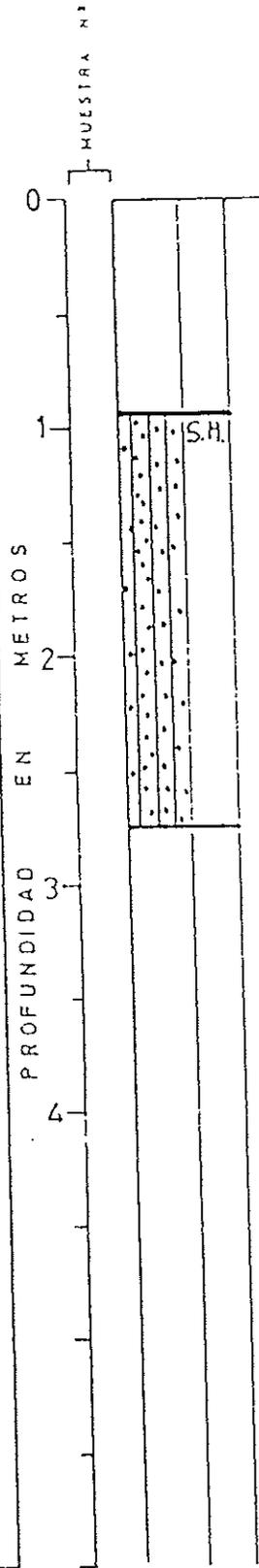
CALICATA C-3

FECHA: 06.08.92

COTA: 49.10

SITUACION:

HUVEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA (GMS/CH <sup>3</sup> )	LIMITES DE ATTERBERG	OTROS ENSAYOS
		ENSAYO TIPO VANE KG / CH <sup>2</sup>	



DESCRIPCION

TIERRA VEGETAL ARENOSA

ARENAS FINAS CON LIMOS. COLOR MARRON OSCURO. MUY BLANDO. A 2 M. DE PROFUNDIDAD TERRENO SATURADO Y EMPIEZAN A DESPLOMARSE LAS PAREDES DE LA CALICATA. LODO.

NO SE PUEDE SEGUIR PROFUNDIZANDO POR EL DESPLOME DE LAS PAREDES DE LA CALICATA.

N. F. A 2.10 M

REGISTRO DE CALICATA

ENSAYOS

HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA GMS/CM <sup>3</sup>	LIMITES DE ATTERBERG	ENSAYO TIPO VANE KG / CM <sup>2</sup>	OTROS ENSAYOS

CALICATA C-4

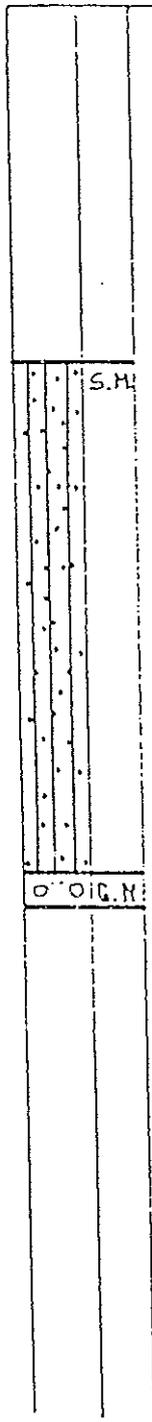
FECHA

COTA ~

SITUACION

DESCRIPCION

0  
1  
2  
3  
4  
 METROS  
 PROFUNDIDAD EN



TIERRA VEGETAL ARENOSA

ARENAS FINAS MEDIAS LIMOSAS. HOMOGENEAS Y CON CANTOS DE GRAVA SUELTOS HACIA MURO. MUY BLANDO. LOS ULTIMOS DECIMETROS LODO.

GRAVAS FINAS ARENOSAS.

NO SE PUEDE PROFUNDIZAR MAS POR EL COLAPSO DE LA PAREDES.

N. F. A 2.10 M

REGISTRO DE CALICATA



ENSAYOS

HUMEDAD NATURAL %

DENSIDAD SECA GMS/CM<sup>3</sup>

LIMITES DE ATTERBERG

ENSAYO TIPO VIME KG/CM<sup>2</sup>

OTROS ENSAYOS

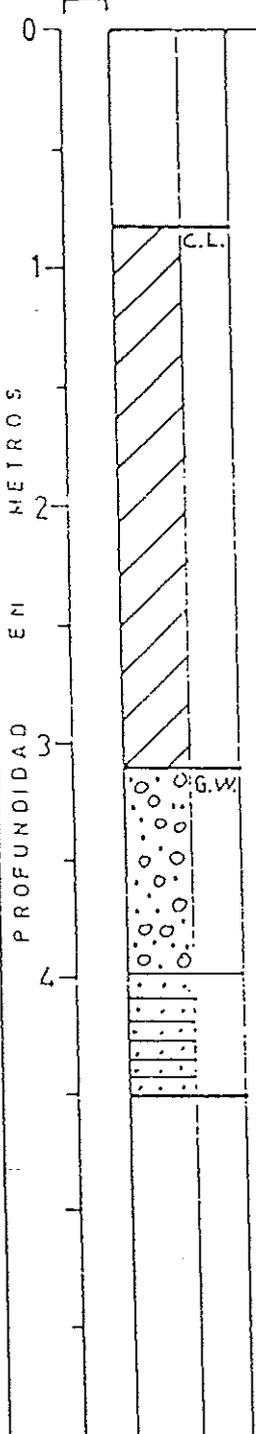
CALICATA C-6

FECHA 06-08-92

COTA. 49

SITUACION.

DESCRIPCION



TIERRA VEGETAL

ARCILLAS LIMOSAS DE TONOS OCRES Y MARRON CLARO. FIRMES. HACIA MURO DISMINUYE LA COMPACIDAD. LOS ULTIMOS 45 CM. SON LODOS.

GRAVAS FINAS CON ALGO DE LIMO Y ARCILLA. COLOR GRIS. FIRME.

MARGA CREMOSA, ARENISCA GRANO FINO COLOR GRIS. ALTERADA. GANA RAPIDAMENTE CONSISTENCIA EN PROFUNDIDAD.

PAREDES CALICATA ESTABLES.

N. F. A 2.60 M

REGISTRO DE CALICATA



ENSAYOS

HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA (GMS/CM <sup>3</sup> )	LIMITE DE ATTERBERG	OTROS ENSAYOS

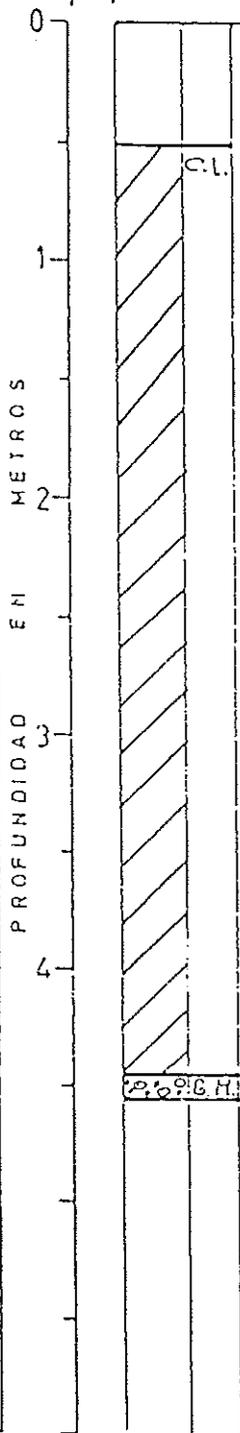
CALICATA C-8

FECHA 06-08-92

COTA. ~ 50.50

SITUACION:

DESCRIPCION



TIERRA VEGETAL

ARCILLAS LIMOSAS DE TONOS GRISOS  
FIRMES. HACIA MURO DISMINUYE EL  
CONTENIDO EN LIMO.

GRAVAS FINAS.

PAREDES CALICATAS ESTABLES

N. F. A 3.50 M

REGISTRO DE CALICATA

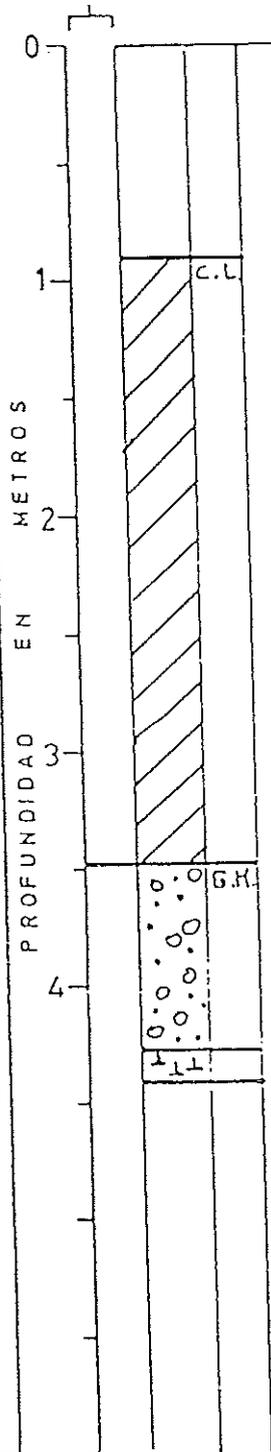
CALICATA C-9

FECHA: 06-08-92

COTA: ~ 51.20

SITUACION:

ENSAYOS	
HUMEDAD NATURAL %	
DENSIDAD SECA (GMS / CM <sup>3</sup> )	
LIMITES DE ATTERBERG	
ENSAYO TIPO VAME	
KG / CM <sup>2</sup>	
OTROS ENSAYOS	



DESCRIPCION

TIERRA VEGETAL

ARCILLAS LIMOSAS DE TONOS MARRON Y GRIS CLARO. FIRME. HACIA MURO SE INCREMENTA EL CONTENIDO EN AGUA Y DISMINUYE LA COMPACIDAD HASTA BLANDO-MUY BLANDO.

GRAVAS FINAS CON ALGO DE ARCILLA. COLOR GRIS. FIRMES.

ARCILLA MARGOSA COLOR GRIS Y ROJIZO.

PAREDES CALICATA ESTABLES.

N. F. A 4.10 M

REGISTRO DE CALICATA

CAUCATA C-10

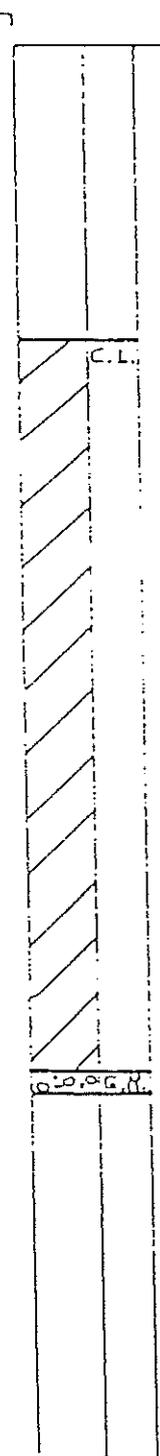
FECHA 06-08-92

COTA 51.00

SITUACION

HUMEDAD NATURAL  
DENSIDAD SECA  
(GMS/CM<sup>3</sup>)  
LIMITE DE  
ATERRIQU  
ENSAYO TIPO VANE  
(G./CM<sup>2</sup>)  
OTROS ENSAYOS

PROFUNDIDAD EN METROS



DESCRIPCION

TIERRA VEGETAL

ARCILLAS LIMOSAS DE TONOS GRISOS.  
MASIVAS. FIRMES. HACIA MURO SE  
INCREMENTA EL GRADO DE SATURACION Y  
DISMINUYE LA COHESION HASTA MUY BLANDO. (LODO)

PAREDES CALICATA ESTABLES.

N.F. A 4 M.

REGISTRO DE CALICATA

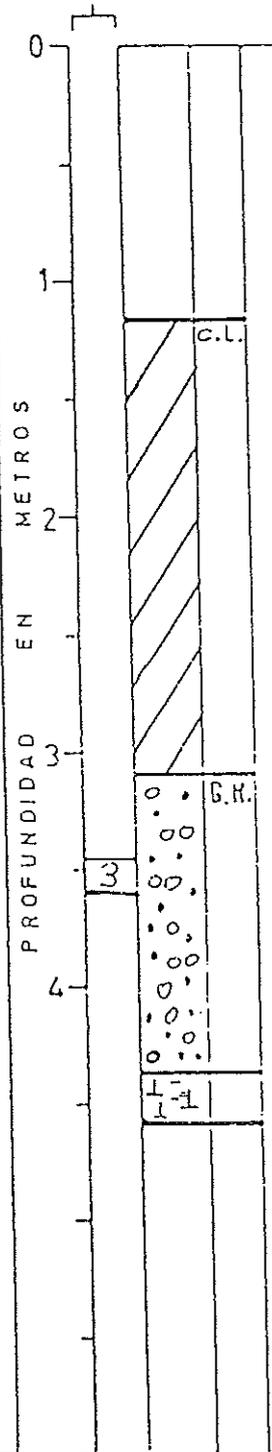
CALICATA C-11

FECHA: 06-08-92

COTA: 51.80

SITUACION:

ENSAYOS	
HUMEDAD NATURAL %	OTROS ENSAYOS
DENSIDAD SECA GMS / CM <sup>3</sup>	
F LIMITES DE ATTERBERG	
P	
ENSAYO TIPO VANE KG / CM <sup>2</sup>	



DESCRIPCION

TIERRA VEGETAL

ARCILLAS GRISES MODERADAMENTE FIRMES.  
HACIA MURO APARECEN NIVELES AISLADOS  
DE GRAVA FINA Y LAS PAREDES REZUMAN  
AGUA.  
MUY BLANDO.

GRAVAS FINAS CON ARCILLA. PAREDES INESTABLES.

MARGA ARCILLOSA ALTERADA.

N.F. A 43M.

REGISTRO DE CALICATA

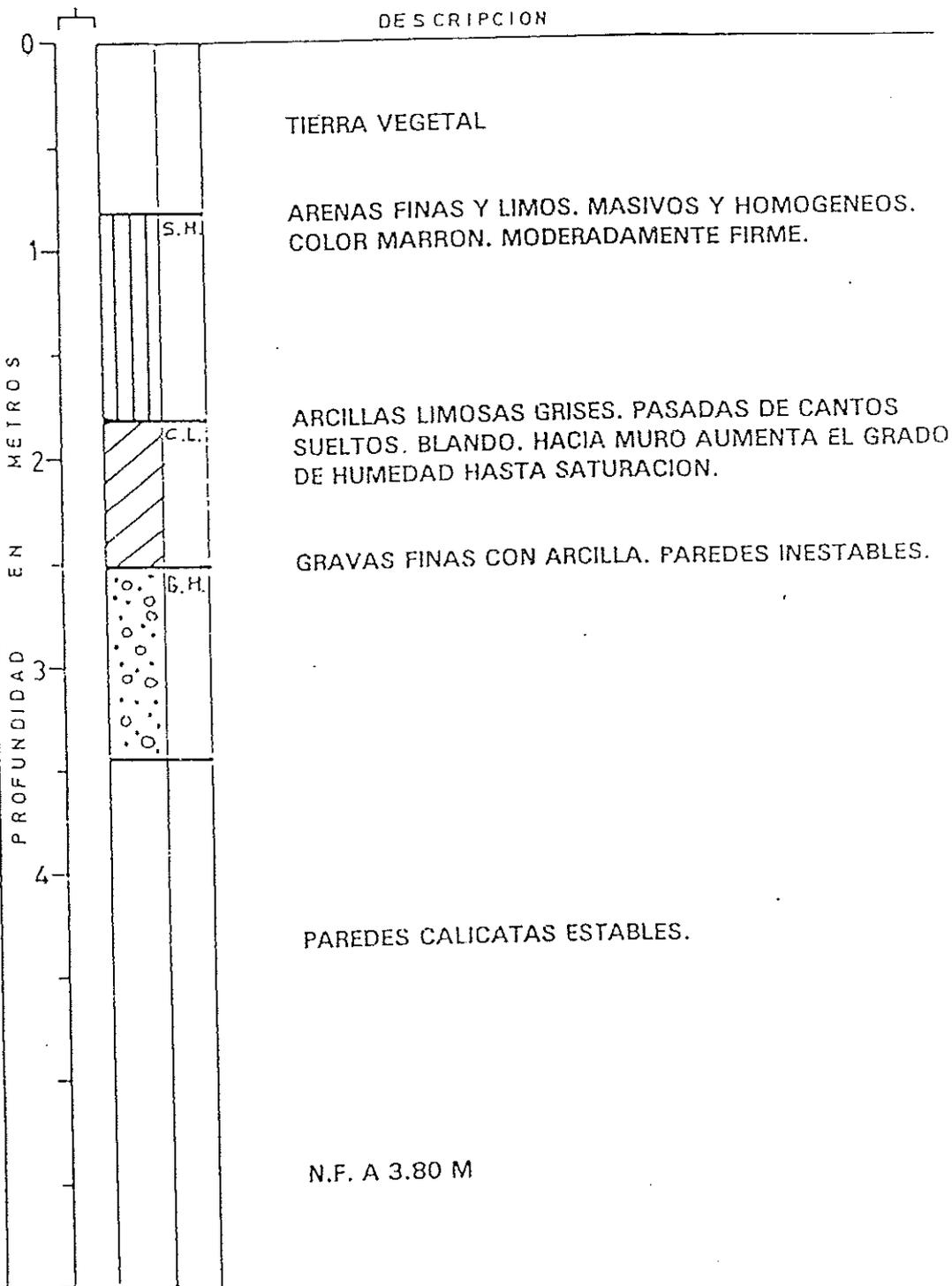
CALICATA C-12

FECHA: 06-08-92

COTA: ~ 51.40

SITUACION:

ENSAYOS					
HUMEDAD NATURAL	OTROS ENSAYOS				
DENSIDAD SECA GMS/CM <sup>3</sup>					
<table border="1"> <tr> <td>F</td> <td>LIMITES DE ATTERBERG</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>ENSAYO TIPO YANE KG / CM<sup>2</sup></td> </tr> </table>	F	LIMITES DE ATTERBERG	P	ENSAYO TIPO YANE KG / CM <sup>2</sup>	
F	LIMITES DE ATTERBERG				
P	ENSAYO TIPO YANE KG / CM <sup>2</sup>				



REGISTRO DE CALICATA

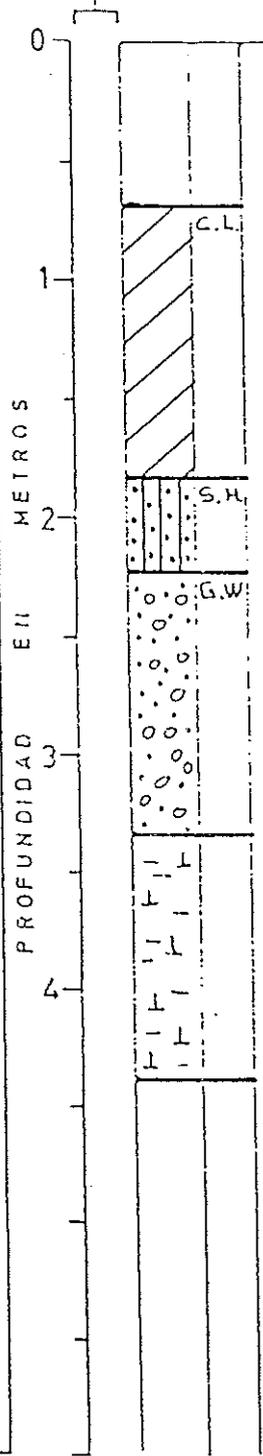
CALICATA C-13

FECHA 06-08-92

COTA 48.80

SITUACION

HUMEDAD NATURAL
DENSIDAD SECA (GMS/CH)
LIMITES DE ATLÉRGICO
ENSAYO TIPO (LIM) RG / (LM)
OTROS ENSAYOS



DESCRIPCION

TIERRA VEGETAL

ARCILLAS CON ALGO DE LIMO. COLOR MARRON CLARO. FIRMES.

LIMOS ARENOSOS. COLOR MARRON. BLANDO-MUY BLANDO.

GRAVAS FINAS CON ALGO DE ARCILLA.

MARGAS ARCILLOSAS DE COLORES GRISES Y ROJIZOS. ALTERNADAS. FINAS PASADAS DE ARENISCAS DE COLOR GRIS. COMPACTOS.

PAREDES CALICATAS ESTABLES.

N.F. A 2.60 M

REGISTRO DE CALICATA



ENSAYOS

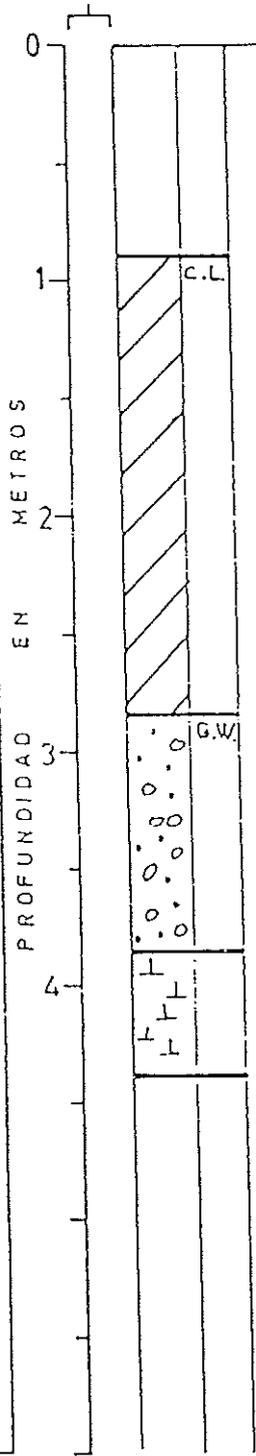
CALICATA C-14

FECHA: 06-08-92

COTA. ~ 49.5

SITUACION:

HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA (GMS/CM <sup>3</sup> )	LIMITE DE ATTERBERG P	ENSAYO TIPO VANE KG / CM <sup>2</sup>	OTROS ENSAYOS



DESCRIPCION

TIERRA VEGETAL

ARCILLAS CON ALGO DE LIMO. COLORES OCRES Y GRISACEOS. FIRME. TRANSICION HACIA EL SIGUIENTE TERRENO GRADUAL.

GRAVAS FINAS CON ALGO DE ARCILLA. HACIA MURO ALGO CEMENTADAS.

MARGA ARCILLOSA ROJIZA EN SUPERFICIE Y GRIS EN CORTE FRESCO. ALTERADA AUNQUE EN PROFUNDIDAD GANA RAPIDAMENTE EN COMPACIDAD.

PAREDES CALICATAS ESTABLES.

N.F. A 3.1 M

REGISTRO DE CALICATA

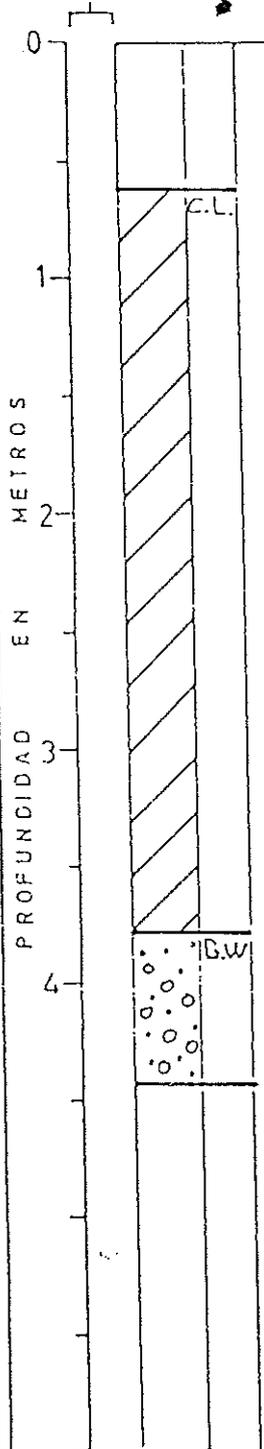
CALICATA C-16

FECHA. 06-08-92

COTA. ~ 49.8

SITUACION:

ENSAYOS	
TIPO	UNIDAD
MOISTURE NATURAL	%
DENSIDAD SECA (GMS / CM <sup>3</sup> )	
LIMITES DE ATTERBERG	
ENSAYO TIPO VANE	KG / CM <sup>2</sup>
OTROS ENSAYOS	



DESCRIPCION

TIERRA VEGETAL

ARCILLA LIMOSA MARRON CLARO. LOCALMENTE NIVELES GRISES CON MAT. ORGANICA. FIRME. HACIA MURO DISMINUYE GRADUALMENTE LA COMPACIDAD HASTA BLANDO-MUY BLANDO.

GRAVA ARENOSA CON ALGO DE ARCILLA. COLOR GRIS. DENSA.

PAREDES CALICATAS ESTABLES.

N.F. A 3.70 M

REGISTRO DE CALICATA

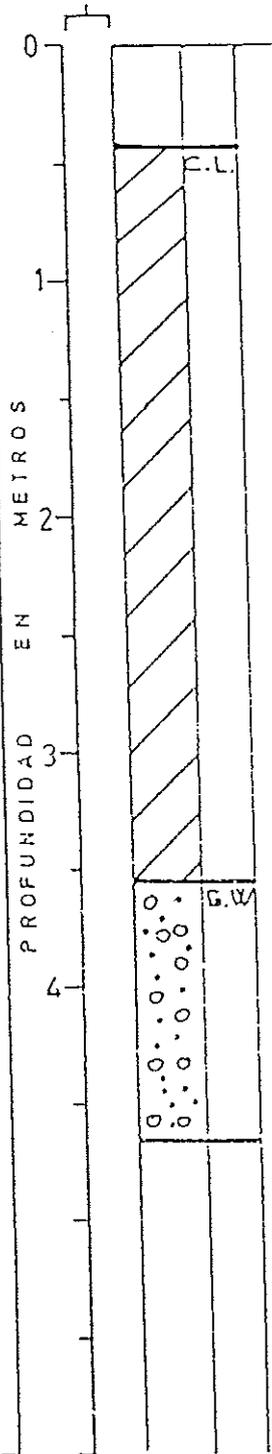
CALICATA C-15

FECHA 06-08-92

COTA. ~ 50.40

SITUACION:

ENSAYOS			
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA GMS / CM <sup>3</sup>	LIMITE DE ATTERBERG	OTROS ENSAYOS



DESCRIPCION

TIERRA VEGETAL

ARCILLAS LIMOSAS DE COLOR MARRON CLARO. APARECE NIVELES DE TONOS OSCUROS-NEGROS DE MAT. ORGANICA LOCALMENTE PASADAS DE LIMOS ARCILLOSOS. HACIA MURO DISMINUYE GRADUALMENTE EL GRADO DE COHESION.

GRAVAS ARENOSAS CON ALGO DE ARCILLA COLOR GRIS DENSA.

PAREDES CALICATAS ESTABLES.

N.F. A 3.8 M

REGISTRO DE CALICATA

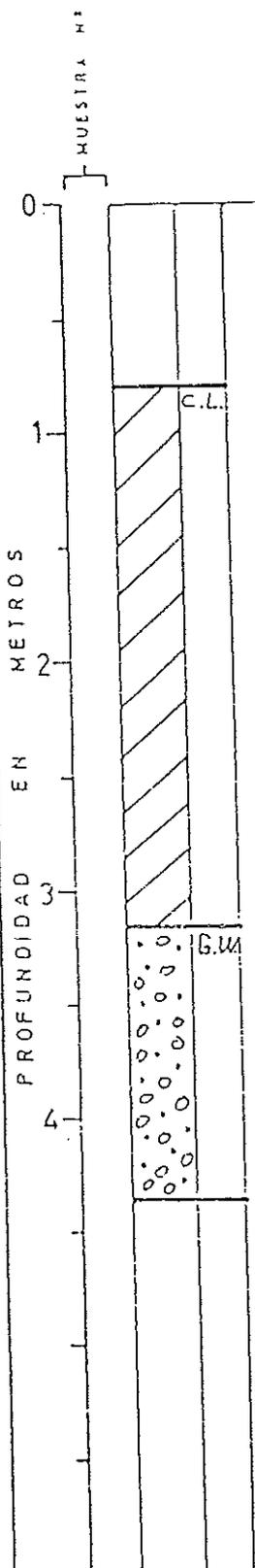
CALICATA C-17

FECHA: 06-08-92

COTA ~ 50.20

SITUACION:

ENSAYOS	
HUEDAD NATURAL %	OTROS ENSAYOS
DENSIDAD SECA (GMS/CH <sup>3</sup> )	
LIMITES DE ATTERBERG P	
ENSAYO TIPO VANE KG / CH <sup>2</sup>	



DESCRIPCION

TIERRA VEGETAL

ARCILLA LIMOSA MARRON CLARO. LOCALMENTE NIVELES GRISES CON MAT. ORGANICA. FIRME. HACIA MURO DISMINUYE LA COMPACIDAD HASTA BLANDO.

GRAVA ARENOSA CON ALGO DE ARCILLA. COLOR GRIS.

PAREDES CALICATAS ESTABLES.

N.F. A 3.9 M

REGISTRO DE CALICATA

RESULTADOS DE LABORATORIO



# ARCO TECNOS, S.A.

Aragonesa de Control y Tecnología, S.A.

## Laboratorio de Control

Río Guadlana, núms. 2-4  
Teléfonos (976) 44 16 51 - 43 34 74  
Fax 44 16 51  
50003 ZARAGOZA

Doctor Cardús, núm. 9  
Teléfono (974) 24 48 29  
22005 HUESCA

ZARAGOZA A 18 DE AGOSTO DE 1992

### PETICIONARIO:

OBRA : DEPURADORA DE HUESCA  
ASUNTO : CLASIFICACION DE SUELOS

### ANTECEDENTES

Con fecha 10 de Agosto de 1992, son entregadas por D.VICTOR LONGAS, en representación de ~~Americana de Proyectos~~, tres muestras de suelo referenciadas como Muestra 1, Muestra 2 y Muestra 3, procedentes de los terrenos donde se ubicará la deupuradora de Huesca.

Sobre estas muestras se nos encarga realizar los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico
- Límites de Atterberg

Además, a la muestra 3 se le determina su contenido en sulfatos.

### RESULTADOS

#### Análisis granulométrico

#### TAMIZ UNE

#### % QUE PASA

	<u>MUESTRA 1</u>	<u>MUESTRA 2</u>	<u>MUESTRA 3</u>
50		100	
25		91,8	
20		87,7	
10		75,7	



**ARCO  
TECNOS, S.A.**

Aragonesa de Control y Tecnología S.A.

<u>TAMIZ UNE</u>	<u>% QUE PASA</u>		
	<u>MUESTRA 1</u>	<u>MUESTRA 2</u>	<u>MUESTRA 3</u>
5	100	65,3	
2	99,7	58,5	
0,40	96,5	51,2	
0,08	66,6	43,5	100

Límites de Atterberg

	<u>L.LIQUIDO</u>	<u>L.PLASTICO</u>	<u>INDICE PLASTICIDAD</u>
MUESTRA 1	-----	-----	NO PLASTICO
MUESTRA 2	26,4%	14,9%	11,5
MUESTRA 3	44,6%	23,9%	20,7

Contenido en sulfatos

MUESTRA 3..... 0,069%

VSB



**ARCO  
TECNOS, S.A.**

EL JEFE DE LA SECCION

No Guadiana, 2-4 ☎ (375) 44 15 51  
 43 34 74 50003 ZARAGOZA  
 Av. Gardús, 9 ☎ (974) 24 18 29 22003 HUÉSCA

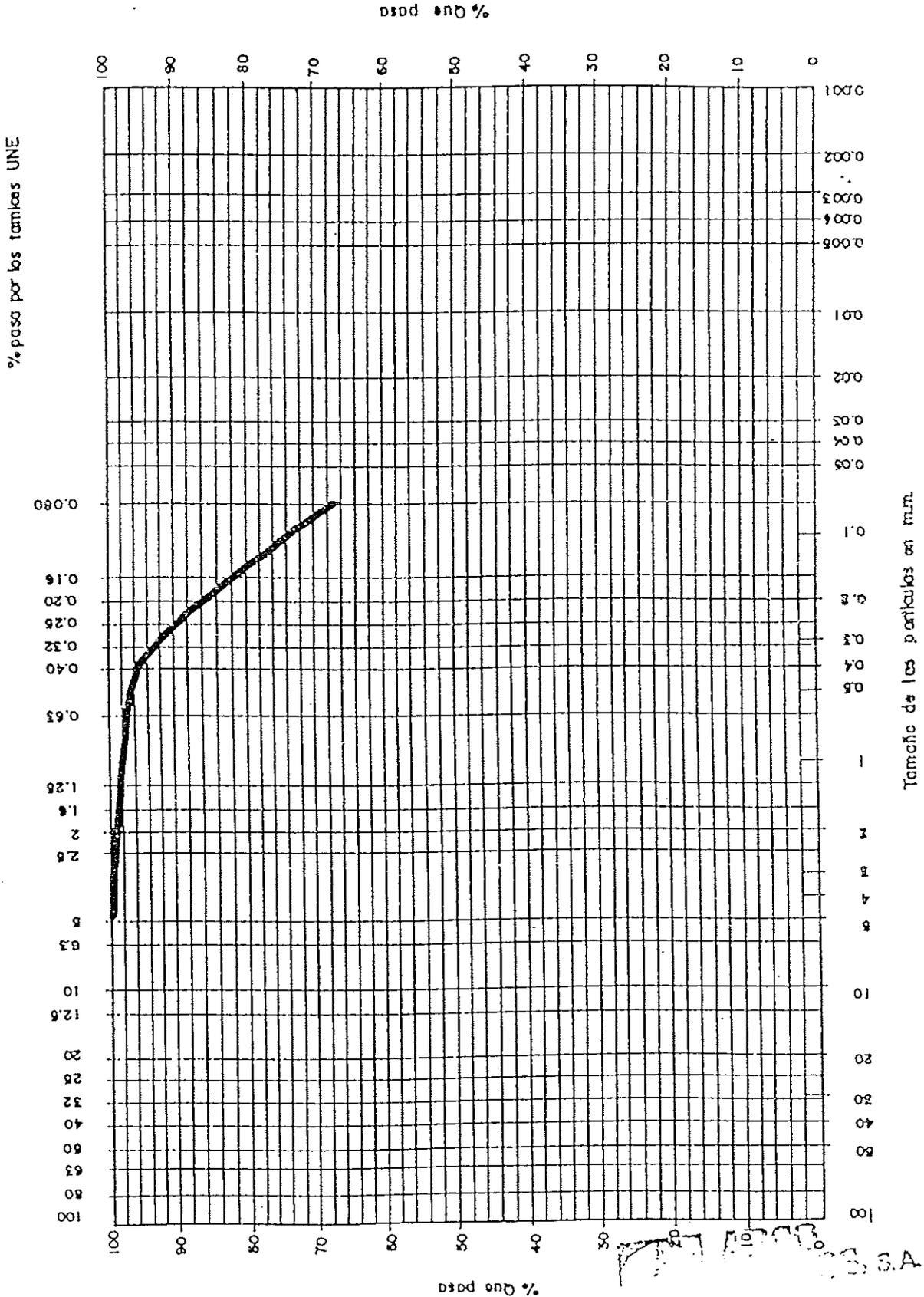


**ARCO  
TECNOS, S.A.**

Arquitectos de Control y Tecnología S.A.

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-GRAFICO**

TRABAJO N° OMICRON DENOMINACION DEPURADORA HUESCA MUESTRA N° 1



ARCO TECNOS, S.A.  
C/la Guadiana, 2-4  
50003 ZARAGOZA  
Tel. (974) 24 48 29  
22000 HUESCA

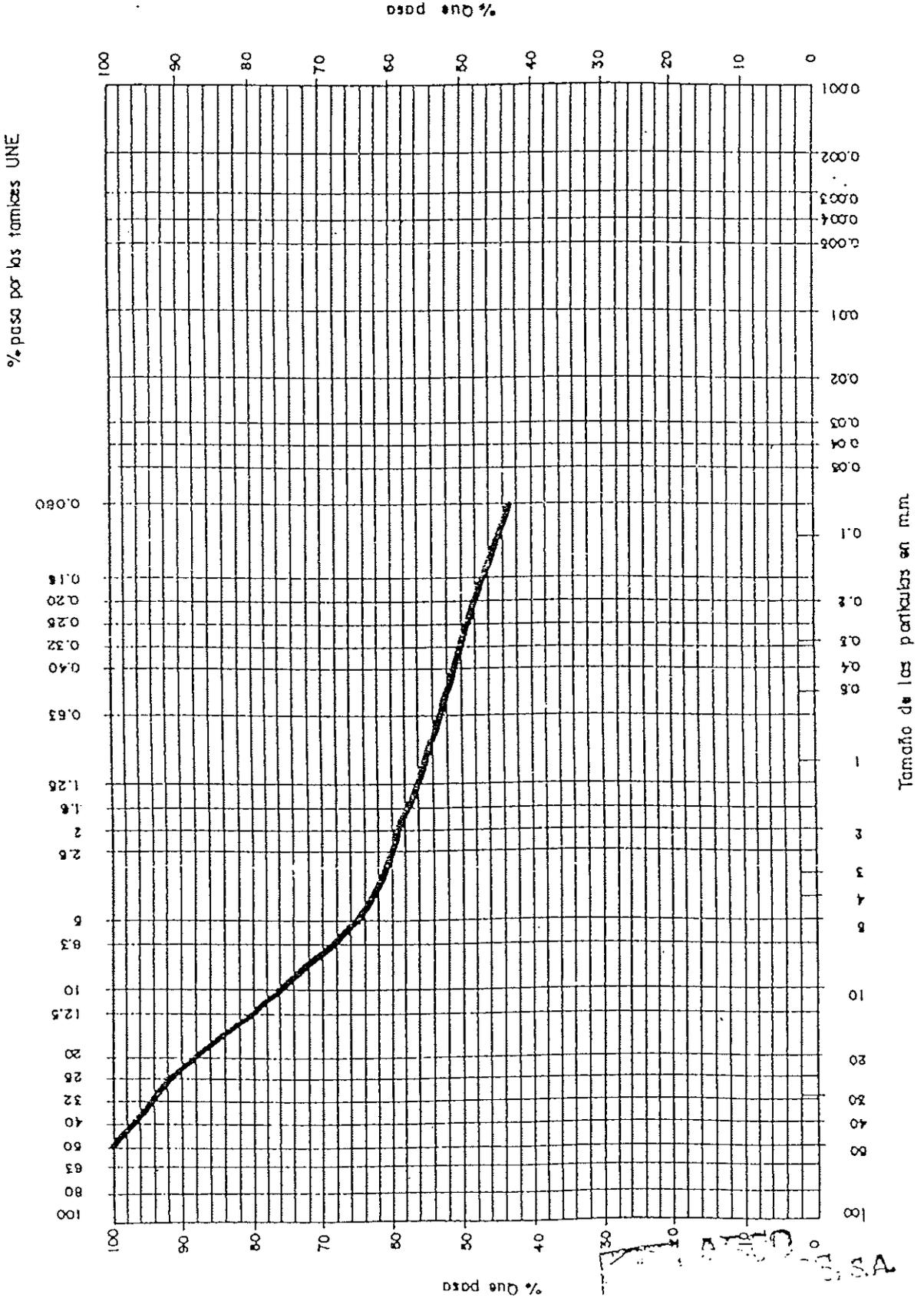


ARCO  
TECNOS, S.A.

Aragonesa de Control y Tecnología S.A.

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-GRAFICO

TRABAJO N° \_\_\_\_\_ DENOMINACION \_\_\_\_\_ DEPURADORA HUESCA MUESTRA N° 2



ARCO TECNOS, S.A.  
C/ San Juan, 20 - 50005 HUESCA (ZARAGOZA)



**ARCO  
TECNOS, S.A.**  
Aragonesa de Control y Tecnología S.A.

INFORME REF. Z-371-93  
SONDEOS  
DEPURADORA (HUESCA)

PETICIONARIO: AMEPRO ( AMERICANA DE  
PROYECTOS S.A )



## ÍNDICE

- 1.- ANTECEDENTES
- 2.- MARCO GEOLÓGICO
- 3.- SISMICIDAD
- 4.- TRABAJOS REALIZADOS
  - 4.1 - TRABAJOS DE CAMPO
    - 4.1.1.- Sondeos
    - 4.1.2.- Ensayo estándar de penetración (S.P.T.)
  - 4.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO
- 5.-HIDROGEOLOGIA

### ANEJOS

- I.- Ensayos de laboratorio
- II- Plano de situación
- III.- Columnas litológicas
- IV.- Fotografías



## 1.- ANTECEDENTES

D. Manuel J. Pertejo, en representación de AMEPRO (AMERICANA DE PROYECTOS S.A.), nos encarga la realización de tres sondeos mecánicos a rotación con extracción de testigo continuo hasta la cota de 9.00 m., y en la ubicación que se nos adjunta.

En la parcela situada en la carretera Huesca, está previsto construir una depuradora .

## 2.- MARCO GEOLÓGICO

La zona objeto de estudio se encuentra enmarcada geológicamente en la Hoja nº32 del Instituto Geológico y Minero de España correspondiente a Huesca.

Se pueden diferenciar las siguientes unidades geológicas:

-Cobertera Axial, que se extiende en el sector Nordoriental de la Hoja, y que se encuentra constituido por materiales Paleozoicos, batolitos graníticos y sus respectivas aureolas de metamorfismo.

-Cobertera mesocenoica del Pirineo Axial, la cual forma un abrupto morfológico y tectónico, constituyendo las llamadas Sierras Interiores o Sierras Marginales afectadas por mantos de corrimiento.

-Depresión media constituida por materiales Terciarios relativamente blandos y surcados por los valles de los ríos Aragón, Guara, Ara Besa etc. En ella podemos distinguir las siguientes subunidades:

1.-Zona septentrional ocupada por el Flysch.

2.-Zona del Canal de Berdún, ocupada fundamentalmente por margas Eocenas.

3.-Sinclinatorio del Guara, ocupado por el Terciario Continental, con masas importantes de conglomerados.

- Las Sierras Exteriores, conjunto montañoso constituido por la serie Mesozoica Keuper-Cretácio Superior, además de las calizas de Alveolinas y margas Eocenas.

- Depresión Terciaria del Ebro; situada en la parte más meridional de la hoja, y que se encuentra constituida por un terciario

Continental (Oligoceno y Mioceno), con una litología predominantemente de carácter margoso con intercalaciones de areniscas litificadas.

### 3.- SISMICIDAD

Se han analizado globalmente las características sismorresistentes de la zona. Siguiendo las especificaciones establecidas en la Norma Sismorresistente PDS-1-74 Parte A, Huesca se encuentra entre las isosistas VIII y IX según la escala M.S.K., lo que se corresponde con la Zona tercera (intensidad media), lo cual implica que pueden esperarse fenómenos sísmicos cuyos efectos perjudiquen a las construcciones.

Por lo tanto, en los cálculos de las acciones de proyecto, deberán observarse las indicaciones de la Norma, especialmente en lo referido a los capítulos V (apartado 5.6.) y VI (apartado 6.2.2.), teniendo en cuenta las recomendaciones y coeficientes indicativos dados por la misma.

### 4.- TRABAJOS REALIZADOS

#### 4.1.- TRABAJOS DE CAMPO

Se han llevado a cabo 3 sondeos mecánicos de reconocimineto, con extracción de testigo continuo y los correspondientes ensayos "in situ" (S.P.T.).

##### 4.1.1.- Sondeos

Los sondeos se realizaron durante los días 22-23 y 24 de Marzo de 1993.

Para la realización de los sondeos se empleó una máquina de rotación, montada sobre camión, utilizándose un diámetro máximo de perforación de 110 mm. La extracción de las muestras se llevó a cabo mediante tomamuestras de 85 mm de diámetro.

El testigo recuperado, así como las muestras inalteradas, fueron colocadas en cajas de cartón parafinadas que, debidamente



organizadas, fueron trasladadas al laboratorio, para ser examinadas por personal técnico .

Las longitudes perforadas fueron las siguientes:

<u>Sondeo N°</u>	<u>Perforación (m)</u>
1	9.00 m.
2	9.00 m.
3	9.30 m.
<u>TOTAL INVESTIGADO</u>	<u>27.30 m.</u>

En base a la testificación del material recuperado, se han elaborado los perfiles litológicos adjuntos en el ANEJO-III de la presente memoria, y que se resumen a continuación:

Sondeo-1

De 0.00 a 1.80 m.- Tierra vegetal

De 1.80 a 2.00 m.-Arcillas

De 2.00 a 3.00 m.-Gravas con matriz arcillosa

De 3.00 a 4.00 m.-Arcillas margosas

De 4.00 a 9.00 m.- Estrato margoso constituido por margas en ocasiones litificadas con alguna intercalación de arenisca compacta.

Sondeo-2

De 0.00 a 1.50 m.- Tierra vegetal

De 1.50 a 1.80 m.- Arenas sueltas

De 1.80 a 3.40 m.- Arcillas

De 3.40 a 5.0 m.- Gravas con abundante matriz arcillosa

De 5.0 a 9.00 m.-Sustrato margoso constituido por margas en ocasiones litificadas y con alguna intercalación de areniscas compactas.

### Sondeo-3

De 0.00 a 1.90 m.- Tierra vegetal

De 1.90 a 3.60 m.- Arcillas

De 3.60 a 4.10 m.-Gravas con matriz arcillosa

De 4.10 a 4.60 m.- Arcillas margosas

De 4.60 a 9.30 m.-Sustrato margoso constituido por margas en ocasiones litificadas y con alguna intercalación de areniscas compactas.

### 4.1.2.- Ensayo estándar de penetración (S.P.T.)

Dentro de los trabajos llevados a cabo durante la ejecución de los sondeos, se han realizado los correspondientes S.P.T., con el objeto de conocer la resistencia, así como la mayor o menor densidad de los diferentes estratos atravesados.

#### Definición del ensayo

El ensayo estándar de penetración (S.P.T.) viene definido por el número de golpes necesarios para hincar 30 cm un tubo tomamuestras normalizado, mediante una maza de 63.5 kg de peso, que cae desde una altura de 75 cm.

Cuando el terreno es arenoso-limoso, se utiliza la cuchara de Terzaghi y Peck (normalizado), de 2 pulgadas de diámetro exterior y 1 1/3 pulgadas de diámetro interior, mientras que para gravas se utiliza la puntaza cónica, cerrada en punta, de 2 pulgadas de diámetro y 60° de ángulo en punta.

#### Método operativo

Cuando la ejecución del sondeo llega a la cota en la que se desea llevar a cabo el ensayo, se detiene la perforación y se limpia el sondeo. Entonces se marcan 60 cm en el varillaje, divididos en grupos de 15 cm, contándose los golpes precisos para hincar los 30 cm centrales ( $N_{30}$ ).

Se considera que se ha obtenido rechazo cuando, al dar 50 golpes, el tomamuestras penetra menos de 5 cm, o bien cuando, después de dar 100 golpes, no se han introducido la totalidad de los 30 cm.

#### Resultados obtenidos

Sondeo	S.P.T.	Prof.	Nº de golpes	N <sub>30</sub>	(N'30)
Nº	Nº	(m)			
1	1	2.40	36-44-25-14	69	42
	2	9.00	100-R		
2	1	1.65	4-7-10-18	17	
	2	3.40	30-13-72-100	85	50
3	1	2.50	8-21-24-22	45	

#### 4.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

En base a los perfiles del terreno, obtenidos de la testificación del material extraído de los sondeos, se seleccionaron una serie de muestras, representativas de los diferentes tipos de terreno reconocidos, para proceder a su clasificación y caracterización geomecánica. Tanto los ensayos realizados, como los resultados de ellos obtenidos, pueden consultarse al final de la presente memoria.

Los ensayos llevados a cabo han sido ejecutados según la siguiente normativa:

- Determinación de los Límites de Atterberg, según las Normas NLT- 105 y NLT-106.
- Roturas a compresión simple según NLT-202

#### Resultados obtenidos

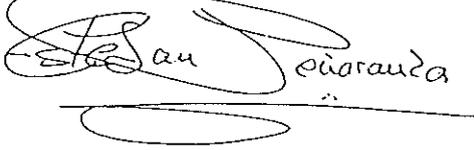
##### Compresión simple

<u>Sondeo</u>	<u>Profundidad</u>	<u>Humedad</u>	<u>Densidad</u>	<u>Resist.</u>
	<u>(m.)</u>	<u>%</u>	<u>gr/cm<sup>3</sup></u>	<u>Kg/cm<sup>2</sup></u>
1	5.00-5.20	9.2	2.16	8.84
2	5.60-6.00	15.1	1.94	7.57
3	5.20-5.40	11.9	1.99	10.1
3	7.50-7.80	12.7	2.09	11.1

## 5.- HIDROGEOLOGÍA

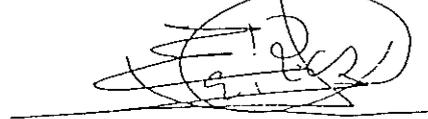
Durante la fase de perforación de los sondeos, se ha reconocido el nivel freático en todos ellos, a una profundidad comprendida entre los 3.0 y 3.40 m. con respecto a la cota de inicio de los sondeos, produciéndose una posterior recuperación del mismo llegando a alcanzar la de 1.00 bajo la boca del sondeo.

D. Esteban Peñaranda de Agueda



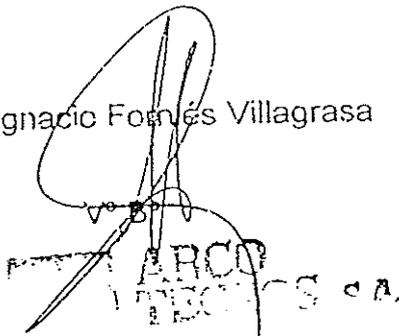
Geólogo

D. Enrique de la Rosa Ledesma



Arquitecto Técnico

D. Ignacio Fornés Villagrasa



Zaragoza, 29 de Marzo de 1993

ARCO TECNOS S.A.  
Rég. Merc. 152.24 (975) 1  
Cardus. 9 (974) 24.22

### ANEJOS

- I.- Ensayos de laboratorio
- II.- Plano de situación
- III.- Columnas litológicas
- V.- Fotografías



ARCO  
TECNOS, S.A.  
Aragonesa de Control y Tecnología S.A.

ANEJO-I

Ensayos de Laboratorio



ARCO  
TECNOS, S.A.

Aragonesa de Control y Tecnología S.A

DEPURADORA (HUESCA)  
SONDEO 1; COTA (1,80 m.)

LIMITES DE ATTERBERG	LL	46,8%
	LP	20,1%
	IP	26
IDENTIFICACION	Indice de grupo IG	_____
	Clasificación Casagrande	CL
	HRB	_____

CARBONATOS \_\_\_\_\_

SULFATOS \_\_\_\_\_

CLORUROS \_\_\_\_\_

MATERIA ORGANICA \_\_\_\_\_

Descripción del material Arcillas inorgánicas de plasticidad media

SONDEO 2; COTA (2,00 m.)

LIMITES DE ATTERBERG	LL	46,8%
	LP	20,1%
	IP	26,1
IDENTIFICACION	Indice de grupo IG	_____
	Clasificación Casagrande	Cl
	HRB	_____

CARBONATOS \_\_\_\_\_

SULFATOS \_\_\_\_\_

CLORUROS \_\_\_\_\_

MATERIA ORGANICA \_\_\_\_\_

Descripción del material Arcillas inorgánicas de plasticidad media



DEPURADORA (HUESCA)

SONDEO 3; COTA (2,40 m.)

LIMITES DE ATTERBERG	LL	46,8%
	LP	20,2%
	IP	26,6%
IDENTIFICACION	Indice de grupo IG	_____
	Clasificación Casagrande	CL _____
	HRB	_____

CARBONATOS \_\_\_\_\_

SULFATOS \_\_\_\_\_

CLORUROS \_\_\_\_\_

MATERIA ORGANICA \_\_\_\_\_

Descripción del material Arcillas inorgánicas de plasticidad media

LIMITES DE ATTERBERG:	LL	_____
	LP	_____
	IP	_____
IDENTIFICACION	Indice de grupo IG	_____
	Clasificación Casagrande	_____
	HRB	_____

CARBONATOS \_\_\_\_\_

SULFATOS \_\_\_\_\_

CLORUROS \_\_\_\_\_

MATERIA ORGANICA \_\_\_\_\_

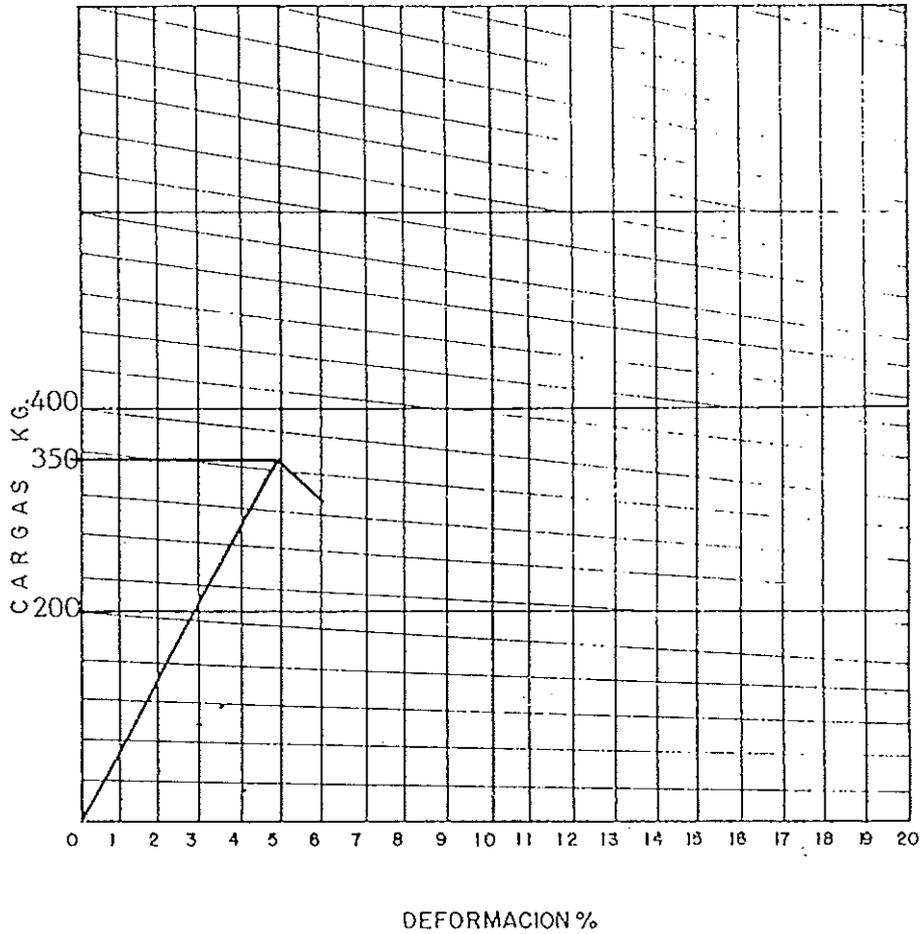
Descripción del material \_\_\_\_\_

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA DEPURADORA (HUESCA)  
SONDEO 1; COTA (5,00-5,20 m.)

PROBETA	DIAMETRO cm.	ALTURA cm.	HUMEDAD %	DENSIDAD seco	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>
INALTERADA					
TESTIGO	7,1	15	9,2	2,16	8,84

### CURVA DE ROTURA



FORMA DE ROTURA : INALTERADA



REMOLDEADA



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



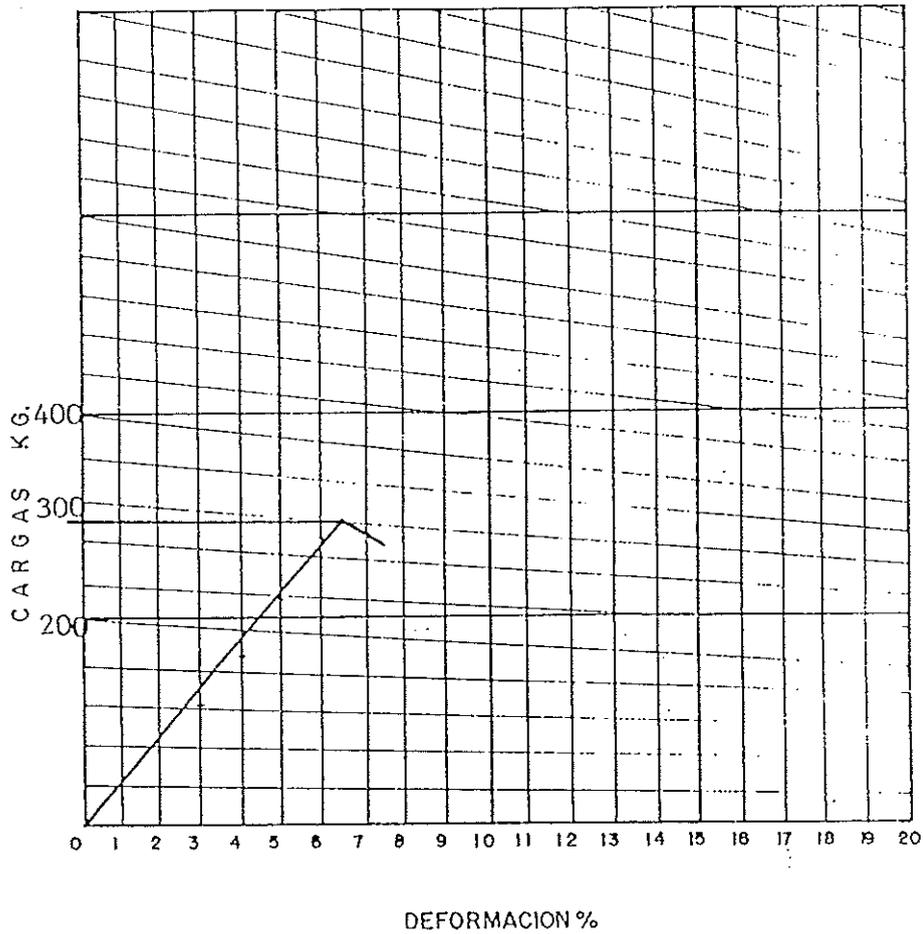
## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA DEPURADORA (HUESCA)

SONDEO 2; COTA (5,60-6,00 m.)

PROBETA	DIAMETRO cm.	ALTURA cm.	HUMEDAD %	DENSIDAD seca	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>
INALTERADA	7,1	15	15,1	1,94	7,57

### CURVA DE ROTURA



FORMA DE ROTURA : INALTERADA



REMOLDEADA



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



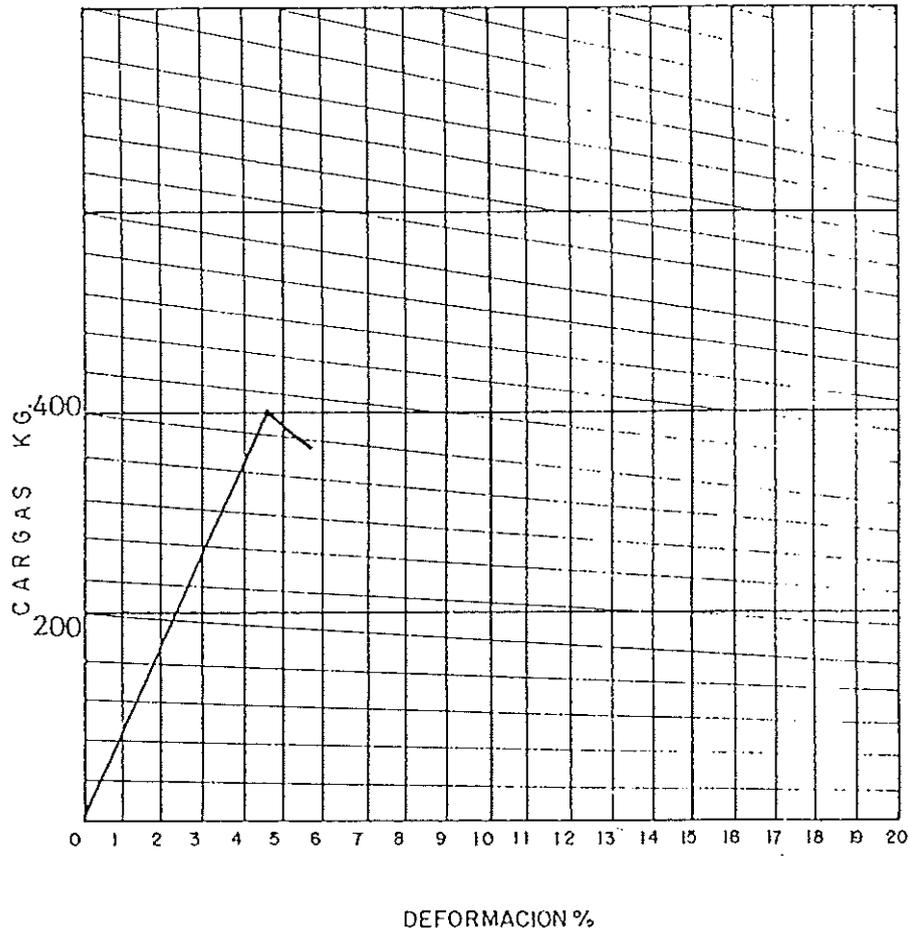
## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA DEPURADORA (HUESCA)

SONDEO 3 COTA (5,20-5,40 m.)

PROBETA	DIAMETRO cm.	ALTURA cm.	HUMEDAD %	DENSIDAD seco	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>
INALTERADA	7,1	15	11,9	1,99	10,1

### CURVA DE ROTURA



FORMA DE ROTURA : INALTERADA



REMOLDEADA



OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

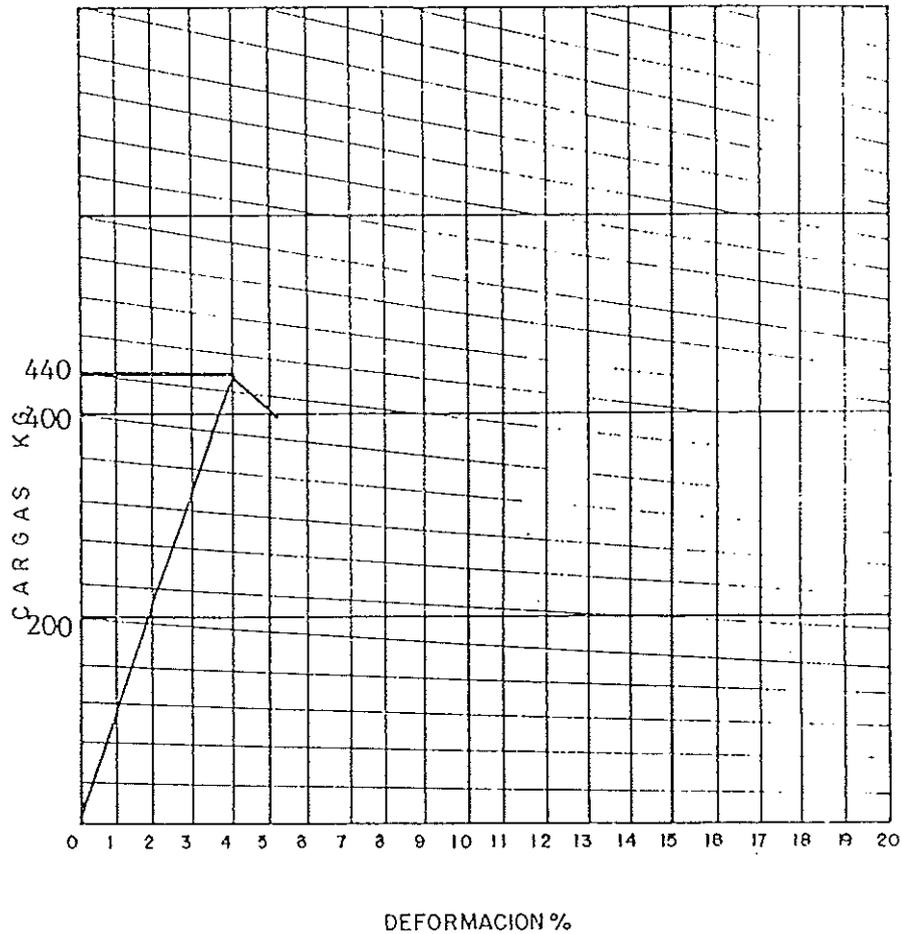


## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA DEPURADORA (HUESCA)  
SONDEO 3; COTA (7,50-7,80 m)

PROBETA	DIAMETRO cm.	ALTURA cm.	HUMEDAD %	DENSIDAD seca	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>
INALTERADA	7,1	15	12,7	2,09	11,1

### CURVA DE ROTURA



FORMA DE ROTURA : INALTERADA



REMOLDEADA



Escala: 1 cm = 10 mm

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_



ARCO  
TECNOS, S.A.

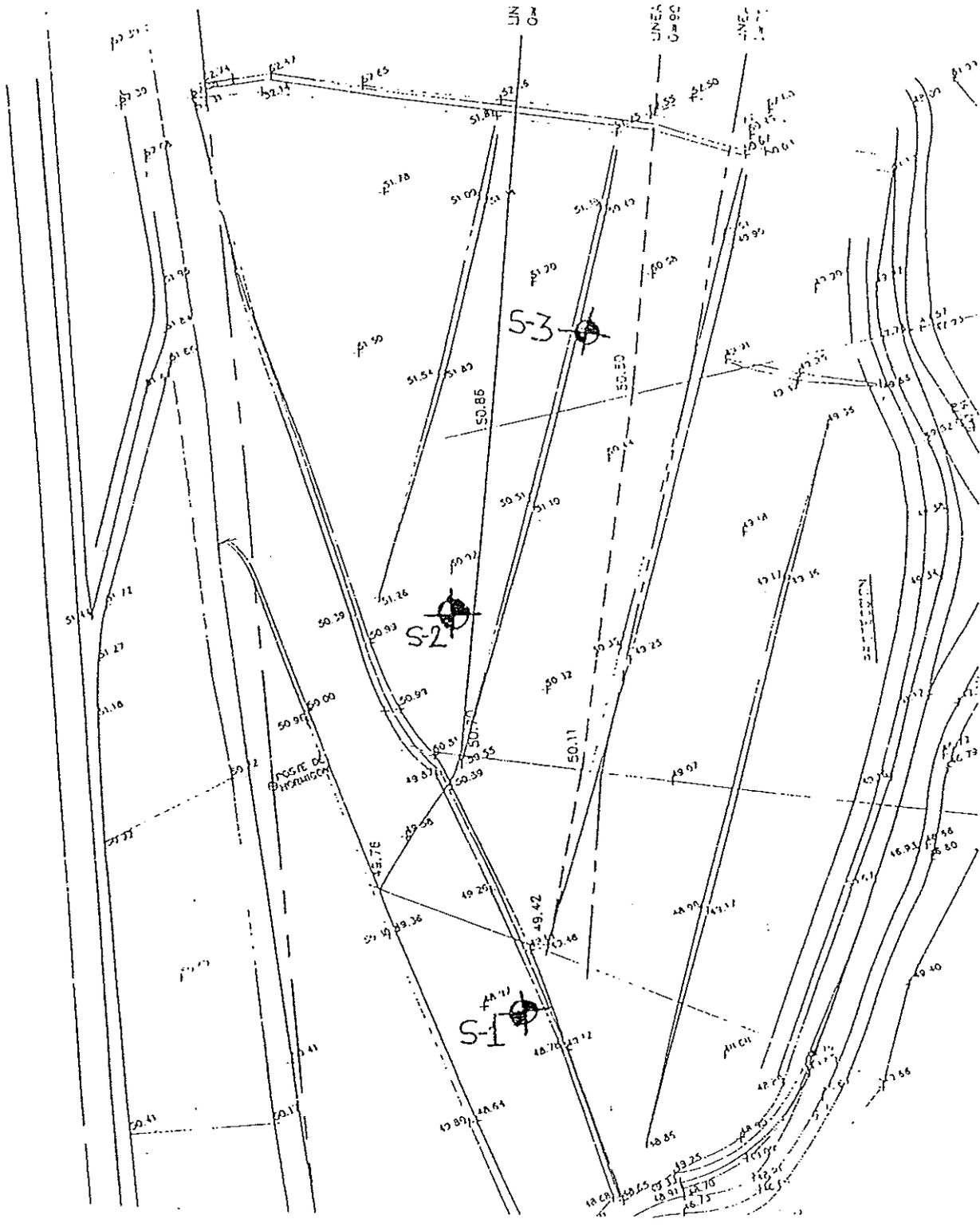
Aragonesa de Control y Tecnología S.A.

ANEJO-II

Plano de situación



# PLANO DE SITUACION





ARCO  
TECNOS, S.A.  
Agrupada de Control y Tecnología S.A

ANEJO-III

Columnas litológicas



<b>GRÁFICO DE SONDEO</b>	<b>REFERENCIA: Z-371-93</b>	<b>FECHA: 22-3-93</b>
<b>SONDEO Nº: 1</b>	<b>TRABAJO: Depuradora (Huesca)</b>	
<b>COTA: De 0.00 a 9.00 m.</b>	<b>PETICIONARIO: AMEPRO</b>	

Profund. (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	S.P.T. N30=N15+N15
1			Rellenos y tierra vegetal		
2			Arcillas		
3			Gravas con matriz arcillosa	NF	69=44+25
4			Arcillas margosas		
4			Margas		
4			Arenisca compacta		
5			Margas		
6			Arcilla margosa		
7			Margas en ocasiones litificadas		
8					
9					100-R

ARCO

S.A.



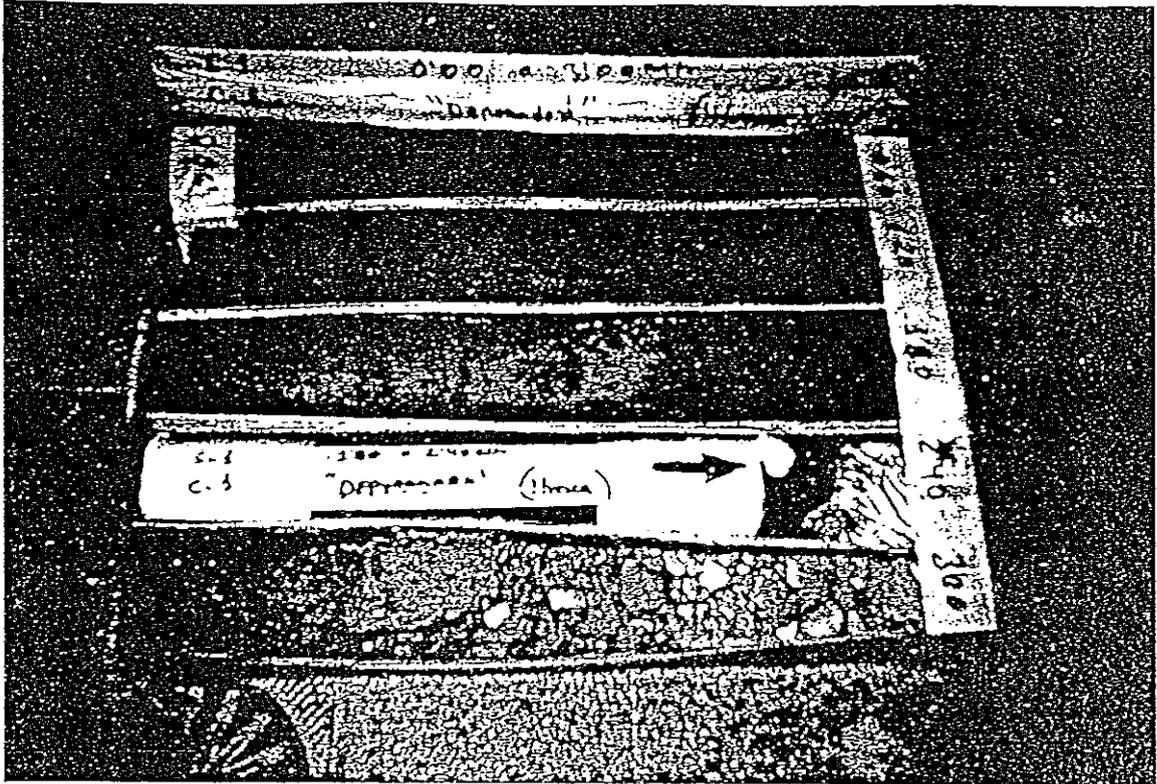
<b>GRÁFICO DE SONDEO</b>	<b>REFERENCIA: z-371-93</b>	<b>FECHA: 24-3-93</b>
<b>SONDEO Nº: 3</b>	<b>TRABAJO: Depuradora (Huesca)</b>	
<b>COTA: De 0.00 a 9.30 m.</b>	<b>PETICIONARIO: AMEPRO</b>	

Profund. (m)	Espesor (m)	Columna litológica	Descripción de materiales	Nivel freático	S.P.T. N30=N15+N15
1			Tierra vegetal arcillosa con algun nivel arcilloso limoso		
2			Arcillas marrones		45=21+24
3			Arcillas margosas		
4			Gravas con matriz arcillosa		
5			Arcillas margosas		
6			Sustrato margoso constituido por margas en ocasiones litificadas y con alguna intercalación de areniscas compactas		
7					
8					
9					
10					

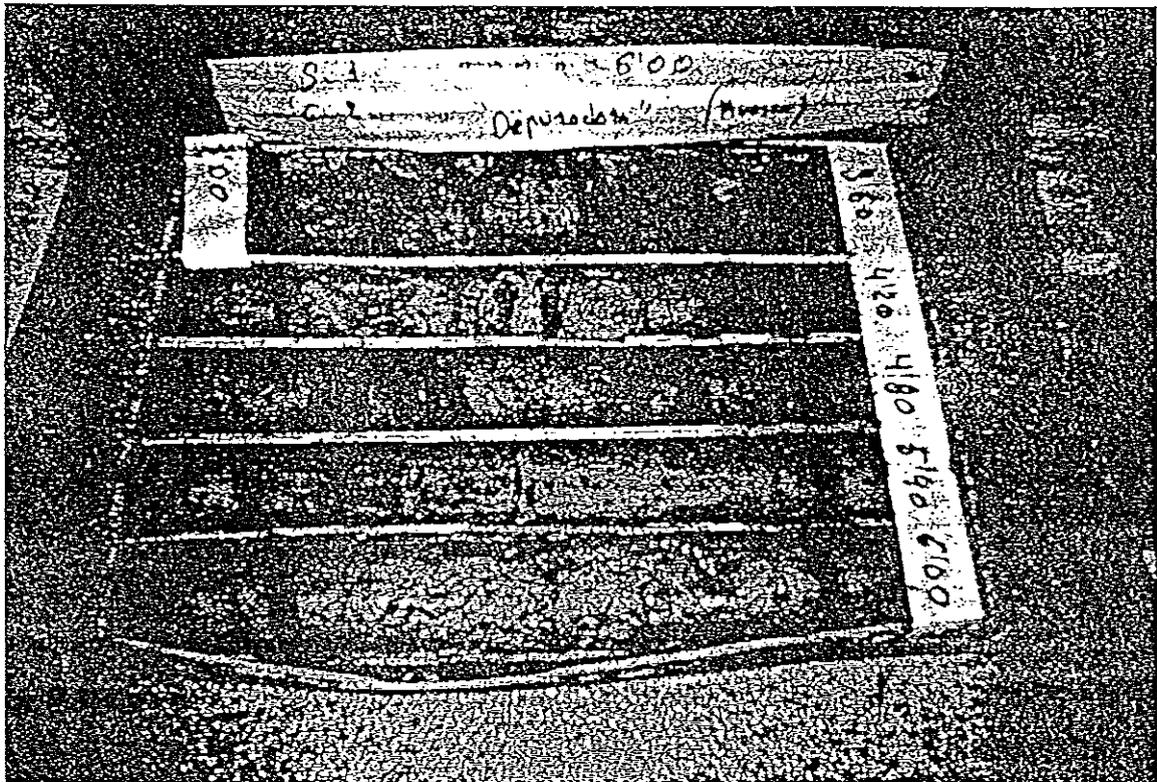


ARCO  
TECNOS, S.A.

Agrupación de Control y Tecnología S.A.



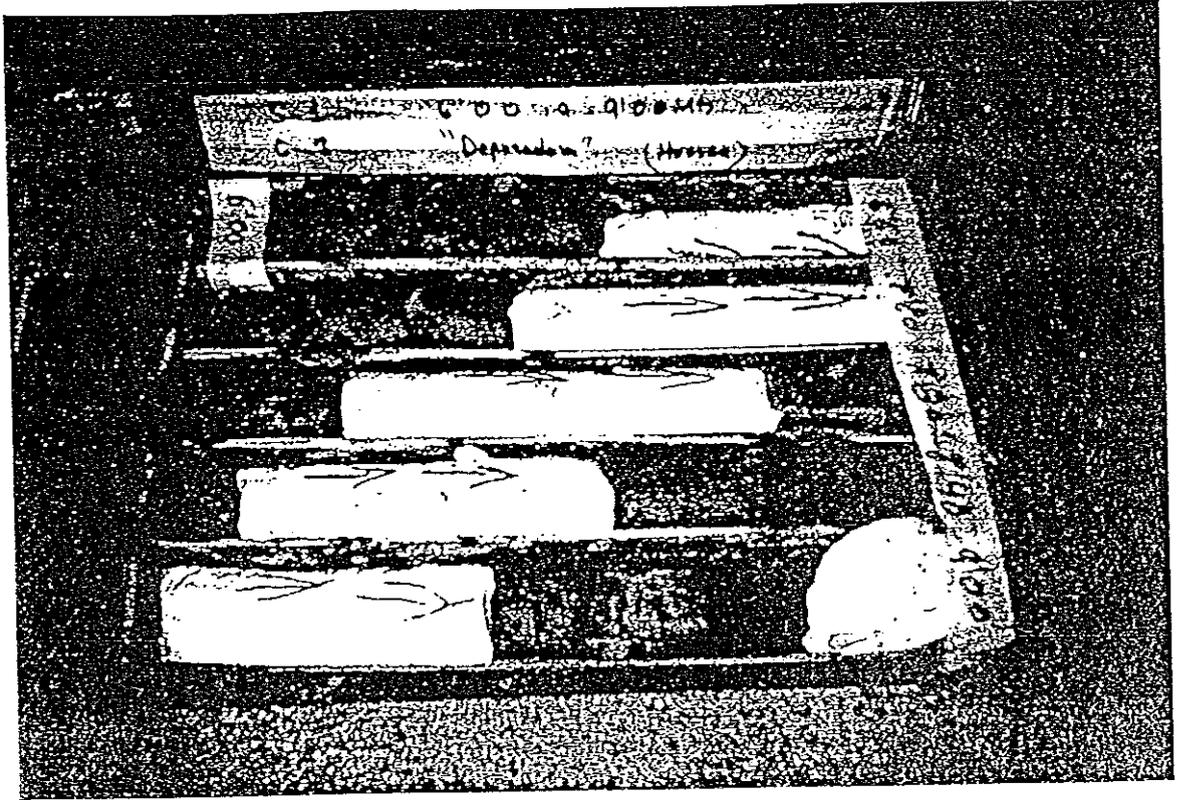
SONDEO 1 CAJA 1



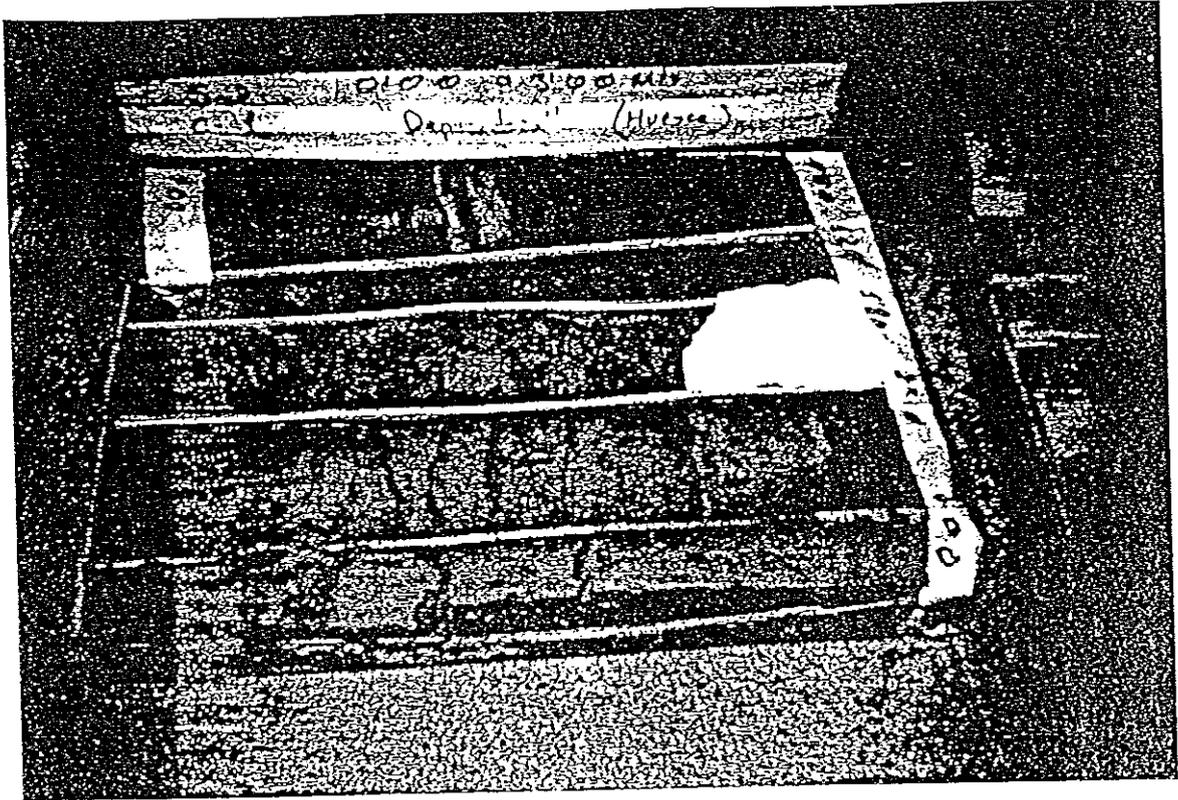
SONDEO 1 CAJA 2



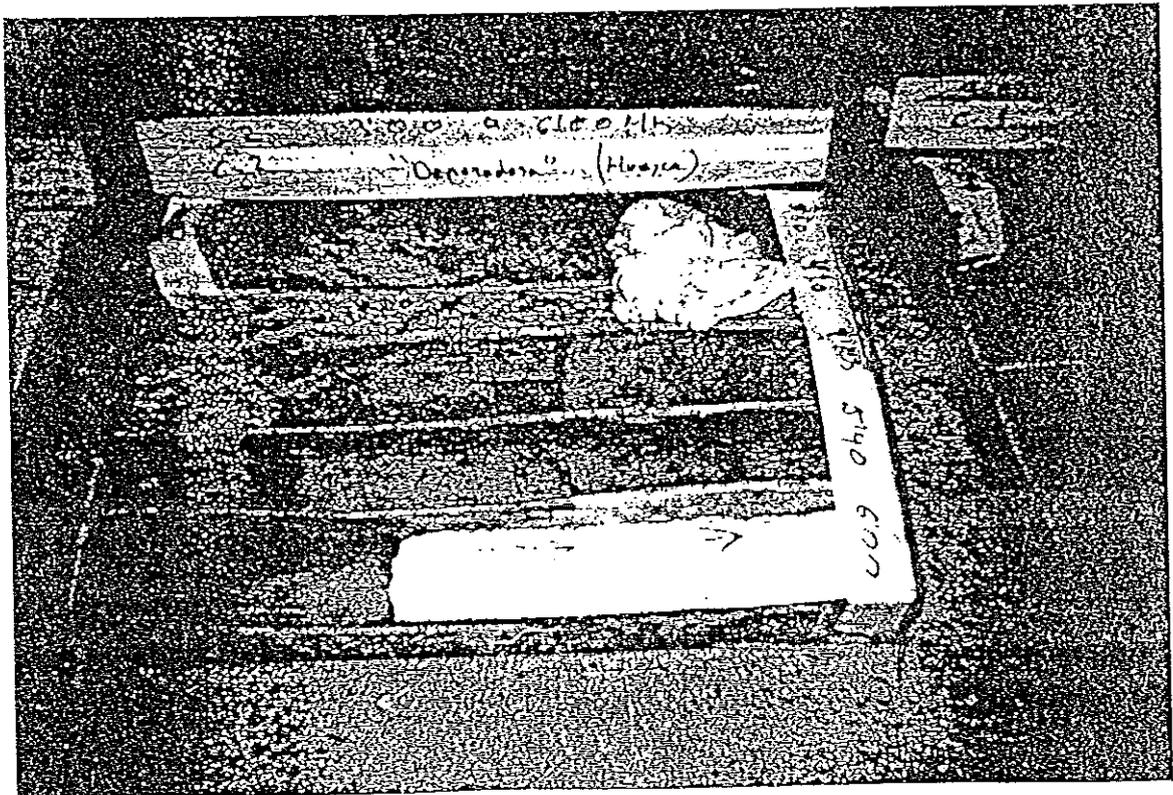
ARCO  
TECNOS, S.A.  
Avanzada de Control y Tecnología S.A.



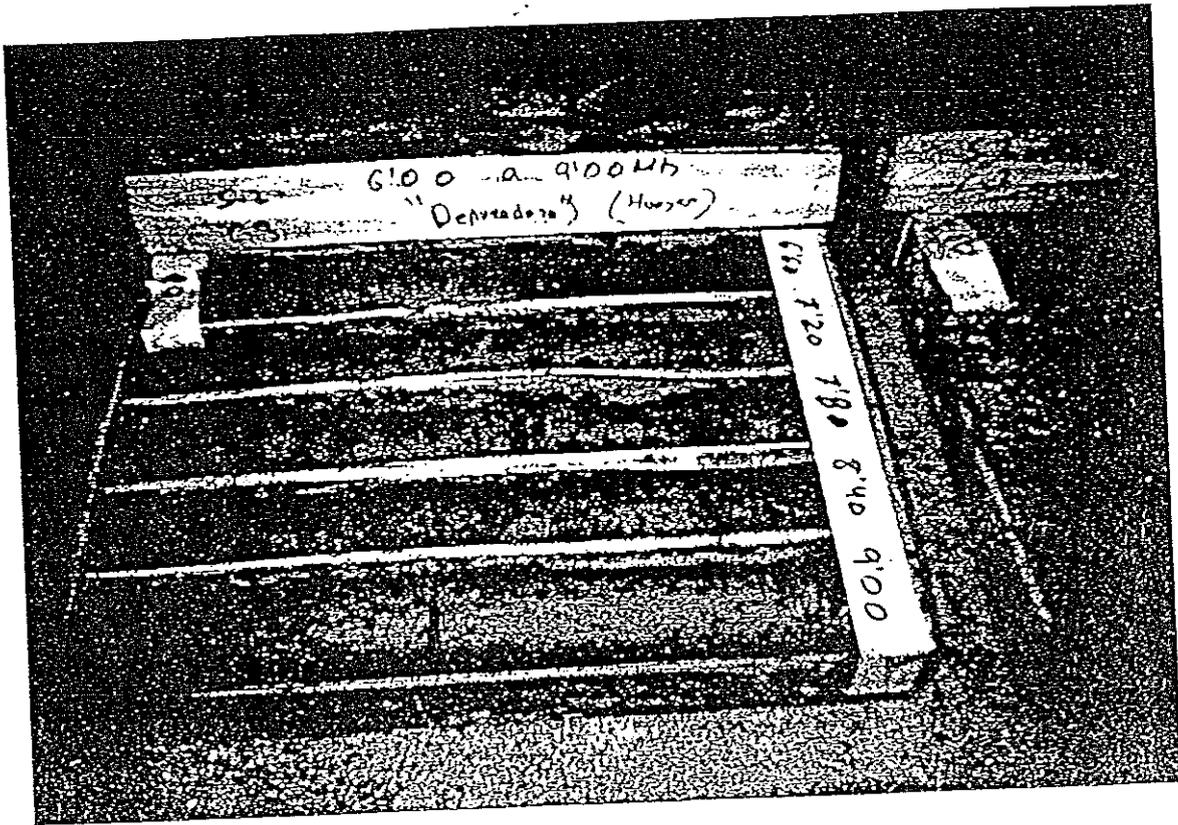
SONDEO 1 CAJA 3



SONDEO 2 CAJA 1



SONDEO 2 CAJA 2

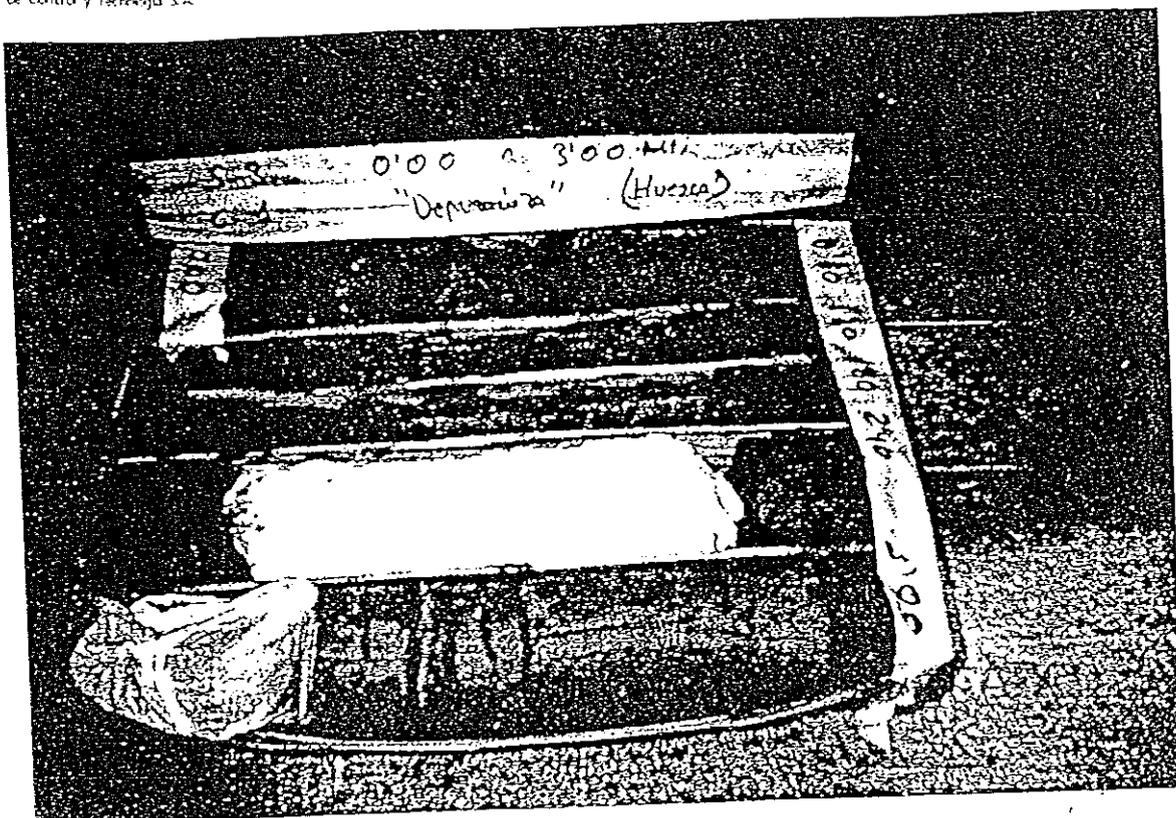


SONDEO 2 CAJA 3

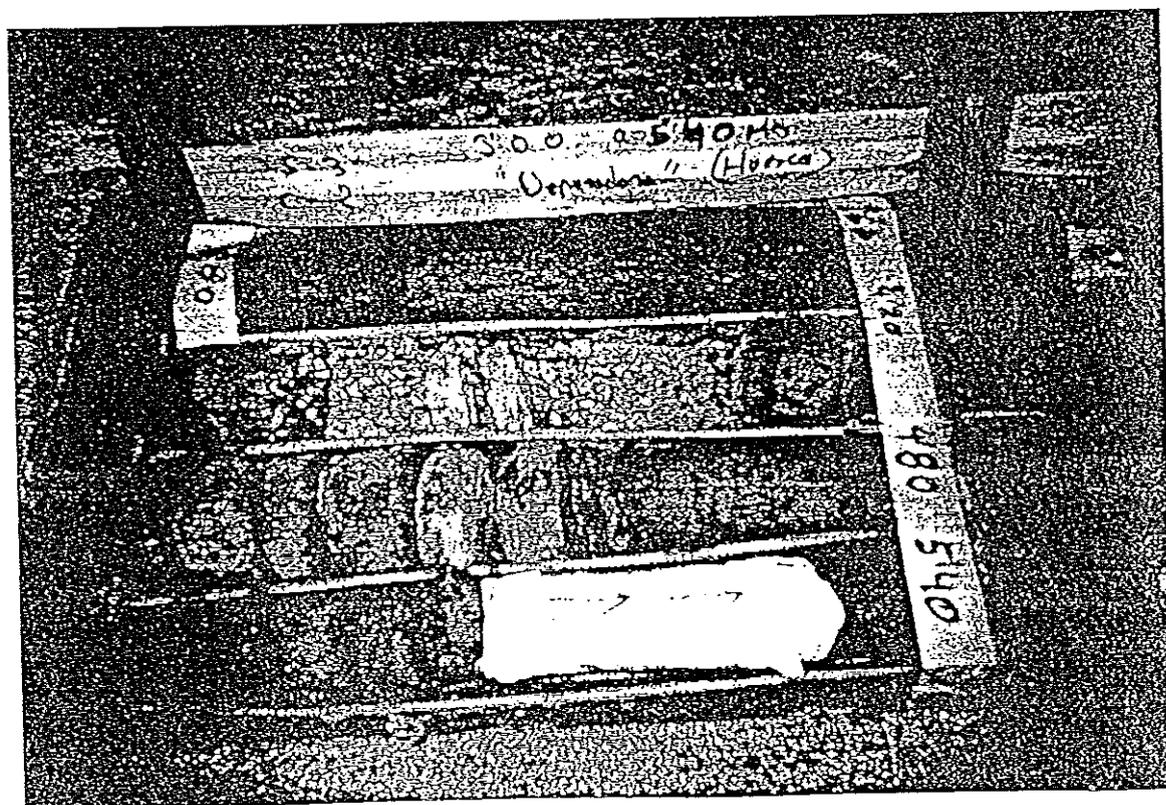


ARCO  
TECNOS, S.A.

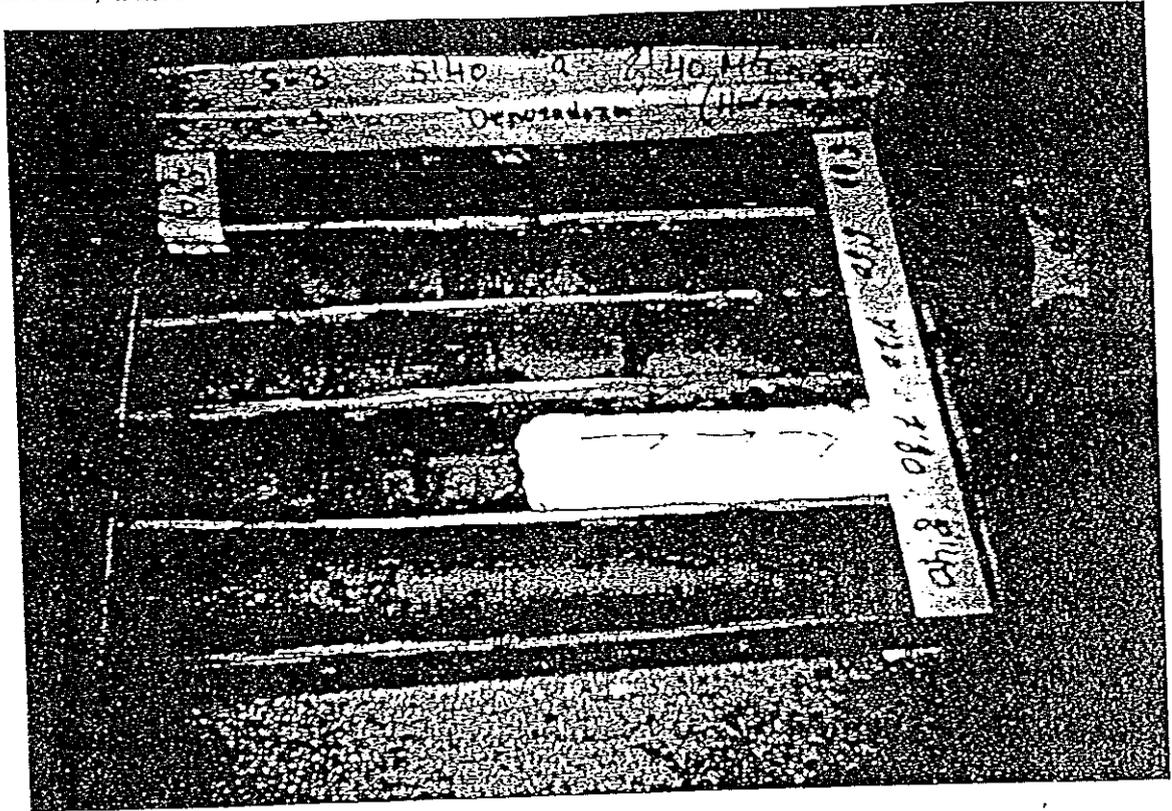
Aragonesa de Control y Tecnología S.A.



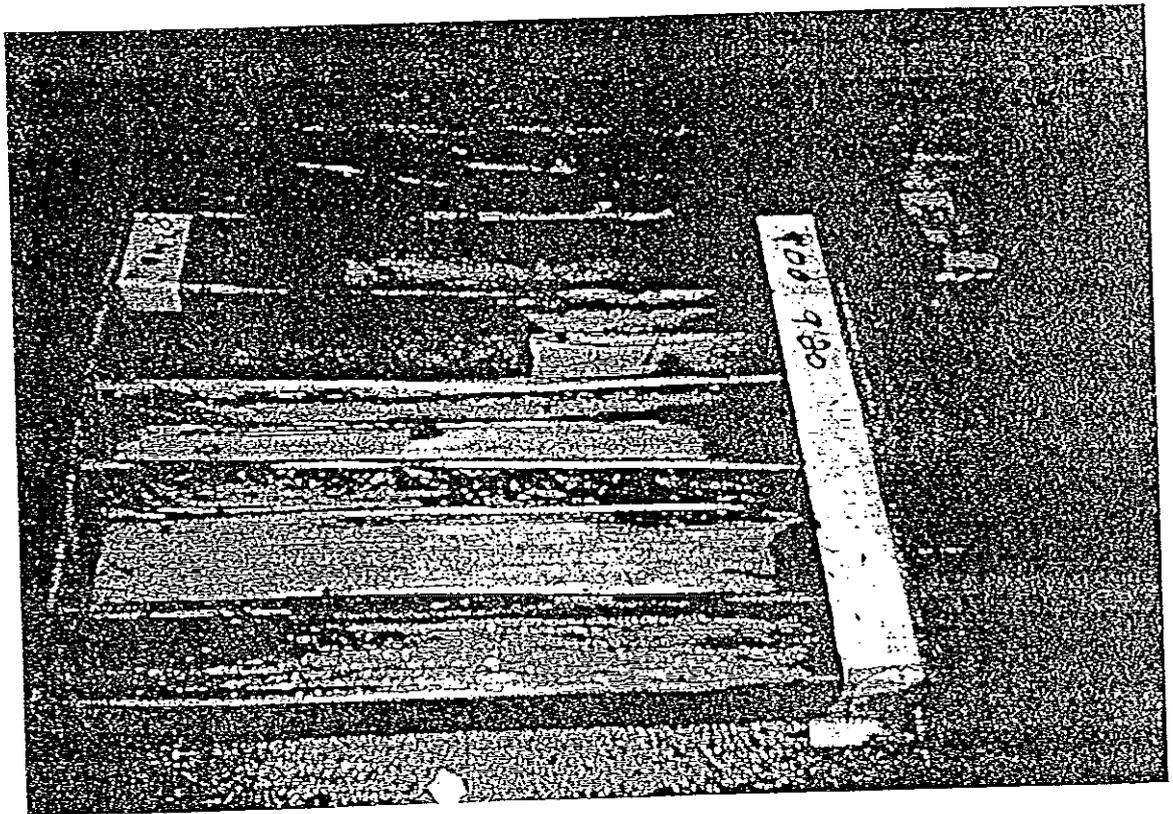
SONDEO 3 CAJA 1



SONDEO 3 CAJA 2



SONDEO 3 CAJA 3



SONDEO 3 CAJA 4

**ANEJO Nº 4**

---

**ESTUDIO DE INUNDACIONES Y MAXIMAS AVENIDAS  
DEL RIO ISUELA**

---

## ANEJO Nº 4.- ESTUDIO DE INUNDACIONES Y MAXIMAS AVENIDAS DEL RIO ISUELA

### 1.- CAUDALES DE CALCULO

En el año 1.988 la Dirección General de Obras Hidráulicas de la Diputación General de Aragón, a fin de dimensionar las zonas de encauzamiento del río Isuela a su paso por la ciudad de Huesca, realizó un estudio hidrológico para estimar los caudales de avenida de dicho río.

De la aplicación del método hidrométrico de las curvas isócronas a la cuenca del río Isuela, resultarán como caudales de punta de las avenidas con periodo de retorno de 100 y 500 años, respectivamente, los siguientes: 116 m<sup>3</sup>/s y 144 m<sup>3</sup>/s.

Dada la proximidad de nuestra zona respecto a la estudiada, tomamos dichos caudales para nuestro cálculo, considerando despreciable el error cometido.

### 2.- ESTUDIO HIDRAULICO

En el cálculo se ha utilizado el programa de ordenador HEC-2 del Hydrologic Engineering Center para el cálculo de las curvas de remanso.

El programa integra por diferencias finitas las ecuaciones del movimiento del fluido cada dos secciones consecutivas, permitiendo introducir cualquier tipo de sección mediante coordenadas de los puntos de su contorno.

Para evaluar las pérdidas de carga se emplea la fórmula de Manning.

El programa permite diversas salidas, pudiéndose acceder a un gran número de variables y gráficos para cada sección. Sin embargo estas salidas son difíciles de asimilar por el usuario debido a la enorme cantidad de resultados suministrados, y por tanto hemos seleccionado una salida más asequible, en la que se incluyen para cada sección las siguientes variables:

SECNO	=	Nº de sección
XCLH	=	Distancia de perfil anterior (m)
CWSEL	=	Cotas superficie del agua
DEPTH	=	Calado (m)
EG	=	Cota línea de energía
10 x Ks	=	Pendiente línea de energía (‰)
VCH	=	Velocidad (m/seg)
Q	=	Caudal (m <sup>3</sup> /seg)

De los listados adjuntos se deduce que la cota máxima del agua en la zona de ubicación de la parcela oscila entre las cotas 49,55 y 50,40 para el periodo de retorno de 100 años.



THIS RUN EXECUTED 2/16/93 18:11:52

\*\*\*\*\*  
 HEC2 RELEASE DATED SEP 88 UPDATED APR 1989

ERROR CORR - 01,02  
 MODIFICATION -

T1 CALCULO HIDRAULICO DEL RIO ISUELA  
 T2 AVENIDA DE LOS 100 AOS  
 T3 CAUDAL Q=116;REGIMEN LENTO

J1	ICHECK	INQ	HINV	IDIR	STRT	METRIC	HVING	Q	W	WSEL	FO
	0	0	0	0	.001	1	0	116	990.13		

J2	HPROF	IPLOT	PRFVS	XSECV	XSECH	FN	ALLDC	IBW	CHM	ITRACE
		1								15
J3	HPROF	IPLOT	PRFVS	XSECV	XSECH	FN	ALLDC	IBW	CH	

J3 VARIABLE CODES FOR SUMMARY PRINTOUT

	38	39	1	8	3	5	26	43		
HC	0.045	0.045	0.03	.10	0.3	0	0	0	0	0
X1	1	8	0	45.385	0	0	0	0	0	0
GR	991.53	0	991.308	12.276	987.683	17.307	987.183	18.007	987.735	22.845
GR	988.41	29.584	991.626	34.540	991.840	45.385				
X1	2	11	0	27.677	64	64	64	64		
GR	990.61	0	990.857	0.480	990.976	3.127	990.949	7.659	990.995	10.034
GR	988.03	14.711	987.390	16.411	988.030	19.011	989.930	22.921	990.926	26.601
GR	990.53	27.677								
X1	3	9	0	23.9	180	180	180			
GR	991.66	0	991.47	2.2	991.51	6.7	988.65	9.7	988.15	10.9
GR	988.65	13.2	991.96	20.4	992.24	22.5	991.75	23.9		

X1	4	11	0	35.5	126	126	126			
GR	992.70	0	992.14	2.7	992.22	5.9	992.39	10	989.30	14
GR	989.01	16	989.40	17.8	989.62	20.6	992.37	25.1	992.51	32.7
GR	991.71	35.5								
X1	5	7	0	29	59	59	59			
GR	993.31	0	993.23	4.7	990.45	8.9	989.85	11.1	992.59	18.2
GR	992.87	22.6	992.88	29						
X1	6	7	0	33.5	66	66	66			
GR	993.51	0	993.51	4.6	990.34	10.2	989.72	13.8	990.46	17.9
GR	993.37	23.5	993.53	33.5						
X1	7	8	0	25.1	89	89	89			
GR	993.53	0	993.37	4.7	991.02	8.5	990.52	11	990.78	13.5
GR	991.03	17.2	993.18	20.6	993.10	25.1				
X1	8	6	0	31.5	166	166	166			
GR	994.21	0	991.71	8	992.09	18	993.92	19.7	993.92	26.5
GR	995.92	31.5								
X1	9	7	0	45.65	65	65	65			
GR	994.77	0	991.71	8.2	991.71	12.2	994	15.65	994.02	21.65
GR	994.11	40.65	996.11	45.65						
X1	10	7	0	62.25	57	57	57			
GR	995.68	0	991.75	10.7	991.75	14.7	994.12	18.25	994.15	24.25
GR	994.20	57.25	996.20	62.25						
X1	11	7	0	59.05	108	108	108			
GR	995.68	0	992.68	12.49	992.68	16.49	995.02	20.05	995.02	26.05
GR	995.00	54.05	997.00	59.05						
X1	12	5	0	50	46	46	46			
GR	995.81	0	993.11	12	992.91	15	996.31	20	997.56	50

SECHNO	DEPTH	CWSEL	CRISW	WSELK	EG	HV	HL	CLOSS	BANK	ELEV
Q	QLOB	QCH	QROB	ALOB	ACH	AROB	VOL	TWA	LEFT/RIGHT	
TIME	VLOB	VCH	VROB	XNL	XNCH	XNR	WTN	ELMIN	SSTA	
SLOPE	XLOBL	XLCH	XLOBR	ITRIAL	IDC	ICONT	CORAR	TOPWID	ENDST	

\*PROF 1

CCHV= .100 CEHV= .300

\*SECHNO 1.000

3280 CROSS SECTION 1.00 EXTENDED .36 METERS

1.00	4.71	991.89	.00	990.13	992.00	.11	.00	.00	991.53
116.	0.	116.	0.	0.	79.	0.	0.	0.	991.84
.00	.00	1.47	.00	.000	.030	.0001227x	.000	987.18	.00
.001001	0.	0.	0.	0	0	7	.00	45.39	45.39

FLOW DISTRIBUTION FOR SECHNO= 1.00 CWSEL= 991.89

STA= 0. 45.

PER Q= 100.0

AREA= 79.0

VEL= 1.5

DEPTH= 1.7

\*SECHNO 2.000

3280 CROSS SECTION 2.00 EXTENDED 1.37 METERS

2.00	4.51	991.90	.00	.00	992.11	.21	.08	.03	990.61
116.	0.	116.	0.	0.	57.	0.	4.	2.	990.53
.01	.00	2.04	.00	.000	.030	.000	.000	987.39	.00
.001649	64.	64.	64.	2	0	0	.00	27.68	27.68

FLOW DISTRIBUTION FOR SECHNO= 2.00 CWSEL= 991.90

STA= 0. 28.

PER Q= 100.0

AREA= 56.9

VEL= 2.0

DEPTH= 2.1

\*SECHNO 3.000

3265 DIVIDED FLOW

SECHNO	DEPTH	CWSEL	CRIWS	WSELK	EG	HV	HL	OLOSS	BANK	ELEV
Q	QLOB	QCH	QROB	ALOB	ACH	AROB	VOL	TWA	LEFT/RIGHT	
TIME	VLOB	VCH	VROB	XHL	XNCH	XNR	WTN	ELMIN	SSTA	
SLOPE	XLOBL	XLCH	XLOBR	ITRIAL	IDC	ICONT	CORAR	TOPWID	ENDST	

3280 CROSS SECTION 3.00 EXTENDED .54 METERS

3302 WARNING: CONVEYANCE CHANGE OUTSIDE OF ACCEPTABLE RANGE, KRATIO = .57

3.00	4.05	992.20	.00	.00	992.67	.46	.48	.08	991.66
116.	0.	116.	0.	0.	38.	0.	13.	7.	991.75
.03	.00	3.02	.00	.000	.030	.000	.000	988.15	.00
.005013	180.	180.	180.	2	0	0	.00	23.52	23.90

FLOW DISTRIBUTION FOR SECHNO= 3.00 CWSEL= 992.20

STA= 0. 24.  
 PER Q= 100.0  
 AREA= 38.5  
 VEL= 3.0  
 DEPTH= 1.6

\*SECHNO 4.000  
 3280 CROSS SECTION 4.00 EXTENDED 1.20 METERS

4.00	3.89	992.90	.00	.00	993.15	.25	.47	.02	992.70
116.	0.	116.	0.	0.	52.	0.	19.	11.	991.71
.04	.00	2.21	.00	.000	.030	.000	.000	989.01	.00
.002847	126.	126.	126.	2	0	0	.00	35.50	35.50

FLOW DISTRIBUTION FOR SECHNO= 4.00 CWSEL= 992.90

STA= 0. 36.  
 PER Q= 100.0  
 AREA= 52.4  
 VEL= 2.2  
 DEPTH= 1.5

\*SECHNO 5.000  
 3280 CROSS SECTION 5.00 EXTENDED .46 METERS

3685 20 TRIALS ATTEMPTED WSEL,CWSEL  
 3693 PROBABLE MINIMUM SPECIFIC ENERGY

SECNO	DEPTH	CWSEL	CRWS	WSELK	EG	HV	HL	OLOSS	BANK	ELEV
Q	QLOB	QCH	QROB	ALOB	ACH	AROB	VOL	TWA	LEFT/RIGHT	
TIME	VLOB	VCH	VROB	XHL	XNCH	XNR	WTH	ELMIN	SSTA	
SLOPE	XLOBL	XLCH	XLOBR	ITRIAL	IDC	ICONT	CORAR	TOPWID	ENDST	

3720 CRITICAL DEPTH ASSUMED

5.00	3.49	993.34	993.34	.00	993.92	.58	.27	.10	993.31
116.	0.	116.	0.	0.	34.	0.	21.	13.	992.88
.05	.00	3.38	.00	.000	.030	.000	.000	989.85	.00
.008915	59.	59.	59.	20	10	0	.00	29.00	29.00

FLOW DISTRIBUTION FOR SECNO= 5.00 CWSEL= 993.34

STA= 0. 29.  
 PER Q= 100.0  
 AREA= 34.4  
 VEL= 3.4  
 DEPTH= 1.2

\*SECNO 6.000  
 3280 CROSS SECTION 6.00 EXTENDED .48 METERS

302 WARNING: CONVEYANCE CHANGE OUTSIDE OF ACCEPTABLE RANGE, KRATIO = 2.34

6.00	4.27	993.99	.00	.00	994.17	.18	.21	.04	993.51
116.	0.	116.	0.	0.	61.	0.	24.	15.	993.53
.06	.00	1.90	.00	.000	.030	.000	.000	989.72	.00
.001626	66.	66.	66.	2	0	0	.00	33.50	33.50

FLOW DISTRIBUTION FOR SECNO= 6.00 CWSEL= 993.99

STA= 0. 34.  
 PER Q= 100.0  
 AREA= 60.9  
 VEL= 1.9  
 DEPTH= 1.8

\*SECNO 7.000  
 3280 CROSS SECTION 7.00 EXTENDED .99 METERS

7.00	3.57	994.09	.00	.00	994.36	.27	.17	.03	993.53
116.	0.	116.	0.	0.	50.	0.	29.	17.	993.10
.07	.00	2.32	.00	.000	.030	.000	.000	990.52	.00
.002137	89.	89.	89.	2	0	0	.00	25.10	25.10

CH

SECNO	DEPTH	CWSEL	CRIWS	WSELK	EG	HV	HL	OLOSS	BANK ELEV
Q	QLOB	QCH	QROB	ALOB	ACH	AROB	VOL	TWA	LEFT/RIGHT
TIME	VLOB	VCH	VROB	XNL	XNCH	XNR	WTW	ELMIN	SSTA
SLOPE	XLOBL	XLCH	XLOBR	ITRIAL	IDC	ICONT	CORAR	TOPWID	ENDST

FLOW DISTRIBUTION FOR SECNO= 7.00 CWSEL= 994.09

STA= 0. 25.  
 PER Q= 100.0  
 AREA= 50.0  
 VEL= 2.3  
 DEPTH= 2.0

\*SECNO 8.000  
 3280 CROSS SECTION 8.00 EXTENDED .28 METERS

8.00	2.78	994.49	.00	.00	994.83	.34	.44	.02	994.21
116.	0.	116.	0.	0.	45.	0.	37.	22.	995.92
.08	.00	2.59	.00	.000	.030	.000	.000	991.71	.00
.003443	166.	166.	166.	2	0	0	.00	27.92	27.92

FLOW DISTRIBUTION FOR SECNO= 8.00 CWSEL= 994.49

STA= 0. 32.  
 PER Q= 100.0  
 AREA= 44.8  
 VEL= 2.6  
 DEPTH= 1.6

\*SECNO 9.000  
 3280 CROSS SECTION 9.00 EXTENDED .05 METERS

9.00	3.10	994.81	.00	.00	995.06	.25	.23	.01	994.77
116.	0.	116.	0.	0.	52.	0.	40.	24.	996.11
.09	.00	2.24	.00	.000	.030	.000	.000	991.71	.00
.003599	65.	65.	65.	2	0	0	.00	42.42	42.42

FLOW DISTRIBUTION FOR SECNO= 9.00 CWSEL= 994.81

STA= 0. 46.  
 PER Q= 100.0  
 AREA= 51.9  
 VEL= 2.2  
 DEPTH= 1.2

^H

SECHNO	DEPTH	CWSEL	CRISW	WSELK	EG	HV	HL	OLOSS	BANK	ELEV
Q	QLOB	QCH	QROB	ALOB	ACH	AROB	VOL	TWA	LEFT	RIGHT
TIME	VLOB	VCH	VROB	XLN	XNCH	XNR	WTW	ELMIN	SSTA	
SLOPE	XLOBL	XLCH	XLOBR	ITRIAL	IDC	ICONT	CORAR	TOPWID	ENDST	

\*SECHNO 10.000

3302 WARNING: CONVEYANCE CHANGE OUTSIDE OF ACCEPTABLE RANGE, KRATIO = 1.44

10.00	3.34	995.09	.00	.00	995.21	.13	.14	.01	995.68
116.	0.	116.	0.	0.	73.	0.	44.	27.	996.20
.10	.00	1.59	.00	.000	.030	.000	.000	991.75	1.62
.001735	57.	57.	57.	2	0	0	.00	57.85	59.46

FLOW DISTRIBUTION FOR SECHNO= 10.00 CWSEL= 995.09

STA= 2. 62.  
 PER Q= 100.0  
 AREA= 72.9  
 VEL= 1.6  
 DEPTH= 1.3

\*SECHNO 11.000

1185 MINIMUM SPECIFIC ENERGY  
3720 CRITICAL DEPTH ASSUMED

11.00	2.66	995.34	995.34	.00	995.73	.38	.37	.08	995.68
116.	0.	116.	0.	0.	42.	0.	50.	33.	997.00
.11	.00	2.75	.00	.000	.030	.000	.000	992.68	1.40
.009581	108.	108.	108.	3	14	0	.00	53.51	54.91

FLOW DISTRIBUTION FOR SECHNO= 11.00 CWSEL= 995.34

STA= 1. 59.  
 PER Q= 100.0  
 AREA= 42.2  
 VEL= 2.7  
 DEPTH= .8

\*SECHNO 12.000

3685 20 TRIALS ATTEMPTED WSEL,CWSEL  
3693 PROBABLE MINIMUM SPECIFIC ENERGY  
3720 CRITICAL DEPTH ASSUMED

12.00	2.83	995.74	995.74	.00	996.53	.79	.41	.12	995.81
116.	0.	116.	0.	0.	29.	0.	52.	34.	997.56
.12	.00	3.95	.00	.000	.030	.000	.000	992.91	.33
.008392	46.	46.	46.	20	8	0	.00	18.83	19.16

SECNO	DEPTH	CWSEL	CRIWS	WSELX	EG	HV	HL	OLOSS	BANK	ELEV
Q	QLOB	QCH	QROB	ALOB	ACH	AROB	VOL	TWA	LEFT	RIGHT
TIME	VLOB	VCH	VROB	XNL	XNCH	XNR	WTH	ELMIN	SSTA	
SLOPE	XLOBL	XLCH	XLOBR	ITRIAL	IDC	ICONT	CORAR	TOPWID	ENDST	

FLOW DISTRIBUTION FOR SECNO= 12.00 CWSEL= 995.74

STA= 0. 50.  
PER Q= 100.0  
AREA= 29.4  
VEL= 3.9  
DEPTH= 1.6

CROSS SECTION 1.00  
 STREAM DAL Q=116; REGIMEN LENTO  
 DISCHARGE= 116.

PLOTTED POINTS (BY PRIORITY)-B=BOTTOM BRIDGE, T=TOP BRIDGE, X=GROUND, W=WATER SUR, E=ENERGY GRADIENT, C=CRITICAL WSEL

ELEV	987.2	987.7	988.2	988.7	989.2	989.7	990.2	990.7	991.2	991.7	992.2			
STA-METERS														
2	0.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	BANK.
	1.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	2.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	3.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	4.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	5.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	6.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	7.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	8.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	9.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	10.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	11.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
3	12.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	13.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	14.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	15.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	16.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
4	17.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
5	18.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	19.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	20.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	21.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	22.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
6	23.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	24.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	25.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	26.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	27.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	28.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	29.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
7	30.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	31.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	32.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	33.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	34.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
8	35.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	36.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	37.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	38.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	39.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	40.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	41.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	42.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	43.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
	44.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	
9	45.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	WE	BANK.

HRD= 0 ELLC= 9999999.00 ELTRD= 9999999.00

EL(1), STA(1)											
991.53	.00	991.31	12.28	987.68	17.31	987.18	18.01	987.73	22.84		
988.41	29.58	991.63	34.54	991.84	45.38						



CROSS SECTION 3.00  
 STREAM DAL Q=116; REGIMEN LENTO  
 DISCHARGE= 116.

PLOTTED POINTS (BY PRIORITY)-B=BOTTOM BRIDGE, T=TOP BRIDGE, X=GROUND, W=WATER SUR, E=ENERGY GRADIENT, C=CRITICAL WSEL

ELEV	988.2	988.7	989.2	989.7	990.2	990.7	991.2	991.7	992.2	992.7	993.2
STA-METERS											
2	0.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	BANK.
	1.	.	.	.	.	.	.	X.	.W	E	.
	1.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	2.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
3	2.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	3.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	3.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	4.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	4.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	5.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	5.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	6.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	6.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
4	7.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	7.	.	.	.	.	.	X	.	.W	E	.
	8.	.	.	.	.	.	.	.	.W	E	.
	9.	.	.	.	.	.	.	.	.W	E	.
	9.	.	X	.	.	.	.	.	.W	E	.
5	10.	.	.	.	.	.	.	.	.W	E	.
	10.	X	.	.	.	.	.	.	.W	E	.
	11.	X	.	.	.	.	.	.	.W	E	.
6	11.	X	.	.	.	.	.	.	.W	E	.
	12.	X	.	.	.	.	.	.	.W	E	.
	12.	X	.	.	.	.	.	.	.W	E	.
	13.	X	.	.	.	.	.	.	.W	E	.
7	13.	X	.	.	.	.	.	.	.W	E	.
	14.	.	X	.	.	.	.	.	.W	E	.
	14.	.	X	.	.	.	.	.	.W	E	.
	15.	.	.	X	.	.	.	.	.W	E	.
	15.	.	.	X	.	.	.	.	.W	E	.
	16.	.	.	.	X	.	.	.	.W	E	.
	16.	.	.	.	X	.	.	.	.W	E	.
	17.	.	.	.	.	X	.	.	.W	E	.
	17.	.	.	.	.	X	.	.	.W	E	.
	18.	.	.	.	.	.	X	.	.W	E	.
	18.	.	.	.	.	.	X	.	.W	E	.
	19.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	19.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E	.
	20.	.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E
	20.	.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E
8	21.	.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E
	21.	.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E
	22.	.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E
	22.	.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E
9	23.	.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E
	23.	.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E
	24.	.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E
10	24.	.	.	.	.	.	.	.	X	.W	E

NRD= 0 ELLC= 9999999.00 ELTRD= 9999999.00

EL(1), STA(1)										
991.66	.00	991.47	2.20	991.51	6.70	988.65	9.70	988.15	10.90	
988.65	13.20	991.96	20.40	992.24	22.50	991.75	23.90			



CROSS SECTION 5.00  
 STREAM DAL 0=116; REGIMEN LEHTO  
 DISCHARGE= 116.

PLOTTED POINTS (BY PRIORITY)-B=BOTOM BRIDGE,T=TOP BRIDGE,X=GROUND,W=WATER SUR,E=ENERGY GRADIENT,C=CRITICAL WSEL

ELEV	989.8	990.3	990.8	991.3	991.8	992.3	992.8	993.3	993.8	994.3	994.8
STA-METERS											
2	0.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	BANK.
	1.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	2.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	3.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	4.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	5.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	6.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	7.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	8.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	9.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
3	10.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	11.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	12.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	13.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	14.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	15.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	16.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	17.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	18.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	19.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	20.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	21.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	22.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	23.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	24.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	25.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	26.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	27.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	28.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	29.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
4	30.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	31.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	32.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	33.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	34.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	35.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	36.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	37.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	38.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	39.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	40.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	41.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	42.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	43.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	44.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	45.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	46.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	47.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	48.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	49.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	50.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	51.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	52.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	53.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	54.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	55.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	56.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	57.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	58.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	59.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	60.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	61.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	62.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	63.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	64.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	65.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	66.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	67.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	68.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	69.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	70.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	71.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	72.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	73.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	74.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	75.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	76.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	77.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	78.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	79.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	80.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	81.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	82.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	83.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	84.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	85.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	86.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	87.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	88.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	89.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	90.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	91.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	92.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	93.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	94.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	95.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	96.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	97.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	98.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	99.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
	100.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	.
8	101.	.	.	.	.	.	.	XW	.E	.	BANK.

HRD= 0 ELLC= 9999999.00 ELTRD= 9999999.00

EL(I),STAC(I)

993.31  
992.87

.00  
22.60

993.23  
992.88

4.70  
29.00

990.45

8.90

989.85

11.10

992.59

18.20

SS SECTION 6.00  
 STREAM DAL Q=116; REGIMEN LENTO  
 DISCHARGE= 116.

PLOTTED POINTS (BY PRIORITY)-B=BOTTOM BRIDGE, T=TOP BRIDGE, X=GROUND, W=WATER SUR, E=ENERGY GRADIENT, C=CRITICAL WSEL

ELEV	989.7	990.2	990.7	991.2	991.7	992.2	992.7	993.2	993.7	994.2	994.7	
STA-METERS												
2	0.	.	.	.	.	.	.	.	X	W	E.	BANK.
	1.	.	.	.	.	.	.	.	X	W	E.	
	2.	.	.	.	.	.	.	.	X	W	E.	
	3.	.	.	.	.	.	.	.	X	W	E.	
	4.	.	.	.	.	.	.	.	X	W	E.	
3	5.	.	.	.	.	.	X	.	.	W	E.	
	6.	.	.	.	.	X	.	.	.	W	E.	
	7.	.	.	.	.	.	.	.	.	W	E.	
	8.	.	.	.	X	.	.	.	.	W	E.	
	9.	.	.	X	.	.	.	.	.	W	E.	
4	10.	.	X	.	.	.	.	.	.	W	E.	
	11.	X	.	.	.	.	.	.	.	W	E.	
	12.	.	.	.	.	.	.	.	.	W	E.	
	13.	X	.	.	.	.	.	.	.	W	E.	
	14.	X	.	.	.	.	.	.	.	W	E.	
	15.	.	X	.	.	.	.	.	.	W	E.	
	16.	.	.	X	.	.	.	.	.	W	E.	
	17.	.	.	.	X	.	.	.	.	W	E.	
6	18.	.	X	.	.	.	.	.	.	W	E.	
	19.	.	.	X	.	.	.	.	.	W	E.	
	20.	.	.	.	X	.	.	.	.	W	E.	
	21.	.	.	.	.	X	.	.	.	W	E.	
	22.	.	.	.	.	.	X	.	.	W	E.	
7	23.	.	.	.	.	.	.	X	.	W	E.	
	24.	.	.	.	.	.	.	X	.	W	E.	
	25.	.	.	.	.	.	.	X	.	W	E.	
	26.	.	.	.	.	.	.	X	.	W	E.	
	27.	.	.	.	.	.	.	X	.	W	E.	
	28.	.	.	.	.	.	.	X	.	W	E.	
	29.	.	.	.	.	.	.	X	.	W	E.	
	30.	.	.	.	.	.	.	X	.	W	E.	
	31.	.	.	.	.	.	.	X	.	W	E.	
	32.	.	.	.	.	.	.	X	.	W	E.	
8	33.	.	.	.	.	.	.	X	.	W	E.	BANK.

HRD= 0 ELLC= 9999999.00 ELTRD= 9999999.00

EL(1), STA(1)										
993.51	.00	993.51	4.60	990.34	10.20	989.72	13.80	990.46	17.90	
993.37	23.50	993.53	33.50							

CROSS SECTION 7.00  
 STREAM DAL Q=116; REGIMEN LENTO  
 DISCHARGE= 116.

PLOTTED POINTS (BY PRIORITY)-B=BOTTOM BRIDGE, T=TOP BRIDGE, X=GROUND, W=WATER SUR, E=ENERGY GRADIENT, C=CRITICAL WSEL

ELEV	990.5	991.0	991.5	992.0	992.5	993.0	993.5	994.0	994.5	995.0	995.5	
STA-METERS												
2	0.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	BANK.
	1.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	1.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	2.	.	.	.	.	.	X.	W	E	.	.	.
	2.	.	.	.	.	.	X.	W	E	.	.	.
	3.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	3.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	4.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	4.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
3	5.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	5.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	6.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	6.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	7.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	7.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	8.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	8.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
4	9.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	9.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	10.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	10.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	11.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
5	11.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	12.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	12.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	13.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	13.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
6	14.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	14.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	15.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	15.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	16.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	16.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	17.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
7	17.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	18.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	18.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	19.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	19.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	20.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	20.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
8	21.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	21.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	22.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	22.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	23.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	23.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	24.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	24.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	25.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
9	25.	.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	BANK.

HRD= 0 ELLC= 9999999.00 ELTRD= 9999999.00

EL(I), STA(I)										
993.53	.00	993.37	4.70	991.02	8.50	990.52	11.00	990.78	13.50	
991.03	17.20	993.18	20.60	993.10	25.10					



CROSS SECTION 9.00  
 STREAM DAL Q=116; REGIMEN LENTO  
 DISCHARGE= 116.

PLOTTED POINTS (BY PRIORITY)-B=BOTTOM BRIDGE,T=TOP BRIDGE,X=GROUND,W=WATER SUR,E=ENERGY GRADIENT,C=CRITICAL WSEL

ELEV	991.7	992.2	992.7	993.2	993.7	994.2	994.7	995.2	995.7	996.2	996.7
STA-METERS											
2	0.	.	.	.	.	.	.XW	E	.	.	BANK.
	1.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	2.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	3.	.	.	.	X.	.	W	E	.	.	.
	4.	.	.	.	.	.	W	E	.	.	.
	5.	.	X	.	.	.	W	E	.	.	.
	6.	.	.	.	.	.	W	E	.	.	.
	7.	X.	.	.	.	.	W	E	.	.	.
3	8.	.	.	.	.	.	W	E	.	.	.
	9.	.	.	.	.	.	W	E	.	.	.
	10.	.	.	.	.	.	W	E	.	.	.
	11.	.	.	.	.	.	W	E	.	.	.
4	12.	.	.	.	.	.	W	E	.	.	.
	13.	.	X	.	.	.	W	E	.	.	.
	14.	.	.	X	.	.	W	E	.	.	.
	15.	.	.	.	X	.	W	E	.	.	.
5	16.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	17.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	18.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	19.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	20.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	21.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
6	22.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	23.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	24.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	25.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	26.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	27.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	28.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	29.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	30.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	31.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	32.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	33.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	34.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	35.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	36.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	37.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	38.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	39.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	40.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
7	41.	.	.	.	.	X	W	E	.	.	.
	42.	.	.	.	.	.	X	E	.	.	.
	43.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	44.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	45.	.	.	.	.	.	.	.	X	.	.
8	46.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	BANK.

HRD= 0 ELLC= 9999999.00 ELTRD= 9999999.00

EL(1), STA(1)										
994.77	.00	991.71	8.20	991.71	12.20	994.00	15.65	994.02	21.65	
994.11	40.65	996.11	45.65							

S SECTION 10.00  
 STREAM DAL Q=116; REGIMEN LEHTO  
 DISCHARGE= 116.

PLOTTED POINTS (BY PRIORITY)-B=BOTTOM BRIDGE, T=TOP BRIDGE, X=GROUND, W=WATER SUR, E=ENERGY GRADIENT, C=CRITICAL WSEL

ELEV	991.8	992.3	992.8	993.3	993.8	994.3	994.8	995.3	995.8	996.3	996.8	
STA-METERS												
2	0.	.	.	.	.	.	.	X	W E.	X.	.	BANK.
	2.	.	.	.	.	.	.	.	W E.	.	.	.
	4.	.	.	.	.	X.	.	.	W E.	.	.	.
	6.	.	.	.	X	.	.	.	W E.	.	.	.
	8.	.	X	.	.	.	.	.	W E.	.	.	.
3	10.	X	.	.	.	.	.	.	W E.	.	.	.
	12.	X	.	.	.	.	.	.	W E.	.	.	.
4	14.	X	.	.	.	.	.	.	W E.	.	.	.
	16.	.	.	X	.	.	.	.	W E.	.	.	.
5	18.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	20.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	22.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
6	24.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	26.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	28.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	30.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	32.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	34.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	36.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	38.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	40.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	42.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	44.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	46.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	48.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	50.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	52.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	54.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
	56.	.	.	.	.	X	.	.	W E.	.	.	.
7	58.	.	.	.	.	X	.	X	W E.	.	.	.
	60.	.	.	.	.	.	.	.	W E.	.	.	.
8	62.	.	.	.	.	.	.	.	.	X.	.	BANK.

NRD= 0 ELLC= 9999999.00 ELTRD= 9999999.00

EL(I), STA(I)										
995.68	.00	991.75	10.70	991.75	14.70	994.12	18.25	994.15	24.25	
994.20	57.25	996.20	62.25							

SECTION 11.00  
 TREAM DAL 0=116;REGIMEN LENTO  
 ISCHARGE= 116.

ALOTTED POINTS (BY PRIORITY)-B=BOTTOM BRIDGE,T=TOP BRIDGE,X=GROUND,W=WATER SUR,E=ENERGY GRADIENT,C=CRITICAL WSEL

LEVEL	992.7	993.2	993.7	994.2	994.7	995.2	995.7	996.2	996.7	997.2	997.7	
STA-METERS												
2	0.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	BANK.
	1.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	4.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	5.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	6.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	7.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	8.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	9.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	10.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	11.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	12.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	13.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	14.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	15.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	16.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	17.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	18.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.
	19.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	20.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	21.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	22.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	23.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	24.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	25.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	26.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	27.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	28.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	29.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	30.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	31.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	32.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	33.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	34.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	35.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	36.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	37.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	38.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	39.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	40.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	41.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	42.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	43.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	44.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	45.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	46.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	47.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	48.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	49.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	50.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	51.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	52.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	53.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	54.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	55.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	56.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	57.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	58.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	59.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	BANK.

HRD= 0 ELLC= 9999999.00 ELTRD= 9999999.00

(1), STA(1)  
995.68  
995.00

.00  
54.05

992.68  
997.00

12.49  
59.05

992.68

16.49

995.02

20.05

995.02

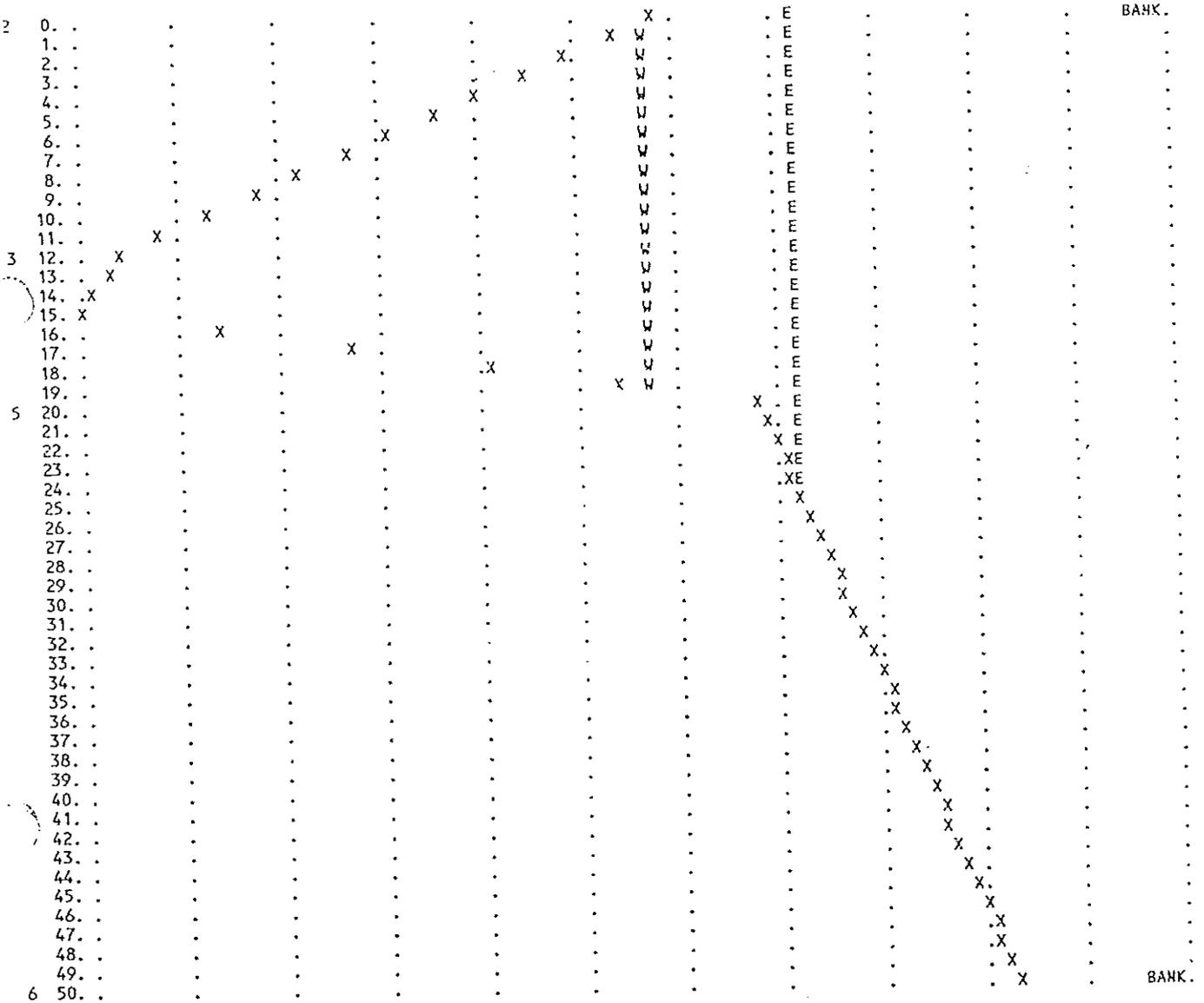
26.05

SECTION 12.00  
 REAM DAL Q=116; REGIMEN LENTO  
 SCHARGE= 116.

NOTED POINTS (BY PRIORITY)-B=BOTTOM BRIDGE, T=TOP BRIDGE, X=GROUND, W=WATER SUR, E=ENERGY GRADIENT, C=CRITICAL WSEL

ELV 992.9 993.4 993.9 994.4 994.9 995.4 995.9 996.4 996.9 997.4 997.9

STA-METERS



NRD= 0 ELLC= 9999999.00 ELTRD= 9999999.00

EL(1), STA(1) 995.81 .00 993.11 12.00 992.91 15.00 996.31 20.00 997.56 50.00

LE FOR STREAM DAL Q=116;REGIMEN LENTO

NOTED POINTS (BY PRIORITY) E-ENERGY,W-WATER SURFACE,I-INVERT,C-CRITICAL W.S.,L-LEFT BANK,R-RIGHT BANK,M-LOWER END STA

ELEVATION SECHO	987. CUMDIS	988.	989.	990.	991.	992.	993.	994.	995.	996.
--------------------	----------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------



	640.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	650.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	660.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	670.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	680.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	690.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	700.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	710.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	720.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	730.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	740.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
8.00	750.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	760.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	770.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	780.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	790.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	800.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	810.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
9.00	820.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	830.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	840.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	850.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	860.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	870.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	890.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	900.	.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1E .	.	.
	910.	.	.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.
	920.	.	.	.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.
	930.	.	.	.	.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.
	940.	.	.	.	.	.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.
	950.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.
	960.	.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.
	970.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.
11.00	980.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.
	990.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	.	.	.	.	.	E	.	.
	1000.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	.	.	.	.	E	.	.
	1010.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	.	.	.	E	.	.
	1020.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	.	.	E	.	.
12.00	1030.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	.	E	.	.

THIS RUN EXECUTED 2/16/93 18:12:1

\*\*\*\*\*  
HEC2 RELEASE DATED SEP 88 UPDATED APR 1989

ERROR CORR - 01,02  
MODIFICATION -  
\*\*\*\*\*

NOTE- ASTERISK (\*) AT LEFT OF CROSS-SECTION NUMBER INDICATES MESSAGE IN SUMMARY OF ERRORS LIST

AL Q=116;REGIHEX LENTO  
SUMMARY PRINTOUT

SECHO	XLCH	CWSEL	DEPTH	EG	10*XS	VCH	Q
1.000	.00	991.89	4.71	992.00	10.01	1.47	116.00
2.000	64.00	991.90	4.51	992.11	16.49	2.04	116.00
* 3.000	180.00	992.20	4.05	992.67	50.13	3.02	116.00
4.000	126.00	992.90	3.89	993.15	28.47	2.21	116.00
* 5.000	59.00	993.34	3.49	993.92	89.15	3.38	116.00
* 6.000	66.00	993.99	4.27	994.17	16.26	1.90	116.00
7.000	89.00	994.09	3.57	994.36	21.37	2.32	116.00
8.000	166.00	994.49	2.78	994.83	34.43	2.59	116.00
9.000	65.00	994.81	3.10	995.06	35.99	2.24	116.00
* 10.000	57.00	995.09	3.34	995.21	17.35	1.59	116.00
* 11.000	108.00	995.34	2.66	995.73	95.81	2.75	116.00
* 12.000	46.00	995.74	2.83	996.53	83.92	3.95	116.00

ANEJO N° 5

---

CALCULOS JUSTIFICATIVOS FUNCIONALES

---

**POZO DE GRUESOS**

Caudal medio:	m3/h	1083.00
Caudal máximo de lluvia :	m3/h	4332.00
Caudal punta:	m3/h	2166.00
Caudal mínimo:	m3/h	540.00

Número de pozos: Ud. 1

Solera pozo : m 48.02

**Dimensiones:**

Largo:	m	6.00
Ancho:	m	4.00
Altura recta :	m	0.83
Altura recta a Qmax:	m	1.38
Altura trapecial:	m	1.00

Superficie planta: m2 24.00

Volumen a Qmax de lluvia :	m3	36.44
Volumen a Qpunta:	m3	32.65
Volumen a Qmed. :	m3	28.86
Volumen a Qmín.:	m3	26.03

**Carga superficial:**

Qmax.:	m3/m2/h	180.50
Qpunta:	m3/m2/h	90.25

**Tiempo de permanencia:**

Qmax:	sg	30.29
Qpunta:	sg	54.27
Qmedio:	sg	95.94
Qmín :	sg	173.52

**Extracción de residuos:**

Pórtico grúa monorail  
con cuchara bivalva  
y polipasto eléctrico

Capacidad pórtico :	kg	1600
Capacidad cuchara :	lts.	250
Potencia cuchara :	cv	5.50
Potencia elevación :	cv	1.75

Nº de contenedores : Ud. 2  
Volumen unitario contenedor : m3. 4.00

**POZO DE GRUESOS**

**Predesbaste (Desbaste de muy gruesos) :**

Número de canales:	Ud.	1
Nº de rejillas	Ud.	1
Tipo		Recta, extraíble
Tipo barrotes :		IPN 100
Luz entre barrotes :	mm	150
Acho perfiles :	mm	100
Ancho unitario canal:	m.	4.00
Ancho útil unitario:	m	2.46
Altura total canal :	m	4.88
Altura lámina de agua a Qmax. :	m	0.83
Velocidad de paso a Q máx. :	m/sg	0.48
Limpieza :		Cuchara bivalva

Los parámetros de diseño adoptados son los obtenidos en las instalaciones del Pliego de Bases :

Cargas superficiales: 500 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h a Q máx.

Tiempo de retención hidráulico: 30 sg a Qmax., 120 seg. a Qmin.

**DESBASTE DE SOLIDOS GRUESOS**

Caudal medio:	m3/h	1,083.00
Caudal máximo:	m3/h	2,166.00
Caudal punta:	m3/h	4,332.00
Caudal mínimo adoptado :	m3/h	540.00
Tipo de rejas:		Recta automática de ataque posterior
Número de rejas instaladas:	Ud	2.00
Número de rejas en funcionamiento:	Ud	2.00
Potencia unitaria :	cv	1.55
Luz libre entre pletinas:	mm	50.00
Ancho pletinas:	mm	10.00
Ancho unitario del canal:	m	1.00
Ancho útil unitario:	m	0.84
Calado a Qmax:	m	0.91
Calado a Qpunta:	m	0.75
Calado a Qmedio:	m	0.59
Calado a Qmin.:	m	0.35
Velocidad de acercamiento a Qmax:	m/sg	0.33
Velocidad de acercamiento a Qpunta. :	m/sg	0.80
Velocidad de acercamiento a Q med. :	m/sg	0.51
Velocidad de acercamiento a Qmin.:	m/sg	0.43
Velocidad de paso a Qmax con 2 líneas:	m/sg	0.39
Velocidad de paso a Qpunta con 2 líneas :	m/sg	0.95
Velocidad de paso por 1 línea a Qmedio con 30 % de colmatación :	m/sg	0.87
Compuerta de aislamiento:		
Ancho:	m	1.00
Altura lámina de agua:	m	0.78
Altura del hueco :	m	1.65
Velocidad de paso de compuerta a Qmax:	m/sg	0.39
Velocidad de paso de compuerta a Qmed:	m/sg	0.51
Sistema de limpieza:		automático
Regulación del automatismo:		Temporizador y nivel
Forma de extracción de residuos:		automática de cinta a contenedor
Número de contenedores :	Ud.	2
Capacidad unitaria contenedor :	m3	4.00

Los parámetros de diseño considerados han sido:

Velocidad de acercamiento:

A. Hernández : mayor de 0,3 m/sg a Qmed

Velocidad de paso:

A. Hernández : menor de 1 m/sg a Qmed con 30% de colmatación

### ELEVACION DE AGUA BRUTA

Caudal medio:	m3/h	1,083.00
Caudal máximo de lluvia :	m3/h	4,332.00
Caudal punta:	m3/h	2,166.00
Caudal mínimo :	m3/h	540.00
Nº de bombas:	Ud	5.00
Tipo de bomba :		centrífuga sumergible
Número de bombas instaladas :	Ud	5
Número de bombas en funcionamiento:	Ud	4
Caudal unitario:	m3/h	1,100.00
Altura elevación (geométrica) adoptada:	m	5.80
Rendimiento hidráulico :	%	80.00
Altura manométrica adoptada :	m.c.a.	6.40
Potencia unitaria absorbida :	cv	45
Diámetro tubería de impulsión para cada bomba :	mm	400.00
Velocidad de impulsión a Qmax. de lluvia :	m/seg	2.43
Maximo caudal a bombear:	m3/h	5,500.00

DESBASTE DE SOLIDOS FINOS		
Caudal medio:	m3/h	1,083.00
Caudal máximo:	m3/h	4,332.00
Caudal punta:	m3/h	2,166.00
Caudal mínimo:	m3/h	540.00
Número de rejillas instaladas:	Ud	3.00
Tipo de rejillas :	Ud	tamiz
	Ud	1.00
	Ud	rejillas rectas
	Ud	2.00
TAMIZADO		
Tipo de rejillas:		Tamiz
Número de rejillas instaladas:	Ud	1.00
Número de rejillas en funcionamiento:	Ud	1.00
Luz tamiz :	mm	3.00
Ancho pletinas:	mm	2.00
Ancho del canal:	m	1.00
Ancho útil unitario:	m	0.60
Potencia unitaria :	cv	5.50
Solera canal de tamizado :	m	53.44
Calados con 30% de colmatación		
Calado a Qmax:	m	1.14
Calado a Qpunta:	m	0.91
Calado a Qmedio:	m	0.74
Calado a Qmin.:	m	0.67
Velocidad de acercamiento a Qmax de lluvia :	m/sg	1.06
Velocidad de acercamiento a Q med. :	m/sg	0.41
Velocidad de acercamiento a Qmín.:	m/sg	0.22
Velocidad de paso a Qmax:	m/sg	1.76
Velocidad de paso a Qpunta:	m/sg	1.10
Velocidad de paso a Qmedio con 30 % de colmatación:	m/sg	0.97
Compuerta de aislamiento:		
Ancho:	m	1.00
Altura lámina de agua:	m	1.14
Altura tablero :	m	1.70
Velocidad de paso de compuerta Qmax:	m/sg	1.06
Velocidad de paso de compuerta Qmed:	m/sg	0.41
Sistema de limpieza:		automático
Regulación del automatismo:		Diferencia de nivel y temporización de cinta y prensa a contenedores
Forma de extracción de residuos:		
Número de cintas :	Ud.	2.00
Capacidad unitaria contenedor :	m3	4.00
Potencia unitaria cinta :	cv	1.5

**DESBASTE AUXILIAR**

Caudal medio:	m3/h	1,083.00
Caudal máximo:	m3/h	4,332.00
Caudal punta:	m3/h	2,166.00
Caudal mínimo:	m3/h	624.00
Tipo de rejillas de finos :		Recta longitudinal automática automática
Número de rejillas instaladas:	Ud	2.00
Número de rejillas en funcionamiento:	Ud	1.00
Paso de reja :	mm	15.00
Ancho pletinas:	mm	10.00
Ancho unitario del canal:	m	1.00
Ancho útil unitario:	m	0.61
Soiera canal de desbaste :	m	53.44
Calado con 30 % de colmatación		,
Calado a Qmax:	m	1.14
Calado a Qpunta:	m	0.91
Calado a Qmedio:	m	0.74
Calado a Qmin.:	m	0.67
Velocidad de acercamiento a Qmax :	m/sg	1.06
Velocidad de acercamiento a Q med. :	m/sg	0.41
Velocidad de acercamiento a Qmin.:	m/sg	0.26
Velocidad de paso a Qmax:	m/sg	1.74
Velocidad de paso a Qpunta:	m/sg	1.09
Velocidad de paso a Qmedio con 30 % de colmatación:	m/sg	0.96
Compuerta de aislamiento:		
Ancho:	m	1.00
Altura lámina de agua:	m	1.14
Altura tablero :	m	1.70
Velocidad de paso de compuerta Qmax:	m/sg	1.06
Velocidad de paso de compuerta Qmed:	m/sg	0.41
Sistema de limpieza:		automático
Regulación del automatismo:		diferencia de nivel y temporización
Forma de extracción de residuos:		de cinta a prensa de residuos y a contenedores
Capacidad prensa :	m3/h	3.00
Potencia unitaria :	cv	3.0

Los parámetros de diseño considerados han sido:

Velocidad de acercamiento:

A. Hernández : mayor de 0,3 m/sg a Qmed

**DESARENADO Y SEPARACION DE GRASAS**

Caudal medio:	m3/h	1,083.00
Caudal máximo:	m3/h	4,300.00
Caudal punta:	m3/h	2,166.00
Tipo de canal:		Longitudinal aireado
Número de unidades instaladas:	Ud	3.00
Número de unidades en funcionamiento:	Ud	3.00
Dimensiones:		
Longitud útil :	m	25.00
Ancho zona desarenado:	m	2.30
Ancho zona desengrasado:	m	1.25
Altura recta:	m	0.80
Altura trapezoidal:	m	2.30
		
Superficie unitaria desarenado:	m2	57.50
Superficie unitaria desengrasado:	m2	31.25
Superficie transversal unitaria:	m2	8.36
Volúmen unitario:	m3	209.00
Carga superficial a Qmax:	m3/m2/h	16.15
Carga superficial a Qpunta:	m3/m2/h	8.14
Carga superficial a Qmedio:	m3/m2/h	4.07
Velocidad de circulación a Qmax:	m/sg	0.05
Velocidad de circulación a Qpunta:	m/sg	0.02
Velocidad de circulación a Qmedio:	m/sg	0.01
Tiempo de retención a Qmax:	min	8.75
Tiempo de retención a Qpunta:	min	17.37
Tiempo de retención a Qmedio:	min	34.74
Compuerta de entrada:		
Ancho:	m	0.80
Altura lámina de agua:	m	0.81
Altura tablero :	m	1.10
Velocidad de paso compuerta a Qmax:	m/sg	0.61
Velocidad de paso compuerta a Qmedio:	m/sg	0.49

Los parámetros de diseño considerados han sido:

**DESARENADO**

Velocidad transversal:

A. Hernández: menor de 0,3 m/sg a Qmax.

Imhoff: menor de 0,2 m/sg

Tiempo de retención:

Hazen: 2,5-5 minutos

Imhoff: 3-4 minutos

Degremont: 2-3 minutos

Carga superficial:

Degremont: 70 m3/m2/h a Qmax

Tiempo de retención:

Degremont: 10-15 min. a Qmed.

Metcalf: 1-15 min. a Qmed.

PREAIREACION		
Caudal aire diseño (Qpunta):	Nm3/m3/h	0.50
Caudal de aire a Qmedio:	Nm3/m3/h	0.25
Caudal de aire a Qmax:	Nm3/m3/h	0.99
Caudal total necesario:	Nm3/h	1,083.00
Sistema de aportación de aire:		soplantes
Tipo:		embolos rotativos
Número de unidades instaladas:	Ud	3.00
Número de unidades en servicio:	Ud	2.00
Caudal unitario teórico:	Nm3/h	541.50
Caudal adoptado:	Nm3/h	756.00
Potencia unitaria teórica:	cv	21.60
Potencia instalada adoptada:	cv	25.00
Velocidad :	r.p.m.	3,000.00
Diámetro de la conducción de reparto en cada cuba :	mm	125.00
Velocidad impulsión soplante:	m/sg	12.26
Presión manométrica:	m.c.a.	4.50
Forma de inyección de aire:		Difusores de burbuja gruesa
Número de difusores por cuba :	Ud.	61
Caudal unitario difusores :	Nm3/h	10-30
Aportación para Qmax utilizando reserva:	Nm3/m3/h	0.38
Caudal adoptado:		
Qmed:	Nm3/h/m2	6.28
Qtop:	Nm3/h/m2	9.42
DESARENADO		
Caudal de aire:		
Imhoff: 0,25 Nm3/m3 de agua		
A. Hernández: 1,5 Nm3/m3 de tanque y por hora		
DESENGRASADO		
Caudal de aire:		
Metcalf: 0,6-2,4 Nm3/m3 de agua a Qmax.		
Degremont: 0,5-2 Nm3/m3 de tanque y por hora		
EXTRACCION Y BOMBEO DE ARENAS		
Producción teórica de arenas:	gr/m3	100.00
Carga diaria de arenas a retirar:	Kg/dia	2,599.20
Densidad de la arena:	t/m3	2.00
Caudal de arena a retirar:	m3/dia	1.30
Concentración de la purga:	%	1.00
Caudal agua-arena a retirar:	m3/dia	129.96
Sistema de extracción:		Bomba
Tipo de bomba:		Centrífuga vertical
Número de bombas instaladas:	Ud	3.00
Número de bombas en funcionamiento:	Ud	3.00
Horas de funcionamiento por día :	h/d	8.00
Caudal unitario:	m3/h	5.42
Caudal unitario adoptado:	m3/h	10.00
Diámetro de la conducción:	mm	100.00
Velocidad:	m/sg	0.19
Altura manométrica:	m.c.a.	5.00
Potencia unitaria:	cv	1.50

SEPARACION Y LAVADO ARENAS		
Separación y lavado de arenas: Funcionamiento:		Clasificador lavador tipo tornillo Automático
Número de unidades:		1.00
Caudal máximo :	m3/h	30.00
Potencia unitaria:	cv	0.75
Dimensiones:	mm	3850*200
Destino final de arena:		Contenedores y vertedero
EXTRACCION Y SEPARACION DE FLOTANTES		
Producción teórica de grasas:	gr/m3	40.00
Eliminación prevista:	%	90.00
Peso de grasas a retirar:	Kg/día	935.71
Concentración prevista:	gr/l	6.00
Volúmen de agua-grasas a evacuar:	m3/día	155.95
Evacuación:		por gravedad
Tanques de separación:	Ud	1.00
Tipo:		metálico con barredor de rasquetas
Longitud:	mm	3500
Ancho:	mm	1500
Volumen útil	m3	9.0
Capacidad unitaria:	m3/h	12-36
Potencia rasqueta:	cv	0.25
Evacuación grasas:		de contenedores especiales a vertedero o digestor
Número de contenedores :	Ud	2
Volumen unitario:	m3	4.00

TRATAMIENTO FISICO QUIMICO			
Caudal medio:	m3/h	1083.00	
Caudal máximo:	m3/h	2166.00	
Caudal punta:	m3/h	2166.00	
CAMARA DE MEZCLA			
Número de líneas :	Ud.	2.00	
Número de cámaras totales:	Ud	4.00	
Número de cámaras en futuro en funcionamiento:	Ud	4.00	
Dimensiones unitarias :			
Longitud:	m	2.80	
Ancho:	m	2.80	
Altura útil:	m	3.45	
Superficie unitaria:	m2	7.84	
Volúmen unitario:	m3	27.05	
Tiempo de retención:			
Qmedio:	min	(> 5,0)	5.99
Qpunta:	min	3.00	
Agitación futura :			
Tipo de agitación :		rápida	
Número de agitadores totales :	Ud	4.00	

**CAMARA DE FLOCULACION:**

Número de unidades instaladas:	Ud	4.00	
Número de unidades en funcionamiento:	Ud	4.00	
Dimensiones:			
Longitud:	m	5.65	
Ancho:	m	5.65	
Altura útil:	m	2.90	
Superficie unitaria:	m <sup>2</sup>	31.92	
Volúmen unitario por línea :	m <sup>3</sup>	92.58	
Volúmen total :	m <sup>3</sup>	185.15	
Tiempo de retención:			
Qmedio:	min	( > 20 )	20.52
Qpunta:	min	10.26	
Agitación futura :			
Tipo de agitación :		lenta	
Número de agitadores:	Ud	4.00	
Los parámetros de diseño considerados han sido:			
T.R.H.:			
P.B.: Cámara de mezcla mayor de 5 min. para 100 % caudal medio			
P.B.: Cámaras de floculación: mayor de 20 min. para 100 % a caudal medio			

MEDIDA DE CAUDAL

Caudal medio:	m3/h	1083
Caudal máximo:	m3/h	2166
Caudal punta:	m3/h	2166
Caudal mínimo:	m3/h	540
Ancho de garganta:	mm	457
Rango de medidas:	m3/h	4.24-696
Anchura canal:	mm	1500
Calados:		
Qmed:	mm	429.56
Qmax:	mm	674.20
Qpun:	mm	674.20
Qmin:	mm	273.20

### DECANTACION PRIMARIA

Caudal medio:	m3/h	1083.00	1083.00
Caudal máximo:	m3/h	2,166.00	2,166.00
Caudal punta:	m3/h	2,166.00	2,166.00
Tipo:		Gravedad	
Forma:		circular	
Número de unidades instaladas:	Ud	2.00	2.00
Numero de unidades en servicio:	Ud	2.00	2.00
Dimensiones:			
Diámetro:	m	26.00	26.00
Altura útil:	m	3.00	3.00
Superficie unitaria:	m2	530.94	530.94
Volúmen unitario:	m3	1,592.83	1,592.83
Carga superficial:			
Qpunta:	m3/m2/h	2.04	2.04
Qmedio:	m3/m2/h	1.02	1.02
Qmax.	m3/m2/h	2.04	2.04
Tiempo de retención:			
Qpunta:	h	1.47	1.47
Qmedio:	h	2.94	2.94
Longitud unitaria de vertedero:	m	76.96	76.96
Carga sobre vertedero:			
Qpunta:	m3/h/ml	14.07	14.07
Qmedio:	m3/h/ml	7.04	7.04
Sistema de acumulación de fangos:		rasqueta de fondo	
Tubería de alimentación:			
Diámetro:	mm	600.00	600.00
Velocidad máxima:	m/sg	1.06	1.06

Los parámetros de diseño considerados han sido:

Tiempo de retención hidráulico: Carga superficial :

A.Hernández: 1,5-3 horas a Qme A.Hernández: 1-1,5 m3/m2/h a Qmed.  
 Metcalf: 1,5-3horas a Qmed. Metcalf: 0,7-1,6 m3/m2/h a Qmed.

Carga sobre vertedero:

A.Hernández: 18 m3/ml/h a Qmed.

RENDIMIENTOS DE DECANTACION PRIMARIA		sin F.-Q.	con F.-Q.
SS entrada:	ppm	297.00	297.00
DBO5 entrada:	ppm	300.00	300.00
Rendimientos de eliminacion previstos:			
SS:	%	65.00	85.00
DBO5:	%	33.00	50.00
Peso diario de entrada:			
SS:	kg/dia	7,719.62	7,719.62
DBO5:	kg/dia	7,797.60	7,797.60
Peso retenido:			
SS:	kg/dia	5,017.76	6,561.68
DBO5:	kg/dia	2,573.21	3,898.80
Peso en agua decantada:			
SS:	kg/dia	2,701.87	1,157.94
DBO5:	kg/dia	5,224.39	3,898.80
Concentración en agua decantada:			
SS:	ppm	103.95	44.55
DBO5:	ppm	201.00	150.00
Fangos retenidos en decantación primaria:			
Adición por reactivos:	kg/dia	0.00	389.88
Fangos biológico retornados:	kg/dia	0.00	0.00
Concentración de purga:	%	1.50	1.00
Volumen a extraer:	m3/dia	334.52	695.16
	m3/h	13.94	28.96
Destino de fangos:		Tamizado, Espesador de gravedad, Digestión anaerobia	
Los parámetros de diseño considerados han sido:			
Rendimientos sin Fisico-Químico	A. Hernández	PSIM	
DBO5 (%):	30-40	30-40	
SS(%):	55-65	55-70	

BOMBEO DE FANGOS PRIMARIOS		sin F.-Q.	con F.-Q.
Volumen a extraer:	m3/d	334.52	695.16
Tiempos de extracción por decantador:			
Máximo:	h	12.00	9.00
Mínimo:	h	8.00	6.00
Modo de extracción:		Bombas centrífugas sumergibles, temporización	
Tipo de impulsor :		Vortex	
Número de bombas instaladas:	Ud	2.00	2.00
Número de bombas en funcionamiento:	Ud	1.00	2.00
Altura manométrica:	mca	7.00	7.00
Caudal unitario teóricos:			
Mínimo:	m3/h	27.88	38.62
Máximo:	m3/h	41.81	57.93
Caudal adoptado:	m3/h	70.00	70.00
Potencia unitaria:	cv	5.70	5.70
<b>RETIRADA DE ESPUMAS Y FLOTANTES</b>			
Sistema de extracción:		Barredor superficial y caja sumergida	
Evacuación:		Por gravedad Temporización	
Tipo de bomba:		Sumergible	
Tipo de impulsor :		Vortex	
Número de bombas previstas:	Ud	2.00	
Número de bombas en funcionamiento:	Ud	2.00	
Caudal unitario:	m3/h	10.00	
Altura manométrica:	m.c.a.	7.00	
Potencia unitaria:	cv	1.65	
Diametro tubería:	m	0.08	
Velocidad máxima:	m/sg	0.55	
Evacuación final:		A concentrador de grasas	

TRATAMIENTO BIOLÓGICO		
REACTOR BIOLÓGICO		
Caudal medio:	m <sup>3</sup> /h	1.083,00
Caudal máximo:	m <sup>3</sup> /h	2.166,00
Caudal punta:	m <sup>3</sup> /h	2.166,00
Sistema de tratamiento:		fangos activados de media carga con nitrificación-desnitrificación estacional
DBO5 de entrada:	ppm	201,00
DBO5 de salida:	ppm	25,00
Rendimiento:	%	87,56
Peso de DBO5 entrada:	kg/día	5.224,39
Temperatura agua y ambiente:	° C	19,00
Número de unidades en servicio:	Ud	2,00
Dimensiones totales:		
Largo total:	m	34,57
Ancho unitario:	m	15,00
Altura útil:	m	5,00
Volúmen unitario:	m <sup>3</sup>	2592,75
Volumen total adoptado:	m <sup>3</sup>	5185,50
ZONA OXICA		
Factor de seguridad nitrificación:		3,00
Edad de fangos mínima en zona aerobia para nitrificación total a 19 ° C :	días	4,32
Edad de fangos necesaria :	días	5,76
Largo unitario:	m	25,92
Ancho unitario:	m	15,00
Altura útil:	m	5,00
Volumen unitario:	m <sup>3</sup>	1.944,00
Volumen total zona oxica:	m <sup>3</sup>	3.888,00

ZONA ANOXICA			
Número de compartimentos:	Ud.	2,00	
Largo unitario:	m	8,65	
Ancho unitario:	m	15,00	
Altura útil:	m	5,00	
Volumen unitario:	m <sup>3</sup>	648,75	
Volumen total zona anoxica:	m <sup>3</sup>	1.297,50	
Concentración MLSS:	ppm	3.000,00	
Porcentaje materia orgánica adoptada (diseño) :	%	70,00	
Concentración MLSSV:	ppm	2.100,00	
Carga másica total :	kg/kg/dia	0,336	
Producción de fangos diarios :	kg/día	3660	
Fangos en exceso:	kg/kg eli.	0,80	
Edad del Fango:	dias	4,25	
Tiempo de retención:			
Qmedio:	h	4,79	
Qmax:	h	2,39	
Qpunta:	h	2,39	
Carga volumétrica:	kg/m <sup>3</sup>	1,01	
NECESIDADES DE OXIGENO			
DBO5 eliminada:	Kg/dia	4.574,59	
Materia en la balsa:	Kg	15.556,50	
Materia orgánica en la balsa ( 70 % ):	Kg	10.889,55	
Necesidades de oxigeno(nominal):	kg O <sub>2</sub> /d	6.002,17	
Mantenimiento:	0,111	kgO <sub>2</sub> /d	1.726,77
		kgO <sub>2</sub> /h	71,95
Sintesis:	0,548	kgO <sub>2</sub> /d	2.506,88
		kgO <sub>2</sub> /h	104,45
TKN entrada a balsas:		mg/l	55,00
Carga NTK entrada:		kg/h	59,57
Nitrificación:		kgO <sub>2</sub> /h	93,05
18.8ppm*1083m <sup>3</sup> /h*4.57kg O <sub>2</sub> /			
/kg NTK oxidable:			
Desnitrificación:			
6.25ppm*1083m <sup>3</sup> /h*2.86kgO <sub>2</sub> /		kgO <sub>2</sub> /h	19,36
/ kg N-NO <sub>3</sub> elim.			

Factor Punta Contaminación :	1,70			
Temperatura de diseño :		° C	19,00	
			med.:	máx.:
Consumo de oxígeno (nominal):	AOR:	kgO2/h	250,09	374,78
Concentración saturación O2 a 10° C:	cs 10:	mg/l	11,33	11,33
Concentración saturación de O2 a 19° C :	cs*:	mg/l	9,35	9,35
Concentración de oxígeno en licor mezcla:	cl:	mg/l	2,00	2,00
Concentración saturación	cs:	mg/l	9,35	9,35
	cs-cl:	mg/l	7,35	7,35
Coef.de difusión:			0,8455	
Relación presión atmosférica:	Po/Ph		0,94	
alfa:			0,65	
Capacidad de oxigenación real: (AOR*cs 10/(cs-cl)*Raiz(D10/Dt)* Po/Ph*1/alfa)	SOTR=	kgO2/d	11.313,01	16.953,89
	SOTR=	kgO2/h	471,38	706,41
Coeficiente kg O2 por kg DBO5 elim.:		kg/kg	2,47	
Coeficiente global de transferencia:			0,531	
Necesidades de aire:				instal.:
	media:	Nm3/h	5.418,11	8.200,00
	maxima:	Nm3/h	8.119,68	12.300,00
Número de equipos instalados:		Ud	3,00	
Número de equipos en funcionamiento:		Ud	2,00	
Caudal unitario:		Nm3/h	4.100,00	
Altura manométrica :		m.c.a.	6,00	
Cubrición necesidades máximas con reserva:		%	151,48	

**INSTALACION DE REPARTO DE AIRE**

Tipo difusor:		membrana de burbuja fina diámetro 315 mm	
Caudal de aire por domo( diseño) :	m3 aire/h/ud.	6,00	
Rango de aire difusor :	m2	2-7.5	
Superficie unitaria difusor:		0,07	
Transferencia oxigeno(rendimiento):		29,00	
		Ud.nec.:	Ud.adopt.:
Número de domos por balsa:	Ud.	677	756
Número de domos totales:	m	1353	1512
Diámetro colector a cada balsa :	m	0,40	
Diámetro bajantes :	m	0,25	
Velocidad de aire con variador de frecuencia (m/sg):		colector a cada balsa	
		5,99	
	máxima:	8,97	
		bajantes	
	media:	7,67	
	máxima:	11,49	

TRATAMIENTO BIOLÓGICO		
REACTOR BIOLÓGICO		
Caudal medio:	m3/h	1.083,00
Caudal máximo:	m3/h	2.166,00
Caudal punta:	m3/h	2.166,00
Sistema de tratamiento:		fangos activados de media carga con nitrificación-desnitrificación estacional
DBO5 de entrada:	ppm	201,00
DBO5 de salida:	ppm	25,00
Rendimiento:	%	87,56
Peso de DBO5 entrada:	kg/día	5.224,39
Temperatura agua y ambiente:	° C	21,00
Número de unidades en servicio:	Ud	2,00
Dimensiones totales:		
Largo total:	m	34,57
Ancho unitario:	m	15,00
Altura útil:	m	5,00
Volúmen unitario:	m3	2592,75
Volumen total adoptado:	m3	5185,50
ZONA OXICA		
Factor de seguridad nitrificación:		2,50
Edad de fangos mínima en zona aerobia para nitrificación total a 19 ° C :	días	3,06
Edad de fangos necesaria :	días	4,08
Largo unitario:	m	25,92
Ancho unitario:	m	15,00
Altura útil:	m	5,00
Volumen unitario:	m3	1.944,00
Volumen total zona oxica:	m3	3.888,00

ZONA ANOXICA		
Número de compartimentos:	Ud.	2,00
Largo unitario:	m	8,65
Ancho unitario:	m	15,00
Altura útil:	m	5,00
Volumen unitario:	m <sup>3</sup>	648,75
Volumen total zona anoxica:	m <sup>3</sup>	1.297,50
Concentración MLSS:	ppm	3.000,00
Porcentaje materia orgánica adoptada (diseño) :	%	70,00
Concentración MLSSV:	ppm	2.100,00
Carga másica total :	kg/kg/dia	0,336
Producción de fangos diarios :	kg/día	3660
Fangos en exceso:	kg/kg eli.	0,80
Edad del Fango:	días	4,25
Tiempo de retención:		
Qmedio:	h	4,79
Qmax:	h	2,39
Qpunta:	h	2,39
Carga volumétrica:	kg/m <sup>3</sup>	1,01

NECESIDADES DE OXIGENO				
DBO5 eliminada:		Kg/dia	4.574,59	
Materia en la balsa:		Kg	15.556,50	
Materia orgánica en la balsa ( 70 % ):		Kg	10.889,55	
Necesidades de oxigeno(nominal):		kg O2/d	6.513,51	
Mantenimiento:	0,111	kgO2/d	1.726,77	
		kgO2/h	71,95	
Síntesis:	0,548	kgO2/d	2.506,88	
		kgO2/h	104,45	
TKN entrada a balsas:		mg/l	55,00	
Carga NTK entrada:		kg/h	59,57	
Nitrificación:		kgO2/h	119,77	
24.20ppm*1083m3/h*4.57kg O2/ /kg NTK oxidable:				
Desnitrificación:				
8ppm*1083m3/h*2.86kgO2/ / kg N-NO3 elim.		kgO2/h	24,78	
Factor Punta Contaminación :	1,70			
Temperatura de diseño :		° C	21,00	
			verano	
			med.:	máx.:
Consumo de oxígeno (nominal):	AOR:	kgO2/h	271,40	411,00
Concentración saturación O2 a 10° C:	cs 10:	mg/l	11,33	11,33
Concentración saturación de O2 a 21 ° C :	cs*:	mg/l	8,99	8,99
Concentración de oxígeno en licor mezcla:	cl:	mg/l	2,00	2,00
Concentración saturación	cs:	mg/l	8,99	8,99
	cs-cl:	mg/l	6,99	6,99
Coef.de difusión:			0,8145	
Relación presión atmosférica:	Po/Ph		0,94	
alfa:			0,65	
Capacidad de oxigenación real: (AOR*cs 10/(cs-cl)*Raiz(D10/Dt)* Po/Ph*1/alfa)	SOTR=	kgO2/d	12.434,46	18.830,81
	SOTR=	kgO2/h	518,10	784,62
Coeficiente kg O2 por kg DBO5 elim.:		kg/kg	2,72	
Coeficiente global de transferencia:			0,524	
Necesidades de aire:				instal.:
	media:	Nm3/h	5.955,20	10.500,00
	maxima:	Nm3/h	9.018,59	10.500,00

Número de equipos instalados:	Ud	3,00	
Número de equipos en funcionamiento:	Ud	3,00	
Caudal unitario:	Nm3/h	3.500,00	
Altura manométrica :	m.c.a.	6,00	
Cubrición necesidades máximas con reserva:	%	116,43	
<b>INSTALACION DE REPARTO DE AIRE</b>			
Tipo difusor:		membrana de burbuja fina diámetro 315 mm	
Caudal de aire por domo( diseño) :	m3 aire/h/ud.	6,00	
Rango de aire difusor :	m2	2-7.5	
Superficie unitaria difusor:		0,07	
Transferencia oxigeno(rendimiento):		29,00	
		Ud.nec.:	Ud.adopt.:
Número de domos por balsa:	Ud.	752	756
Número de domos totales:	m	1503	1512
Diámetro colector a cada balsa :	m		0,40
Diámetro bajantes :	m		0,25
Velocidad de aire con var.frecuencia (m/sg):		colector a cada balsa	
	media:	6,58	
	máxima:	9,97	
		bajantes	
	media:	8,42	
	máxima:	12,76	

## PRODUCCION DE FANGOS BIOLOGICOS EN EXCESO.

Los fangos activados se componen de:

- La masa activa residual más los residuos:

$$0,14 + \frac{0,57}{[1+0,16 \cdot \text{Edad fango(d)}]}$$

- La materia volátil no degradable existente en el agua bruta.
- La materia mineral

El agua bruta está compuesta por un porcentaje muy elevado en materia volátil, por encima del **90%**, a razón de la industria cárnica muy por encima del porcentaje normal entre el **65% y 70%**.

De acuerdo con los análisis del Pliego de Bases y del lado seguro, adoptamos a efectos del cálculo la siguiente composición de la materia en suspensión.

- **50%** de Volátiles degradables metabolizados en el proceso biológico.
- **30%** de minerales.
- **20%** de materia volátil.

A la masa activa residual, producida por **1 g.** de  $\text{DBO}_5$  tratada, hay que añadir las siguientes masas inertes en función de la ratio Z materias en suspensión  $\text{MS/DBO}_5$ .

Adoptamos:

- Minerales	.....	0,30	Z.
- Volátiles inertes	.....	0,20	Z.
<b>TOTALES</b>	.....	<b>0,50</b>	<b>Z.</b>

La producción de fangos que resulta por la eliminación de 1 g. de DBO<sub>5</sub>, será para la materia en suspensión total en el agua decantada en la decantación secundaria:

- Edad de fangos	.....	4,25	días.
- Sólidos en suspensión en el biológico	.....	103,95	mg/l.
- DBO <sub>5</sub>	.....	201	mg/l.

$$Z = \frac{103,95}{201} = 0,517$$

Producción de fangos biológicos totales (Kg/Kg DBO<sub>5</sub> di).

$$0,14 + \frac{0,57}{[1+0,16 \cdot 4,25]} + 0,50 \cdot 0,517$$

$$= 0,14 + 0,339 + 0,258 = 0,737 \text{ Kg/Kg DBO}_5 \text{ eliminado.}$$

Adoptamos a efectos de diseño, por consiguiente 0,8 Kg de fangos en exceso por Kg. de DBO<sub>5</sub> eliminado.

DECANTACION SECUNDARIA		sin F.-Q.	con F.-Q.
Caudal medio:	m3/h	1,083.00	1,083.00
Caudal maximo:	m3/h	2,166.00	2,166.00
Caudal punta:	m3/h	2,166.00	2,166.00
Tipo:		Gravedad circular	
Forma:		circular	
Numero de unidades instaladas:	Ud	2.00	3.00
Numero de unidades en servicio:	Ud	2.00	3.00
Dimensiones:			
Diametro:	m	34.00	34.00
Altura util:	m	3.00	3.00
Superficie unitaria:	m2	907.92	907.92
Volumen unitario:	m3	2,723.76	2,723.76
MLSS:	ppm	3,000.00	3,000.00
Carga superficial:			
Qpunta:	m3/m2/h	1.19	0.80
Qmedio:	m3/m2/h	0.60	0.40
Tiempo de retención:			
Qpunta:	h	2.52	3.77
Qmedio:	h	5.03	7.55
Carga de sólidos:			
Qpunta:	kg/m2/h	3.58	2.39
Qmedio:	kg/m2/h	1.79	1.19
Longitud unitaria de vertedero:	m	102.10	102.10
Carga sobre vertedero:			
Qpunta:	m3/h/ml	10.61	7.07
Qmedio:	m3/h/ml	5.30	3.54
Sistema de acumulación de fangos:		rasqueta de fondo	
Tubería de alimentación:			
Diametro:	mm	1,000.00	1,000.00
Velocidad máxima:	m/sg	0.57	0.38

RENDIMIENTOS DE DECANTACION SECUNDARIA			
DBO5 entrada:	ppm	201.00	150.00
Rendimientos de eliminacion previstos:	%	87.56	83.33
DBO5 entrada:	kg/dia	5,224.39	3,898.80
DBO5 eliminada:	kg/dia	4,574.59	3,249.00
Fangos biológicos:			
Fango en exceso producido:	kg/dia	3,660.00	2,436.75
Producción específica total de fangos:	kg/kg eli	0.80	0.75
Concentración media:	%	0.70	0.60
Volumen diario correspondiente:	m3/dia	522.86	406.13
Modo de extracción:		temporizado	
Numero de bombas instaladas :	Ud	2.00	2.00
Numero de bombas en funcionamiento:	Ud	1.00	1.00
Tiempo de extracción :	h/d	16.00	16.00
Caudal unitario necesario:	m3/h	32.68	25.38
Caudal unitario adoptado:	m3/h	33.00	33.00
Altura manométrica :	m	10.00	10.00
Potencia unitaria:	cv	3.67	3.67
RETIRADA DE ESPUMAS Y FLOTANTES			
Sistema de extracción:		Barredor superficial	
Evacuación:		Por gravedad	
Tipo de bomba:		Sumergible	
Tipo impulsor :		Vortex	
Numero de bombas en funcionamiento:	Ud	2.00	2.00
Altura manométrica:	m.c.a.	12.00	12.00
Caudal unitario adoptado:	m3/h	20.00	20.00
Potencia unitaria:	cv	4.00	4.00
Diametro tubería:	m	0.08	0.08
Velocidad maxima:	m/sg	1.41	1.41
Evacuacion final:		a cabecera	

### RECIRCULACION DE FANGOS

Concentración en balsas:	kg/m <sup>3</sup>	3.00	3.00
Concentración clarificador:	kg/m <sup>3</sup>	6.00	6.00
Caudal de recirculación adoptado:	m <sup>3</sup> /h	1,623.00	1,623.00
Proporción sobre caudal medio:	%	149.86	149.86
Sistema de elevación:		bombas centrífugas	
Impulsor :		canal	
Regulación :		temporización bombeo	
Número de unidades instaladas:	Ud	3.00	3.00
Número de unidades en servicio:	Ud	2.00	2.00
Caudal unitario:	m <sup>3</sup> /h	541.00	541.00
Altura de elevación:	m.c.a.	4.50	4.50
Potencia unitaria:	cv	21.74	21.74
Proporción en condiciones punta de recirculación incluida reserva	%	74.93	74.93

CLORACION		
Caudal medio:	m3/h	1,083.00
Caudal máximo:	m3/h	2,166.00
Caudal punta:	m3/h	2,166.00
CUBA DE CONTACTO		
Número de unidades instaladas:	Ud	1.00
Número de unidades en funcionamiento:	Ud	1.00
Dimensiones:		
Longitud:	m	20.50
Ancho:	m	8.00
Altura útil:	m	3.31
Superficie unitaria:	m2	164.00
Volúmen unitario:	m3	542.84
Tiempo de contacto:		
Qmedio:	min	30.07
Qpunta:	min	15.04
Los parámetros de diseño considerados han sido:		
T.R.H.:		
Imhoff: más de 15 minutos a Qmax.		

Tamizado de Fangos Primarios		sin F.-Q.	con F.-Q.
Tipo de fangos :		fangos primarios	
Carga media de fangos:	kg/d	5,017.76	6,561.88
Sequedad media:	%	1.50	1.00
Caudal medio: (12 h de extracción)	m3/d	334.52	501.78
	m3/h	27.88	41.81
Caudal punta: (8 h de extracción)	m3/h	41.81	62.72
Tipo de sistema:		microtamiz rotativo	
Número de tamices instalados:	Ud	1.00	1.00
Número de unidades en funcionamiento:	Ud	1.00	1.00
Luz de malla:	mm	3.00	3.00
Capacidad unitaria :	m3/h	140.00	140.00
Potencia unitaria:	cv	1.50	1.50
Descarga residuos:		a contenedor	
Destino detritus :		vertedero de basuras	
Destino fangos tamizados:		espesador de gravedad	
Trasiego :		por gravedad	

ESPEADOR DE GRAVEDAD		sin F.-Q.	con F.-Q.
Fangos retenidos :	kg/día	5,017.76	6,561.88
Concentración purga:	%	1.50	1.00
Caudales:			
Diario :	m3/d	334.52	656.19
Medio:	m3/h	27.88	54.68
Punta:	m3/h	41.81	82.02
Número de unidades instaladas:	Ud	1.00	2.00
Dimensiones:			
Diámetro:	m	13.00	13.00
Altura cilíndrica útil:	m	3.50	3.50
Altura cónica útil:	m	0.98	0.98
Superficie total:	m2	132.73	265.46
Volúmen total útil:	m3	464.56	1,015.84
Carga superficial:			
Media:	m3/m2/h	0.21	0.21
Punta:	m3/m2/h	0.32	0.31
Carga de sólidos:	kg/m2/día	37.80	12.36
Sistema de acumulación de lodos:		barredor con rasqueta de fondo	
Potencia mecanismo de arrastre	cv	1.0	1.0
Concentración a la salida:	kg/m3	55.00	50.00
Caudal de fangos espesados:	m3/día	91.23	131.24
Tiempo de retención:	h	33.33	37.15
Destino fangos espedos :		cámara de mezcla de fangos mixtos	
Vertido :		por gravedad	
Caudal sobrenadante:	m3/día	243.29	364.93
Destino sobrenadante:		cabecera de planta	

## ESPESADOR DE GRAVEDAD

Los parámetros de diseño además del P.B. considerados han sido:

Carga de sólidos:

Imhoff: 50 kg/m<sup>2</sup>/día

PIAM: 70 kg/m<sup>2</sup>/día

Eckenfelder: 100 kg/m<sup>2</sup>/día

Carga superficial:

Imhoff: 0,75 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h

PIAM: 0,6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h

T.R.H.:

Imhoff: 20 horas

PIAM: 1 día

ESPESAMIENTO POR FLOTACION		sin F.-Q.
Fangos retenidos :	kg/día	3660
Concentración purga:	%	0.70
Caudales:		
Medio (10 h / d ) :	m3/h	52.29
Número de unidades instaladas :	Ud	1
Dimensiones unitarias:		
Diámetro:	m	9.00
Altura cilíndrica útil:	m	2.00
Superficie total:	m2	63.62
Volúmen total útil:	m3	127.23
Carga hidráulica:		
Media:	m3/m2/h	0.82
Carga superficial:		
	kg/m2/día	57.53
	kg/m2/h	2.40
Sistema de acumulación de lodos:		rasquetas superficial
Concentración a la salida:	kg/m3	40
Caudal de fangos espesados:	m3/día	91.50
Tiempo de retención:	h	5.84
Destino fangos flotados :		camara de mezcla a digestión
Caudal de sobrenadantes:	m3/día	431.36
Destino sobrenadantes :		por gravedad a red de vaciados y/o a

## RECIRCULACION DE LA FLOTACION

Porcentaje de recirculación:		
Purga decantador:	%	125
Caudal de recirculación máximo necesario :	m3/h	65
Sistema:		bomba centrífuga
Nº de unidades instaladas (1 Ud. en servicio):	Ud	2
Caudal unitario adoptado:	m3/h	68.0
Altura manométrica :	m.c.a.	51.0
Potencia unitaria :	cv	25.0
Sistema de aireación:		compresor
Nº de unidades instaladas(1 de reserva) :	Ud	2
Tipo:		rotativo de paletas
Caudal unitario:	Nm3/h	18.00
Presión de trabajo :	kg/cm2	5.10
Potencia unitaria:	cv	3.00
Nº de tanques de presurización .	Ud	1
Volumen:	lts.	1350
Presión de diseño :	kg/cm2	7.50
Presión de operación:	kg/cm2	4.50
Tiempo de retención :	min.	1.19

### DOSIFICACION POLIELECTROLITO FLOTACION

<b>Fangos en exceso :</b>		
Peso diario:	kg/día	3,660.00
Concentración:	kg/m <sup>3</sup>	0.70
Caudal de fangos:	m <sup>3</sup> /día	522.86
Reactivo:		polielectrolito catiónico
Dosis:	mg/l	0.90
Peso diario:	kg/día	0.47
Dilución de la preparación:	%	0.50
Equipo:		compacto, modular
Número de cubas:	Ud	1.00
Número de compartimentos:	Ud.	3.00
Volumen útil total :	lts.	700.00
Capacidad necesaria al 0.5 % :	kg/h	3.92
Capacidad equipo adoptado al 0.5 % :	kg/h	4.20
<b>Preparación :</b>		en continuo
Volumen necesario:	m <sup>3</sup>	0.09
Capacidad depósito preparación:		
Real:	m <sup>3</sup>	0.23
Sistema de agitación:		electroagitador
Número de electroagitadores:	Ud	2.00
Potencia unitaria:	cv	0.50
Trasiego:		por gravedad
<b>Maduración y almacenamiento</b>		
Dosis:	mg/l	0.90
Peso diario:	kg/día	0.47
Dilución de la preparación:	%	0.50
Número de compartimentos:	Ud	2.00
Tiempo de retención necesario :	h	1.00
Volumen necesario:	m <sup>3</sup>	0.09
Capacidad depósitos maduración:		

### DOSIFICACION POLIELECTROLITO FLOTACION

Real:	m3	0.23
Sistema de agitación compartimento de maduración:		electroagitador
Número de electroagitadores:	Ud	1.00
Potencia unitaria:	cv	0.50
 <b>Dosificación producto seco</b>		
Tipo dosificador :		volumétrico
Caudal producto seco :	l/h	0.5-2.7
Potencia :	cv	0.33
Capacidad tolva :	l	30.00
Tiempo de almacenamiento en tolva:	d	3.00
 <b>Dosificación producto líquido :</b>		
Forma de alimentación:		bomba dosificadora pistón
Número de unidades instaladas:	Ud	2.00
Número de unidades en servicio:	Ud	1.00
	hasta l/h	120.00
Contrapresión :	m.c.a.	50.00
Potencia unitaria:	cv	0.16

CAMARA DE MEZCLA DE FANGOS		sin F.-Q.
Fangos retenidos :	kg/dia	8,678.00
Concentración fangos mixtos espesados :	%	4.75
Caudales:		
Diario :	m3/d	182.69
Medio:       12.00 h/d	m3/h	15.22
Punta:       8.00 h/d	m3/h	22.84
Número de unidades instaladas:	Ud	1.00
Dimensiones:		
Longitud :	m	4.00
Ancho:	m	3.00
Altura útil :	m	2.50
Superficie total:	m2	12.00
Volúmen total útil:	m3	30.00
Sistema de agitación de fangos mixtos :		agitador sumergible de hélice marina
Diámetro hélice :	mm	190.00
Potencia mecanismo de arrastre :	CV	2.0
Factor de agitación :	W/m3	0.05
Tiempo de retención:	h	3.94
Bombeo fangos mixtos:		a digestión anaerobia

## EDAR HUESCA. CALCULOS JUSTIFICATIVOS. DIGESTION ANAEROBIA

### Características de los Fangos

Los fangos espesados son mezclados antes de la alimentación a al digestión. Sus características son las siguientes:

- Tipo de fango .....	Mixto	
- Sólidos totales .....	8.678	kg/d.
- Sólidos volátiles .....	80,0 % 6.942	kg/d.
- Sólidos minerale .....	20,0 % 1.736	kg/d.
- Concentración .....	4,75	%.
- Volumen (S.Tot.(Kg/d) / 47,5Kg/m <sup>3</sup> ) .....	182,7	m <sup>3</sup> /d.

### 1. CALCULO DE LOS DIGESTORES

#### Características de la Digestión

El tipo de digestión adoptada es de alta carga (1,60 <Kg S.S.V/día/m<sup>3</sup> de digestor< 6,40; 1,87 en nuestro caso), con temperatura de digestión de 35 °C y la forma del digestor troncocónica, características éstas habituales en los sistemas de digestión implantados por O.Schulze en todo el mundo.

- Tipo .....	Alta carga	
- Número de etapas .....	1 etapa	
- Número de digestores instalados .....	1	Ud.
- Volumen de digestión requerido .....	3.655	m <sup>3</sup> .
- Forma de los digestores .....	Cilíndricos con conos truncados	

### Dimensiones de los Digestores

- Diámetro . . . . .	16,20	m.
- Altura del cilindro central . . . . .	13,20	m.
- Altura cono truncado superior . . . . .	3,70	m.
- Altura cono truncado inferior . . . . .	7,25	m.
- Altura total . . . . .	24,15	m.
- Superficie lateral cilíndrica unitaria . . . . .	672	m <sup>2</sup> .
- Superficie cono superior unitario . . . . .	218	m <sup>2</sup> .
- Superficie cono inferior unitaria . . . . .	288	m <sup>2</sup> .
- Volumen unitario de digestor . . . . .	3.670	m <sup>3</sup> .
- Volumen total de digestión . . . . .	3.670	m <sup>3</sup> .

### Funcionamiento de la Digestion

Tiempo de retención (Tr= Vol. diges/caudal)	20,1	días.
Carga volumétrica (C <sub>v</sub> = Kg/d /m <sup>3</sup> dig.)		
- Sólidos totales . . . . .	2,36	kg MS/m <sup>3</sup> /d.
- Sólidos volátiles . . . . .	1,89	kg MV/m <sup>3</sup> /d.

Se considera que como término medio, en condiciones normales de operación, el rendimiento obtenido de eliminación de volátiles será del 45%.

- Rendimiento en eliminación de volátiles . . . . .	45	%
- Sólidos volátiles eliminados . . . . .	3.124	kg/d.

Como consecuencia del proceso de digestión, se produce una eliminación de sólidos volátiles, con lo cual la concentración del fango digerido disminuye, siendo sus características las siguientes:

Fangos digeridos:

- Sólidos volátiles (eliminación del 45%) . . . . .	3.818	kg/d.
- Sólidos minerales . . . . .	1.736	kg/d.
- Sólidos totales . . . . .	5.554	kg/d.
- Volumen . . . . .	183	m <sup>3</sup> /d.
- Concentración . . . . .	3,04	%.

### Bombeo de Fangos a Digestion

Teniendo en cuenta el caudal diario de entrada de fangos a la ETP y considerando una duración del bombeo de 24 horas diarias, obtenemos un caudal medio 7,6 m<sup>3</sup>/h (183 m<sup>3</sup>/d / 24h/d). Dada la concentración del fango (4,75%) a bombear, se adoptarán bombas centrífugas de tornillo excéntrico, idóneas para este tipo de fluido.

- Caudal de fangos . . . . .	183	m <sup>3</sup> /d.
- Duración del bombeo . . . . .	24	h/d.
- Tipo de bombas . . . . .	Tornillo excéntrico (Mono)	
- Número de bombas instaladas . . . . .	2	Ud.
- Número de bombas en servicio . . . . .	1	Ud.
- Caudal medio por bomba . . . . .	7,6	m <sup>3</sup> /h.
- Caudal de bomba elegido . . . . .	5-12	m <sup>3</sup> /h.

### Bombeo de Recirculacion de Fangos

Parte del contenido de fangos del digestor es recirculado y mezclado con fango fresco antes del calentamiento y posterior entrada en el digestor, con lo que se obtiene una mezcla más uniforme y una elevación de la temperatura del fango entrante, reduciéndose la demanda energética para el calentamiento de dicho fango.

- Caudal de recirculación por línea . . . . .	2.090	m <sup>3</sup> /d.
- Duración del bombeo . . . . .	22	h/d.
- Número de bombas instaladas . . . . .	2	Ud.
- Número de bombas en funcionamiento por línea . . . . .	1	Ud.
- Caudal unitario necesario . . . . .	95	m <sup>3</sup> /h.

### Agitación de Digestores

El contenido de los digestores es mezclado para asegurar una uniformidad del mismo y por tanto una mayor eficiencia en el proceso de digestión. Esta operación se realiza mediante un agitador de fango anclado en la parte superior del digestor, con capacidad para mezclar un volumen de 7-10 veces el total del digestor.

- Sistema de agitación . . . . .	Mezclador de fango	
- Caudal mínimo de mezcla por digestor (3700 m <sup>3</sup> /ciclo x 7 ciclos/d) . . . . .	25.693	m <sup>3</sup> /d.
- Duración de la agitación . . . . .	24	h/d.
- Caudal necesario de mezclado por digestor	1.071	m <sup>3</sup> /h.
- Caudal real de impulsión mezclador . . . .	1.250	m <sup>3</sup> /h.
- Potencia . . . . .	9,0	kW.

## 2. CALENTAMIENTO DE FANGOS

Para acelerar el proceso de la digestión y en consecuencia disminuir el volumen necesario de los digestores, los fangos deben ser calentados hasta la temperatura requerida, que en este caso, al tratarse de una digestión en el rango termofílico (35 °C), nos origina un salto térmico de 25 °C, considerando que la temperatura del fango fresco es de 10 °C . Para el cálculo de las pérdidas de calor consideramos la situación más desfavorable, la de mayores exigencias térmicas.

## Balance Energetico

- Temperaturas:

* Temperatura de digestión ( $t_d$ ) . . . . .	35	°C.
* Temperatura de los fangos fríos ( $t_f$ )	10	°C.
* Temperatura ambiente ( $t_a$ ) . . . . .	0	°C.
* Temperatura del suelo ( $t_s$ ) . . . . .	10	°C.
- Diferencia temperatura fangos calientes fangos fríos ( $t_d - t_f$ ) . . . . .	25	°C.
- Diferencia temperatura digestor-ambiente ( $t_d - t_a$ ) . . . . .	35	°C.
- Diferencia temperatura digestor-suelo ( $t_d - t_s$ ) . . . . .	25	°C.
- Calentamiento de fangos frescos:		
* Capacidad calorífica de los fangos ( $C_p$ ) . . . . .	1.000	kcal/m <sup>3</sup> /°C.
* Caudal de fangos frescos ( $V$ ) . . . . .	183	m <sup>3</sup> /d.
* Diferencia de temperaturas ( $dT$ ) . . . . .	25	°C.
* Calor necesario ( $Q_1 = C_p \times V \times dT$ ) (Kcal/d) . . . . .	4.568.409	Kcal/d.
	(1Kwh=862Kcal)	5.312KWh/d.
		221,34 Kwh/h.

### Pérdidas de calor por transmisión

Las pérdidas de calor a través de las paredes del digestor, vienen dadas por la expresión:

$$Q_2 = \sum K_i \times S_i \times \Delta T$$

siendo,

$Q_2$ , pérdidas de calor a través de la sup. del digestor (Kcal/h)  
 $K_i$ , coeficientes de transmisión de calor de cada pared (Kcal/m<sup>2</sup>.h.°C)  
 $S_i$ , superficie de intercambio (m<sup>2</sup>)  
 $\Delta T$ , diferencias de temperaturas (°C)

Coeficientes de transmisión de:

- Fango-fondo/pared hormigón-suelo	1,4	w/m <sup>2</sup> /h/°C.
- Fango-pared/techo hormigón-aire .	2,9	w/m <sup>2</sup> /h/°C.
- Fango-pared hormigón sin aislante-aire	2,9	w/m <sup>2</sup> /h/°C.
- Gas-acero de cúpula de gas-aire .	6,0	w/m <sup>2</sup> /h/°C.

Pérdidas de calor por digestor

Aplicando la fórmula anteriormente descrita para cada caso,

- Fondo del digestor ( $Q_a$ ) . . . . .	10.090	Wh/h.
- Cuerpo cilíndrico enterrado (0 m) ( $Q_b$ )	0	Wh/h.
- Cuerpo cilíndrico al aire (13 m) ( $Q_c$ )	68.188	Wh/h.
- Techo del digestor ( $Q_d$ ) . . . . .	22.133	Wh/h.
- Cúpula de gas ( $\phi= 2m$ ) ( $Q_e$ ) . . . . .	660	Wh/h.

Total pérdidas en cada digestor

( $Q_{pd} = Q_a + Q_b + Q_c + Q_d + Q_e$ ) . . . . .	101,07	KW.
------------------------------------------------------	--------	-----

Pérdidas de calor totales ( $Q_2$ ) . . . . .	101,07	KW.
	86.921	Kcal/h.

**Calor Total Requerido**

- Calentamiento de fangos frescos . . . . .	221,34	Kwh/h.
- Pérdidas de calor por transmisión . . . . .	101,07	KWh/h.
- Calor total requerido ( $Q_T = Q_1 + Q_2$ ) . . . . .	322,41	KWh/h.
	277.271	Kcal/h.

## INSTALACIONES DE CALENTAMIENTO DE FANGOS

### Intercambiador de Calor

Lo calculamos teniendo en cuenta las necesidades máximas. Se opta por un intercambiador tubular de tubos concéntricos con los que se obtiene un rendimiento de intercambio térmico fango-agua elevado, y bajos costes de mantenimiento y operación.

- Tipo de intercambiadores . . . . .	Tubulares	
- Calor total requerido . . . . .	7.738	kWh/d.
- Duración del caldeo . . . . .	24	h/d.
- Calor necesario ( $Q_r = Q_T \times 24 \text{ h/d}$ ) . . . . .	322	kWh/h.
- Número de intercambiadores . . . . .	1	Ud.
- Capacidad unitaria necesaria . . . . .	322	kW.
- Factor de reserva . . . . .	20	%.
- Capacidad unitaria teórica . . . . .	387	kW.
- Capacidad unitaria de intercambiador elegido . . . . .	400	kW.
	344.000	kcal/h.

### Dimension del Intercambiador

- Calor unitario necesario . . . . .	387	KW.
- Temperatura entrada agua ( $t_{1a}$ ) . . . . .	80,0	°C.
- Temperatura salida agua ( $t_{2a}$ ) . . . . .	70,0	°C.
- Temperatura entrada fango mezclado ( $t_{fm}$ ) . . . . .	35,0	°C.
- Temperatura salida fango ( $t_f$ ) . . . . .	38,0	°C.
- Temperatura media agua ( $t_{ma} = (t_{1a} - t_{2a})/2$ ) . . . . .	75,0	°C.
- Temperatura media fango ( $t_{mf} = (t_{fm} + t_f)/2$ ) . . . . .	36,5	°C.
- Diferencia de temperaturas agua-fango ( $t_{ma} + t_{mf}$ ) . . . . .	38,5	°C.
- Coeficiente de intercambio . . . . .	800	kcal/m <sup>2</sup> .°C.
	0,92	kw/m <sup>2</sup> .°C.

- Superficie de intercambio necesaria ( $S = Q / C_p \times \Delta T$ ) . . . . .	10,87	m <sup>2</sup> .
- Diámetro de intercambiadores (conducto fango) . . . . .	150	mm.
- Superficie por ml . . . . .	0,48	m <sup>2</sup> /m.
- Coeficiente de seguridad . . . . .	20	%
- Longitud necesaria . . . . .	26,95	m.
- Longitud de los tramos . . . . .	5,50	m.
- Número de tramos . . . . .	5	Ud.

### Caldera de Agua Caliente

Es de tipo pirotubular con quemador mixto para biogás/gasóleo. El rendimiento de la misma es del 85% y consideramos un porcentaje de reserva del 10% . Conocidas las necesidades de calor y teniendo en cuenta los datos anteriores, calculamos la capacidad requerida de la caldera.

- Calor requerido ( $Q_r$ ) . . . . .	322	kWh/h.
- Número de calderas a instalar . . . . .	1	Ud.
- Rendimiento global en calderas . . . . .	85	%.
- Capacidad teórica necesaria . . . . .	379	kW.
- Factor de reserva . . . . .	10	%.
- Capacidad necesaria total . . . . .	417	kW.
- Capacidad unitaria de la caldera adoptada . . . . .	420	kW.
	360.000	Kcal/h.
- Reserva disponible . . . . .	10,7	%.

### Bombas de Agua Caliente

Son de tipo centrífugo y necesitamos una unidad, manteniendo otra en reserva. Su dimensionado se realiza a partir del caudal de agua necesario en función del calor total requerido.

- Calor requerido en los intercambiadores .	322	kW/h.
- Salto térmico del agua . . . . .	10	°C.
- Caudal teórico de agua (Kg/h agua = $Q_r / (c_p \times \Delta T)$ ) . . . . .	28	m <sup>3</sup> /h.
- Duración del caldeo . . . . .	24	h/d.
- Caudal de agua necesario . . . . .	28	m <sup>3</sup> /h.
- Caudal de agua adoptado . . . . .	30	m <sup>3</sup> /h.
- Número de bombas a instalar . . . . .	2	Ud.
- Número de bombas en servicio . . . . .	1	Ud.
- Caudal de agua unitario . . . . .	30	m <sup>3</sup> /h.

### 3. LINEA DE GAS

Como consecuencia de las reacciones anaerobias originadas en los digestores, se obtiene una producción continua de biogás que será recogido en la cúpula de gas existente en la parte superior del digestor, para su utilización como combustible tanto en la caldera como en el motor de recuperación de energía, donde el poder calorífico del biogás se transformará en energía eléctrica.

#### **Produccion de Gas**

La gran experiencia de OSWALD SCHULZE en este tipo de instalaciones nos indica que aún siendo muy conservadores, la producción de biogás es aproximadamente 0,85 m<sup>3</sup> por Kg de materia volátil eliminado.

- Sólidos volátiles eliminados . . . . .	3.124	kg/d.
- Producción específica de gas . . . . .	0,85 m <sup>3</sup> / kgsv elim.	
- Gas producido . . . . .	2.655	m <sup>3</sup> /d.
- Capacidad calorífica del gas . . . . .	5.500	kcal/m <sup>3</sup> .
	6,4	kWh/m <sup>3</sup> .
- Calor total diario disponible . . . . .	14.605.074	kcal/d.
	16.983	KWh/d.

## Consumo de Gas

Se calcula el consumo de gas para el caso más desfavorable que será en aquellos períodos de máximas exigencias energéticas (temperaturas más bajas) y donde además no se utilice el motogenerador, con lo que la caldera deberá suministrar todo el calor requerido para el calentamiento del digestor. Partiendo de los datos obtenidos en el apartado anterior referentes al calor necesario que debe aportar la caldera, y conociendo la capacidad calorífica del biogás, obtenemos el consumo diario del mismo, almacenando el excedente en el gasómetro de baja presión (20 mb) existente, o quemando en la antorcha el sobrante.

- Calor necesario en calderas . . . . .	379	kWh/h.
- Duración del caldeo . . . . .	24	h/d.
- Calor diario requerido . . . . .	9.103	kWh/d.
- Consumo diario de gas en calderas . . . .	1.423	m <sup>3</sup> /d.
- Consumo horario de gas en calderas . . .	59	m <sup>3</sup> /h.

## Almacenamiento de Gas

Consideramos una capacidad mínima de almacenamiento del 20% h sobre la producción diaria media.

- Tipo de gasómetro . . . . .	Doble membrana a Baja presión.	
- Número de gasómetros . . . . .	1	Ud.
- Volumen necesario de almacenamiento (20% sobre produc. media) . . . . .	531	m <sup>3</sup> .
- Capacidad mínima almacenamiento (sobre produc. media) . . . . .	4,8	h.
- Volumen real . . . . .	570	m <sup>3</sup> .
- Capacidad real. Tiempo de retención . . .	5,0	h.
- Porcentaje sobre producción diaria . . . . .	21,5	%.

## Gas en Exceso

Para el dimensionamiento del quemador de biogás en exceso consideramos una capacidad máxima correspondiente al total de gas producido, sin tener en cuenta las necesidades de caldeo.

- Gas diario excedente . . . . .	2.655	m <sup>3</sup> /d.
- Caudal mínimo de gas a quemador . . . .	51	m <sup>3</sup> /h.
- Caudal máximo teórico (sin caldeo) . . . .	111	m <sup>3</sup> /h.
- Capacidad del quemador elegido (150% de sobrecapacidad) . . . . .	275	m <sup>3</sup> /h.

## 4. RECUPERACION DE ENERGIA

- Gas producido . . . . .	2.655	m <sup>3</sup> /d.
- Capacidad calorífica del gas . . . . .	5.500	kcal/m <sup>3</sup> .
	6,4	kWh/m <sup>3</sup> .
- Calor total diario disponible . . . . .	14.605.074	kcal/d.
	16.983	kWh/d.
- Potencia teórica disponible (P <sub>t</sub> ) . . . . .	708	kW.

La estación de recuperación de energía la compone 1 motogenerador que transforma el poder calorífico del biogás en energía eléctrica, recuperando una parte considerable de la energía térmica de los gases de escape y de los circuitos de refrigeración.

- Sistema de generación eléctrica . . . . .	Motogeneradores de gas	
- Número de motogeneradores . . . . .	1	Ud.
- Potencia teórica disponible (P <sub>t</sub> ) . . . . .	708	kW.
- Consumo unitario del motor elegido (C <sub>v</sub> ) .	703	KW.
- Rendimiento eléctrico en motogenerador (r en %) . . . . .	35,0	%.

- Energía eléctrica disponible ( $P_e = C_u \times r/100$ ) . . . . .	247	kW.
- Horas de funcionamiento de los motogenerador	22	h/d.
- Potencia eléctrica del motor ( $P_{em}$ ) . . . . .	247	KW.
- Potencia mecánica . . . . .	259	kW.
- Energía eléctrica total producida ( $E_e = P_{ET} \times 22h$ ) . . . . .	5.434	k Wh/d.
- Energía térmica recuperada:		
* Recuperación de gases de escape ( $r_1$ , en % de energía consumida) . . . . .	18,9	%.
* Energía recuperada de gases de escape (por motor) ( $E_{rg} = C_u \times r_1 /100$ ) . . . . .	134	kW.
* Recuperación de circuito refrigeración ( $r_2$ , en % de energía total) . . . . .	32,5	%.
* Energía recuperada circuito refrigeración ( $E_{rr} = C_u \times r_2$ ) . . . . .	229	kW.
- Total energía térmica recuperada ( $E_{TR} = E_{T1} + E_{T2}$ ) . . . . .	363	kW.
- Calor necesario para calentamiento de fango . . . . .	322	kW.
- Diferencia de E. calorífica (sit. más desfavorable) . . . . .	41	kW.

## DIGESTION ANAEROBIA DE FANGOS

### Características de los Fangos

Tipo de fango		Mixto
Sólidos totales		8.678 kg/d
Sólidos volátiles	80,0 %	6.942 kg/d
Sólidos minerales	20,0 %	1.736 kg/d
Concentración		4,75 %
Volumen (S.Tot.(Kg/d) / 47,5Kg/m <sup>3</sup> )		182,7 m <sup>3</sup> /d

### DIGESTION ANAEROBIA DE FANGOS

Tipo		Alta carga
Número de etapas:		1 etapa
Número de digestores instalados		1 Ud.
Volumen de digestión requerido		3.670 m <sup>3</sup>
Forma del digestor	Cilíndrico con conos truncados en sus extremos	
Diámetro		16,20 m
Altura total interna		24,15 m
Tiempo de retención		20 días
Carga volumétrica		
Sólidos totales		2,36 kg MS/m <sup>3</sup> /d
Sólidos volátiles		1,89 kg MV/m <sup>3</sup> /d
Rendimiento en eliminación de volátiles		45 %
Sólidos volátiles eliminados		3.124 kg/d
Fangos digeridos		
Sólidos volátiles (eliminación del 45%)		3.818 Kg/d
Sólidos minerales		1.736 Kg/d
Sólidos totales		5.554 Kg/d
Volumen		183 m <sup>3</sup> /d
Concentración		3,04%

### Bombeo de Fangos a Digestión

Caudal de fangos	183 m <sup>3</sup> /d
Duración del bombeo	24 h/d
Tipo de bombas	Tornillo excéntrico (Mono)
Número de bombas instaladas	2 unidades
Número de bombas en servicio	1 unidad
Caudal medio bomba	7,6 m <sup>3</sup> /h

### Bombeo de Recirculación de Fangos

Caudal de recirculación por línea	2.090 m <sup>3</sup> /d
Duración del bombeo	22 h/d
Tipo de bombas	Centrífugas
Número de bombas instaladas	2 unidades
Número de bombas en funcionamiento por línea	1 unidad
Caudal unitario	95 m <sup>3</sup> /h

### Agitación de Digestores

Sistema de agitación	Mezclador de fango
Duración de la agitación	24 h/d
Caudal de impulsión mezclador	1.250 m <sup>3</sup> /h
Potencia absorbida	9,0 kW

### CALENTAMIENTO DE FANGOS

#### Calor Total Requerido

Calentamiento de fangos frescos	221,34 Kwh/h
Pérdidas de calor por transmisión	101,07 KWh/h

Calor total requerido	322,41KWh/h
	277.271 Kcal/h

### Intercambiador de Calor

Tipo de intercambiadores	Tubular (Tubos concéntricos)
Calor total requerido	7.738 kWh/d
Duración del caldeo	24 h/d
Calor necesario	322 kWh/h
Número de intercambiadores	1 unidad
Factor de reserva	20 %
Capacidad del intercambiador elegido	400 kW
	344.000 kcal/h
Diámetro del intercambiador conducto fango	DN 150 mm
Diámetro del intercambiador conducto agua	DN 200 mm
Longitud de los tramos	5,50 m
Número de tramos	5 ud.

### Caldera de Agua Caliente

Tipo	Pirotubular con quemador dual biogas/gasoleo
Calor requerido	322 kWh/h
Número de calderas	1 unidad
Rendimiento global en calderas	85%
Factor de reserva	10 %
Capacidad de la caldera adoptada	420 kW
	360.000 Kcal/h

### Depósito auxiliar de gasóleo

Material:	Chapa de acero
Volumen:	20.000 l
Ubicación:	Enterrado
Servicio:	Caldera, en arranque digestión o emergencia

### Bombas de Agua Caliente

Tipo	Centrifugo "in line"
Calor requerido en los intercambiadores	322 kW/h
Duración del caldeo	24 h/d
Caudal	30 m <sup>3</sup> /h
Número de bombas	2 unidades
Número de bombas en servicio	1 unidades

### LINEA DE GAS

#### Produccion de Gas

Sólidos volátiles eliminados	3.124 kg/d
Producción específica de gas	0,85m <sup>3</sup> / kgsv elim.
Gas producido	2.655 m <sup>3</sup> /d
Capacidad calorífica del gas	5.500kcal/m <sup>3</sup>
	6,4 kWh/m <sup>3</sup>
Calor total diario disponible	14.605.074 kcal/d
	16.983 KWh/d

#### Almacenamiento de Gas

Tipo de gasómetro	Doble membrana a Baja presión
Número de gasómetros	1 unidad

Volumen	570 m <sup>3</sup>
Capacidad real. Tiempo de retención	5,0 h
Porcentaje sobre producción diaria	21,5 %

### Gas en Exceso

Gas diario excedente	2.655 m <sup>3</sup> /d
Caudal mínimo de gas a quemador	51 m <sup>3</sup> /h
Caudal máximo teórico (sin caldeo)	111m <sup>3</sup> /h
Capacidad del quemador elegido (150% de sobrecapacidad)	275 m <sup>3</sup> /h

### RECUPERACION DE ENERGIA

Sistema de generación eléctrica	Motogenerador de gas
Número de motogeneradores	1 Ud
Potencia teórica disponible	708 kW
Consumo unitario del motor	703 KW
Rendimiento eléctrico en motogenerador	35,0%
Energía eléctrica disponible	247 kW
Horas de funcionamiento del motogenerador	22 h/d
Potencia eléctrica del motor	247 KW
Energía eléctrica total producida	5.434k Wh/d
Potencia mecánica	259kW

### Sistema de recuperación de energía

Energía térmica recuperada	
Recuperación de gases de escape	18,9 %
	134 kW
Recuperación de circuito refrigeración	32,5 %
	229 kW
Total energía térmica recuperada	363 kW
Calor necesario para calentamiento de fango	322 kW
Diferencia de E. calorífica (sit. más desfavorable)	41 kW

**DEPOSITO ALMACENAMIENTO DE FANGOS DIGERIDOS**

Fangos retenidos :	kg/dia	5,554.00
Concentración fangos digeridos :	%	3.04
Caudales:		
Diario :	m3/d	183.00
Medio:           12.00 h/d	m3/h	15.25
Número de unidades instaladas:	Ud	1.00
Dimensiones:		
Diámetro :	m	12.00
Altura útil :	m	3.60
Superficie total:	m2	113.10
Volúmen total útil:	m3	407.15
Sistema de agitación de fangos digeridos :		pala sobre
Diámetro hélice :	mm	3,600.00
Velocidad salida :	r.p.m.	53
Potencia mecanismo de agitación :	CV	5.5
Factor de agitación :	W/m3	9.94
Tiempo de retención:	h	53.40
Sequedad fangos almacenados y post-espesados:	%	4.00
Volumen diario fangos post-espesados :	m3/d	138.85
Bombeo fangos almacenados:		a filtros banda

DESHIDRATACION DE FANGOS		
Fangos digeridos y espesados:		
Peso diario:	kg/dia	5,554.00
Concentración:	kg/m3	4.00
Caudal de fangos:	m3/dia	138.85
Días útiles a la semana:	día	5.00
Horas de funcionamiento:	h	9.00
Tipo:		filtros banda
Número de unidades instaladas:	Ud	2.00
Número unidades en funcionamiento:	Ud	2.00
Potencia unitaria:	cv	5.50
Ancho de banda:	m	2.00
Superficie filtrante efectiva total :	m2	34.40
Carga horaria por filtro:	kg/h	431.98
Capacidad unitaria real :	m3/h	10.80
Capacidad unitaria adoptada :	m3/h	12.00
Carga específica:	kg/ml/h	215.99
BOMBEO DE FANGO		
Tipo:		tornillo helicoidal
Número de unidades instaladas:	Ud	3.00
Número de unidades en servicio:	Ud	2.00
Caudal máximo unitario necesario :	m3/h	10.80
Altura manométrica:	m.c.a.	15.00
Potencia unitaria:	cv	4.00
Diámetro tubería:	m	0.08
Velocidad máxima:	m/sg	0.31
Rango de caudal adoptado :	m3/h	4-17

### ACONDICIONAMIENTO DE FANGO

Reactivo:		polielectrolito catiónico
Dosis:	kg/tn	4.00
Peso diario:	kg/día	31.10
Dilución de la preparación:	%	0.50
Equipo:		compacto, modular
Número de cubas:	Ud	1.00
Número de compartimentos:	Ud.	3.00
Volumen útil total :	lts.	1,750.00
Capacidad al 0.5 % :	kg/h	4.20
<b>Preparacion :</b>		en continuo
Volumen necesario:	m3	0.69
Capacidad depósito preparación:		
Real:	m3	0.80
Sistema de agitación:		electroagitador
Número de electroagitadores:	Ud	1.00
Potencia unitaria:	cv	0.50
Trasiego:		por gravedad
<b>Dosificación producto seco</b>		
Tipo dosificador :		volumétrico
Densidad aparente :		0.90
Caudal producto seco necesario :	l/h	3.84
Caudal producto seco admisible :	l/h	4.20
Potencia :	cv	0.33
Capacidad tolva :	l	60.00
Tiempo de almacenamiento en tolva:	d	1.74

<b>Maduración y almacenamiento</b>		
Dosis:	kg/tn	4.00
Peso diario:	kg/día	31.10
Dilución de la preparación:	%	0.50
Número de compartimentos:	Ud	2.00
Tiempo de retención necesario :	h	1.00
Volumen necesario:	m3	0.69
Capacidad depósitos preparación:		
Real:	m3	0.95
Tiempo de retención real :	h	1.00
Sistema de agitación compartimento de maduración:		electroagitador
Número de electroagitadores:	Ud	1.00
Potencia unitaria:	cv	0.50
Destino reactivo:		Cuba de almacenamiento y /o filtros
<b>Dosificación:</b>		
Forma de alimentación:		bomba dosificadora tornillo helicoidal
Número de unidades instaladas:	Ud	3.00
Número de unidades en servicio:	Ud	2.00
Caudal máximo unitario:	l/h	345.58
Caudales de trabajo adoptado :	l/h	150-750
Altura manométrica:	m.c.a.	60.00
Potencia unitaria:	cv	0.50
<b>AGUA DE LAVADO</b>		
Número de unidades instaladas:	Ud	3.00
Número de unidades en servicio:	Ud	2.00
Tipo:		Verticales multicelulares
Caudales de trabajo:	m3/h	15.00
Altura manométrica:	m.c.a.	50.00
Potencia unitaria:	cv	7.50

FANGOS SECOS		
Peso de fangos a secar útil:	kg/día	7,775.60
Concentración:	%	25.00
Volumen de fangos secos:	m3/día	31.10
Densidad:	kg/m3	1,050.00
Peso de fangos secos:	Tm/día	32.66
Caudal líquido filtrado:	m3/día	145.79
TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE FANGOS		
Sistema de transporte de fangos deshidratados:		cintas transportadoras
Número de cintas horizontales instaladas:	Ud	1.00
Número de unidades en servicio:	Ud	1.00
Tipo :		lisa
Longitud	m	12
Ancho	mm	500
Potencia unitaria :	cv	3
Número de cintas inclinadas instaladas:	Ud	1.00
Número de unidades en servicio:	Ud	1.00
Tipo :		lisa
Longitud	m	24
Ancho	mm	500
Potencia unitaria :	cv	5.5
Número de tolvas:	Ud	1.00
Tipo:		cerrada, de acero
Forma :		tronco-cónico invertido
Volumen unitario:	m3	80.00
Tiempo de almacenamiento:	día	3.60
Destino final:		vertedero de fangos
Tipo extractor :		rotativo
Número de extractores :	Ud.	2.00
Potencia unitaria motor :	cv	3.00

**ANEJO Nº 6**

---

**CALCULOS HIDRAULICOS**  
**(Línea Piezométrica)**

---

---

## 6.1. CALCULOS HIDRAULICOS EDAR

---

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

DATOS:	Q medio m3/h	Q punta m3/h	Q máximo m3/h	Q mínimo m3/h
Pretratamiento:	1083	4332	4332	540
Trat primario :	1083	2166	2166	540
Trat biológico :	1083	2166	2166	540

---

### OBRA DE LLEGADA EDAR

Strickler:

$$v = k \cdot R^{(2/3)} \cdot R_{\text{cuad}}(l)$$

conducción de entrada flujo a sección llena

d=	1,20	m	Diámetro
A=	1,131	m <sup>2</sup>	Sección
U=	3,770	m	Perímetro
R=	0,300	m	Radio hidráulico
R <sup>(2/3)</sup> =	0,448		
I=	4,000	‰	Pendiente solera
Raiz I=	0,063		
k=	75		Coefficiente de rugosidad(Strickler)
v=	2,131	m/seg	Velocidad a sección llena
Q=	2,411	m <sup>3</sup> /seg	Caudal a sección llena

Altura lámina de agua para 1.2 m <sup>3</sup> /seg :	0,598 m
Velocidad para 1.2 m <sup>3</sup> /seg :	2,126 m/seg
Solera tubería de llegada DN 1200 mm. (Pte. 4 ‰)	49,310 m
Solera canal de llegada :	49,020 m

COTA DE LAMINA DE AGUA CANAL OBRA DE LLEGADA a Qmáx.: 49,908 m

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

COTA DE LAMINA DE AGUA CANAL a Qmed.:	49,592 m
COTA DE LAMINA DE AGUA CANAL a Qmín.:	49,474 m
COTA VERTEDERO BY-PASS GENERAL	50,000
Cota lámina de agua max. antes del vertedero suponiendo caudal del llegada de 4332 m3/h y avenida de 100 años:	50,565 m

### CANAL DE LLEGADA A POZO DE GRUESOS

Resguardo por aireación : 0,01 m

Pérdida en canal antes del pozo de gruesos :

Bazin

$$c = 87 * \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

Q =	1,203 m3/sg	Caudal
a =	2,00 m	ancho canal
h =	0,88 m	altura canal
Rh =	0,468 m	radio hidraulico
gama =	0,160 m	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	70,50	

Chezy

$$i = v^2/c^2/Rh$$

$$v = 0,69 \text{ m/sg}$$

$$i = 0,0002019 \text{ m}$$

$$l = 5,50 \text{ m}$$

Perdida real: 0,001 m

Perdida por compuerta:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k =	1,05	
Q =	1,203 m3/sg	caudal máximo
a =	1,50 m	ancho compuerta
h =	0,887 m	alto compuerta

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

v = 0,904 m/sg velocidad

Perdida: 0,044 m

COTA DE LAMINA DE AGUA ANTES DEL POZO DE GRUESOS : 49,853 m

Se considera la pérdida en la línea de agua a lo largo del pozo de gruesos despreciable.

COTA DE LAMINA DE AGUA EN EL POZO DE GRUESOS : 49,853 m

### PREDESBASTE

Caudal máximo: 4332 m<sup>3</sup>/h = 1,203 m<sup>3</sup>/sg  
Número de líneas: 1 Ud.

COTA LAMINA DE AGUA ANTES DE REJA DE MUY GRUESOS: 49,853 m

Pérdida de Reja :

$$k_1 \times k_2 \times k_3 \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

Q = 1,203 m<sup>3</sup>/sg caudal  
a = 2,00 m ancho canal reja  
h = 0,83 m alto canal reja  
v = 0,722 m/sg velocidad  
k1 = 1,429 Atascamiento (100/m)  
k2 = 1,00 Sección barrote (1 rectos)  
k3 = 0,53 Relación ancho /separación

Perdida : 0,020 m

# Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

## LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

### REJA DE GRUESOS

Caudal máximo: 4332 m<sup>3</sup>/h = 1,203 m<sup>3</sup>/sg  
Número de líneas: 2 Ud.

Pérdida en canal de rejas canal:

Bazin

$$c = 87 * \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

Q = 0,602 m<sup>3</sup>/sg Caudal  
a = 1,00 m ancho canal  
h = 0,88 m altura canal  
Rh = 0,319 m radio hidraulico  
gama = 0,160 m para el hormigon, mayor a mayor rugosidad  
c = 67,79

Chezy

$$i = v^2 / c^2 / Rh$$

v = 0,69 m/sg  
i = 0,0003205 m  
l = 4,50 m

Perdida real: 0,001 m

Perdida por compuerta:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k = 1,05  
Q = 0,602 m<sup>3</sup>/sg caudal máximo  
a = 0,88 m ancho compuerta  
h = 0,832 m alto compuerta  
v = 0,823 m/sg velocidad

Perdida: 0,036 m

COTA LAMINA DE AGUA ANTES DE REJA DE GRUESOS:

49,796 m

Pérdida de Reja :

$$k_1 \times k_2 \times k_3 \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

Q =	0,602 m <sup>3</sup> /sg	caudal
a =	1,00 m	ancho canal reja
h =	0,78 m	alto canal reja
v =	0,776 m/sg	velocidad
k1 =	1,429	Atascamiento (100/m)
k2 =	0,75	Seccion barrote (1 rectos-0,37 dinamicos)
k3 =	0,40	Relacion ancho /separacion

Perdida : 0,0131 m

COTA LAMINA DE AGUA SALIDA DESBASTE GRUESO A BOMBEO

49,782 m

Resguardo por aireación :

0,012 m

COTA LÁMINA DE AGUA ANTES DEL POZO DE BOMBEO

49,770 m

### BOMBEO DE CABECERA A DESBASTE FINO

Cota lámina de agua en el pozo de bombeo:

49,110 m

Se mantiene una lámina que varía poco.

Solera del pozo de bombeo:

48,000 m

### BOMBEO

Cota lámina de agua canal de reparto a desbaste fino:

54,64 m

Altura geométrica real :

5,53 m

Altura geométrica media adoptada :

5,80 m

Perdidas localizadas

anulación de velocidad	1,00
cambio de sentido:	0
entrada:	0

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

codo : 0,6

Q = 0,300 m3/sg  
d = 0,40 m  
v = 2,387 m/sg  
k = 1,6

Perdida: 0,465 m

Perdida en tubería:

Por Colebrook:

$$i = f \times v^2 / (2 \times g \times d)$$

Q = 0,300 m3/sg	Caudal		
d = 0,40 m	Diametro conduccion		
Re = 750000	Número de Reynolds		
Ks = 0,0005 m	Coefficiente de rugosidad		
f = 0,0211	Tiene que ser igual	6,8843	6,8853
v = 2,387 m/sg			
i = 0,0153231 m			

La longitud de la tubería es de :

l = 9,00 m

Perdida: 0,138 m

Altura manométrica bombeo : 6,403 m

Altura manométrica adoptada : 6,400 m

COTA LAMINA DE AGUA ENTADA A CANAL DE DESBASTE FINO :

54,640 m

### CANAL A TAMIZADO FINO

Pérdida por canal:

Bazin

$$c = 87 * \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

Q =	1,200 m <sup>3</sup> /sg	Caudal
a =	6,10 m	ancho medio canal
h =	1,20 m	altura canal
Rh =	0,861 m	radio hidraulico
gama =	0,160 m	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	74,21	

Chezy

$$i = v^2/c^2/Rh$$

$$v = 0,16 \text{ m/sg}$$

$$i = 5,667E-06 \text{ m}$$

$$l = 2,50 \text{ m}$$

Perdida real: 0,000 m

COTA LAMINA DE AGUA ANTES DE COMPUERTA DE ENTRADA A TAMIZADO FINO :

54,640 m

Perdida por compuerta:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$k = 1,05$$

$$Q = 1,203 \text{ m}^3/\text{sg} \quad \text{caudal máximo}$$

$$a = 1,00 \text{ m} \quad \text{ancho compuerta}$$

$$h = 1,20 \text{ m} \quad \text{alto compuerta}$$

$$v = 1,003 \text{ m/sg} \quad \text{velocidad}$$

Perdida: 0,054 m

### TAMIZADO FINO

Caudal máximo: 4332 m<sup>3</sup>/h = 1,203 m<sup>3</sup>/sg

Número de líneas: 2 Ud.

Se considera para caudales por encima del caudal punta en tiempo seco 2 tamices en servicio.

Cota máxima lámina de agua entrada tamices: 54,586 m

Perdida máxima lámina de agua por tamizado: 0,30 m

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

Lámina máxima de agua detrás desbaste fino : 54,286 m

Pérdida en canal:

Bazin

$$c = 87 * \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

Q =	1,203 m <sup>3</sup> /sg	Caudal
a =	1,00 m	ancho canal
h =	0,85 m	altura canal
Rh =	0,314 m	radio hidraulico
gama =	0,160 m	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	67,68	

Chezy

$$i = v^2 / c^2 / Rh$$

v =	0,71 m/sg
i =	0,0003511 m
l =	4,0 m

Perdida real: 0,001 m

Perdida por compuerta:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k =	1,05	
Q =	1,203 m <sup>3</sup> /sg	caudal
a =	1,00 m	ancho compuerta
h =	0,846 m	alto compuerta
v =	0,711 m/sg	velocidad

Perdida: 0,027 m

Se considera las pérdidas a lo largo del canal de reparto a desarenado-desengrasado despreciables.

**COTA LAMINA DE AGUA ANTES DE ENTRADA A DESARENADO-DESENGRASADO :**

54,258 m

# Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

## LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

### DESARENADOR

Caudal máximo: 4332 m<sup>3</sup>/h = 1,203 m<sup>3</sup>/sg  
Número de líneas: 3 Ud.

Perdida por compuerta:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k = 1,05  
Q = 0,401 m<sup>3</sup>/sg caudal  
a = 0,80 m ancho compuerta  
h = 0,810 m alto compuerta  
v = 0,619 m/sg velocidad

Perdida: 0,021 m

Resguardo: 0,037 m

**COTA LAMINA DE AGUA DESARENADOR:**

**54,200 m**

Vertedero de pared delgada

$$Q = m \times L \times h \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

m = 0,4 con velocidad baja  
m = 0,34 vertedero circular

Q = 1,200 m<sup>3</sup>/sg Caudal Q<sub>máx</sub>(m<sup>3</sup>/sg): 1,20  
L = 6,90 m Longitud vertedero Q<sub>min</sub> (m<sup>3</sup>/sg): 0,150

$$m = (2/3) \times (0,605 + (1/(1050 \times h))) + 0,08 \times h/p$$

h = 0,2093 m Altura sobre vertedero  
p = 3,10 m Altura pared de agua hasta el vertedero

m = 0,410 m Valor real  
h = 0,209 m Valor real

Para caudal máximo la cota será:

0,2093 m

**COTA VERTEDERO DESARENADOR:**

**53,991 m**

Resguardo por aireación:

0,10 m

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

COTA LAMINA DE AGUA CANAL SALIDA DESARENADOR: 53,890 m

Perdida en canal salida desarenador:

Bazin

$$c = 87 * \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

Q =	1,203	m <sup>3</sup> /sg	Caudal
a =	1,50	m	ancho canal
h =	0,80	m	altura canal
Rh =	0,387	m	radio hidraulico
gama =	0,160	m	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	69,20		

Chezy

$$i = v^2 / c^2 / Rh$$

v =	1,00	m/sg
i =	0,0005424	m
l =	10,5	m

Perdida real: 0,006 m

COTA LAMINA DE AGUA SALIDA CANAL DESARENADO-DESENGRASADO : 53,884 m

### DESARENADO A MEDIDOR DE CAUDAL

Pérdida por canal:

Bazin

$$c = 87 * \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

Q =	0,602	m <sup>3</sup> /sg	Caudal
a =	1,50	m	ancho canal
h =	0,69	m	altura canal
Rh =	0,359	m	radio hidraulico
gama =	0,160	m	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	68,67		

Chezy

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

$$i = v^2/c^2/Rh$$

$$v = 0,58 \text{ m/sg}$$

$$i = 0,0001994 \text{ m}$$

$$l = 4 \text{ m}$$

$$\text{Perdida real: } 0,001 \text{ m}$$

$$\text{Resguardo por aireación: } 0,022 \text{ m}$$

$$\text{COTA LAMINA DE AGUA ENTRADA MEDIDOR: } 53,861 \text{ m}$$

#### CANAL PARSHALL

$$\text{Caudal máximo: } 2166 \text{ m}^3/\text{h} = 0,602 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$Q = 2,33 / 100 \times W \times (Ha/304,8) \exp (1,522 \times (W/304,8) \exp 0,026)$$

Q =	36,1055 m <sup>3</sup> /min	Caudal (l/sg y m <sup>3</sup> /h):	602	2166
W =	457 mm	Anchura garganta ( 1 pie = 0,3048 m)		
Ha =	674,2 mm	Calado agua arriba		

$$\text{Cota lamina de agua a caudal maximo: } 53,625 \text{ m. (despues del medidor)}$$

$$\text{Perdida lamina agua aguas abajo: } 236 \text{ mm}$$

$$\text{Cota solera: } 53,19 \text{ m}$$

Para el caudal mínimo:

$$\text{Caudal mínimo: } 540 \text{ m}^3/\text{h} = 0,150 \text{ m}^3/\text{sg}$$

$$Q = 2,33 / 100 \times W \times (Ha/304,8) \exp (1,522 \times (W/304,8) \exp 0,026)$$

Q =	8,9983 m <sup>3</sup> /min	Caudal (l/sg y m <sup>3</sup> /h):	150	540
W =	457 mm	Anchura garganta ( 1 pie = 0,3048 m)		
Ha =	273,2 mm	Calado agua arriba		

$$\text{Cota lamina de agua a caudal minimo: } 53,460 \text{ m. (despues del medidor)}$$

$$\text{Perdida lamina agua aguas abajo: } 96 \text{ mm}$$

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

COTA LAMINA DE AGUA SALIDA CANAL PARSHALL:

53,460 m

### MEDIDOR A TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO

Pérdida por canal:

Bazin

$$c = 87 * \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

Q =	0,602 m <sup>3</sup> /sg	Caudal
a =	2,30 m	ancho canal
h =	0,59 m	altura canal
Rh =	0,390 m	radio hidraulico
gama =	0,160 m	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	69,26	

Chezy

$$i = v^2 / c^2 / Rh$$

v =	0,44 m/sg
i =	0,0001051 m
l =	4 m

Perdida real: 0,000 m

Perdidas localizadas

anulación de velocidad :	1,0
cambio de sentido:	1,3
entrada:	0
codos :	0

Q =	0,602 m <sup>3</sup> /sg	
a =	2,30 m	ancho canal
h =	0,59 m	altura canal
v =	0,443 m/sg	
k =	2,3	

Perdida: 0,023 m

Pérdidas por ensanchamiento :

$$\text{Pérdida : } = 1 / (2g) * (v_1 - v_2) \text{ exp } 0.5$$

Q = 0,602 m<sup>3</sup>/sg

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

v1 = 0,679 m/sg canal salida medidor  
v2 = 0,443 m/sg canal ensanchado

Perdida : 0,025 m

Resguardo : 0,000 m

COTA LAMINA DE AGUA CANAL DE REPARTO A MEZCLA : 53,412 m

### TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO

Caudal máximo: 2166,00 m3/h = 0,602 m3/sg  
Número de líneas: 2 Ud.

Resguardo por aireación: 0,23 m

Perdida por cambio de sentido y entrada:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k = 1,05  
Q = 0,301 m3/sg caudal  
a = 0,70 m ancho compuerta  
h = 0,50 m alto compuerta  
v = 0,860 m/sg velocidad

Perdida: 0,040 m

Pérdida por apertura sumergida

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k = 0,62  
Q = 0,301 m3/sg caudal  
a = 2,8 m ancho  
h = 0,75 m alto  
v = 0,143 m/sg velocidad

Perdida: 0,001 m

# Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

## LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

**COTA LÁMINA DE AGUA EN PRIMERA CÁMARA DE MEZCLA** **53,142 m**

Vertedero de pared delgada

$$Q = m \times L \times h \times \text{sqrt}(2 \times g \times h)$$

Q =	0,603 m <sup>3</sup> /sg	Caudal	Caudal maximo:	0,602 m <sup>3</sup> /sg
L =	5,60 m	Longitud vertedero		

$$m = (2/3) \times (0,605 + (1/(1050 \times h)) + 0,08 \times h/p)$$

h =	0,152 m	Altura sobre vertedero
p =	2,9 m	Altura pared de agua hasta el vertedero

m =	0,410 m	Valor real
h =	0,152 m	Valor real

Para caudal maximo la cota será: **0,152 m**

**COTA VERTEDERO A SEGUNDO COMPARTIMENTO DE MEZCLA :** **52,990 m**

La pérdida a lo largo de la segunda cámara de mezcla consideramos despreciable.

**COTA LAMINA DE AGUA SEGUNDA CAMARA DE MEZCLA** **53,122 m**

Pérdida por apertura sumergida

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k =	0,62	
Q =	0,602 m <sup>3</sup> /sg	caudal
a =	2,80 m	ancho
h =	0,75 m	alto
v =	0,287 m/sg	velocidad

Perdida: **0,003 m**

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

#### COTA LÁMINA DE AGUA EN LA PRIMERA CÁMARA DE FLOCULACION

53,119 m

La pérdida a lo largo de las cámaras de floculación consideramos despreciable

Vertedero de pared delgada

$$Q = m \times L \times h \times \text{sqr}(2 \times g \times h)$$

Q = 0,602 m<sup>3</sup>/sg Caudal Caudal maximo: 0,602 m<sup>3</sup>/sg

L = 11,20 m Longitud vertedero

$$m = (2/3) \times (0,605 + (1/(1050 \times h))) + 0,08 \times h/p$$

h = 0,0954 m Altura sobre vertedero

p = 2,90 m Altura pared de agua hasta el vertedero

m = 0,412 m Valor real

h = 0,095 m Valor real

Para caudal maximo la cota será: 0,0954 m

#### COTA VERTEDERO A SEGUNDO COMPARTIMENTO DE FLOCULACION :

53,047 m

Resguardo por aireación : 0,109 m

#### COTA LÁMINA DE AGUA EN LA SEGUNDA CÁMARA DE FLOCULACION

53,010 m

Pérdida por apertura sumergida

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k = 0,62

Q = 0,301 m<sup>3</sup>/sg caudal

a = 5,65 m ancho

h = 0,75 m alto

v = 0,071 m/sg velocidad

Perdida: 0,0002 m

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

Perdida por cambio de sentido y entrada:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k =	1,05		
Q =	0,301	m3/sg	caudal
a =	1,50	m	ancho compuerta
h =	0,44	m	alto compuerta
v =	0,456	m/sg	velocidad

Perdida: 0,011 m

COTA ARQUETA SALIDA SEGUNDO COMPARTIMENTO DE FLOCULACION :

52,999 m

Resguardo por aireación :

0,127 m

COTA LAMINA DE AGUA ENTRADA TUBERIA DN 600 A DECANTACION PRIMARIA

52,872

### FISICO-QUIMICO A DECANTADORES PRIMARIOS

Perdidas localizadas

puesta en velocidad:	1,0
cambio de sentido:	1,3
entrada:	0,5
codo de 30°:	0,4

Q =	0,301	m3/sg
d =	0,60	m
v =	1,064	m/sg
k =	3,2	

Perdida: 0,185 m

Perdida en tubería:

Por Colebrook:

$$i = f \times v^2 / (2 \times g \times d)$$

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

Q =	0,301 m <sup>3</sup> /sg	Caudal		
d =	0,60 m	Diametro conduccion		
Re =	501388,89	Número de Reynolds		
Ks =	0,0005 m	Coficiente de rugosidad		
f =	0,0195	Tiene que ser igual	7,1611487	7,1664707
v =	1,064 m/sg			
i =	0,0018752 m			

La longitud de la tubería es de :

$$l = 70 \text{ m}$$

Perdida: 0,131 m

Perdida por entrada:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k =	1,25	
Q =	0,301 m <sup>3</sup> /sg	caudal
n =	4	numero de aperturas
a =	0,54 m	ancho apertura
h =	0,72 m	alto apertura
v =	0,193 m/sg	velocidad

Perdida: 0,002 m

Resguardo por aireación : 0,014 m

COTA DE LAMINA DE AGUA EN EL DECANTADOR:

52,540 m

Vertedero de pared delgada

$$Q = m \times L \times h \times \text{sqr}(2 \times g \times h)$$

Q =	0,302 m <sup>3</sup> /sg	Caudal
L =	76,96 m	Longitud vertedero
h =	0,0158 m	Altura sobre vertedero
p =	3,00 m	Altura pared de agua hasta el vertedero
m =	0,444 m	Valor real
h =	0,016 m	Valor real

Para caudal maximo la cota será: 0,016 m

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

COTA VERTEDERO DECANTADOR: 52,524 m

Resguardo por aireación: 0,10 m

COTA SUPERIOR NIVEL DE AGUA CANAL DECANTADOR: 52,420 m

Pérdida en canal de salida de decantación primaria:

Bazin

$$c = 87 * \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

Q =	0,151 m <sup>3</sup> /sg	Caudal
a =	0,60 m	ancho canal
h =	0,44 m	altura canal
Rh =	0,178 m	radio hidraulico
gama =	0,160	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	63,10	

Chezy

$$i = v^2/c^2/Rh$$

v =	0,57 m/sg
i =	0,0004606 m

La longitud de medio vertedero es:

l = 38,48 m

Perdida: 0,018 m

COTA NIVEL DE AGUA CANAL DE DECANTACION: 52,402 m

Resguardo por aireación : 0,048 m

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

#### SALIDA DECANTACION PRIMARIA A REPARTO A BALSAS BIOLÓGICAS

##### Perdidas localizadas

puesta en velocidad:	0
cambio de sentido:	0
entrada:	0,75
codo de 90°:	0

Q = 0,301 m<sup>3</sup>/sg  
d = 0,60 m  
v = 1,065 m/sg  
k = 0,75

Perdida: 0,043 m

##### Perdida en tubería:

Por Colebrook:

$$i = f \times v^2 / (2 \times g \times d)$$

Q = 0,301 m <sup>3</sup> /sg	Caudal		
d = 0,60 m	Diametro conduccion		
Re = 501666,67	Número de Reynolds		
Ks = 0,0005 m	Coefficiente de rugosidad		
f = 0,0195	Tiene que ser igual	7,1611	7,1665
v = 1,065 m/sg			
i = 0,0018773 m			

La longitud de la tubería es de :

l = 11,00 m

Perdida: 0,021 m

**COTA LAMINA EN ARQUETA DE UNION :**

**52,290 m**

##### Perdidas localizadas

puesta en velocidad:	0
cambio de sentido:	0
entrada:	0,75
codo de 90°:	0

Q = 0,602 m<sup>3</sup>/sg  
d = 0,80 m

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

v = 1,198 m/sg  
k = 0,75  
Perdida: 0,055 m

Perdida en tubería:

Por Colebrook:

$$i = f \times v^2 / (2 \times g \times d)$$

Q =	0,602 m3/sg	Caudal		
d =	0,80 m	Diametro conduccion		
Re =	752500	Número de Reynolds		
Ks =	0,0005 m	Coefficiente de rugosidad		
f =	0,01815	Tiene que ser igual	7,4227	7,4258
v =	1,198 m/sg			
i =	0,0016586 m			

La longitud de la tubería es de :

l = 11,00 m

Perdida: 0,018 m

**COTA LAMINA EN ARQUETA DE UNION :**

**52,217 m**

Perdidas localizadas

puesta en velocidad:	0
cambio de sentido:	0
entrada:	1,00
codo de 90°:	0

Q = 0,903 m3/sg  
d = 1,00 m  
v = 1,150 m/sg  
k = 1  
Perdida: 0,067 m

Perdida en tubería:

Por Colebrook:

$$i = f \times v^2 / (2 \times g \times d)$$

Q =	0,903 m3/sg	Caudal
d =	1,00 m	Diametro conduccion

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

Re =	903000	Número de Reynolds		
Ks =	0,0005 m	Coefficiente de rugosidad		
f =	0,01725	Tiene que ser igual	7,6139	7,6121
v =	1,150 m/sg			
i =	0,0011622 m			

La longitud de la tubería es de :

$$l = 4,00 \text{ m}$$

Perdida: 0,005 m

COTA LAMINA DE AGUA EN LA ENTRADA ARQUETA DE REPARTO : 52,145 m

#### REPARTO A TRATAMIENTO BIOLÓGICO:

Pérdida por canal:

Bazin

$$c = 87 * \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

Q =	0,903 m <sup>3</sup> /sg	Caudal
a =	1,10 m	ancho canal
h =	0,64 m	altura canal
Rh =	0,296 m	radio hidraulico
gama =	0,160 m	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	67,22	

Chezy

$$i = v^2 / c^2 / Rh$$

v =	1,28 m/sg
i =	0,0012308 m
l =	4 m

Perdida real: 0,005 m

COTA LAMINA DE AGUA ENTRADA ARQUETA A BIOLÓGICO : 52,140 m

#### TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Caudal máximo:	2166 m <sup>3</sup> /h =	0,602 m <sup>3</sup> /sg
Número de líneas:	2 Ud.	

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

Perdida por cambio de sentido y entrada:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k = 1,05

Q =	0,301 m3/sg	caudal
a =	0,80 m	ancho compuerta
h =	0,41 m	alto compuerta
v =	0,918 m/sg	velocidad

Perdida: 0,045 m

Resguardo por aireación : 0 m

Vertedero de pared delgada

$$Q = m \times L \times h \times \text{sqr}(2 \times g \times h)$$

Q =	0,600 m3/sg	Caudal	Caudal maximo:	0,600 m3/sg
L =	3,00 m	Longitud vertedero		

$$m = (2/3) \times (0,605 + (1/(1050 \times h)) + 0,08 \times h/p)$$

h =	0,230 m	Altura sobre vertedero
p =	5,00 m	Altura pared de agua hasta el vertedero
m =	0,409 m	Valor real
h =	0,230 m	Valor real

Para caudal maximo la cota será: 0,230 m

**COTA VERTEDERO ENTRADA BALSAS BIOLOGICAS: 51,865 m**

Resguardo por aireación: 0,075 m

**COTA DE LAMINA DE AGUA EN EL TRATAMIENTO BIOLOGICO: 51,790 m**

Se considera la pérdida de carga a lo largo de las balsas biológicas despreciable.

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

Vertedero de pared delgada

$$Q = m \times L \times h \times \text{sqr}(2 \times g \times h)$$

Q =	0,903 m3/sg	Caudal	Caudal maximo:	0,903 m3/sg
L =	8,00 m	Longitud vertedero		

$$m = (2/3) \times (0,605 + (1/(1050 \times h)) + 0,08 \times h/p)$$

h =	0,1571 m	Altura sobre vertedero
p =	5,00 m	Altura pared de agua hasta el vertedero

m =	0,409 m	Valor real
h =	0,157 m	Valor real

Para caudal máximo la cota será: 0,1571 m

**COTA VERTEDERO Balsa de Tratamiento Biológico:** 51,633 m

Resguardo por aireación: 0,10 m

Pérdida en canal de salida de tratamiento biológico:

Bazin

$$c = 87 \times \text{rcuad}(Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad}(Rh))$$

Q =	0,903 m3/sg	Caudal
a =	1,00 m	ancho canal
h =	1,27 m	altura canal
Rh =	0,359 m	radio hidraulico
gama =	0,160	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	68,66	

Chezy

$$i = v^2 / c^2 / Rh$$

v =	0,71 m/sg
i =	0,0002989 m

La longitud del canal es :

l =	8,00 m
-----	--------

Perdida: 0,002 m

**COTA NIVEL DE AGUA Canal de Tratamiento Biológico:** 51,530 m

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

Resguardo por aireación: 0,048 m

COTA NIVEL AGUA ARQUETA SALIDA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO: 51,482 m

### BALSAS BIOLÓGICAS A REPARTO A DECANTACION SECUNDARIA

Perdidas localizadas

puesta en velocidad: 0  
cambio de sentido: 0  
entrada: 1,0  
codo de 90°: 0

Q = 0,903 m<sup>3</sup>/sg  
d = 1,00 m  
v = 1,150 m/sg  
k = 1,00

Perdida: 0,067 m

Perdida en tubería:

Por Colebrook:

$$i = f \times v^2 / (2 \times g \times d)$$

Q = 0,903 m <sup>3</sup> /sg	Caudal		
d = 1,00 m	Dímetro conducción		
Re = 903000	Número de Reynolds		
Ks = 0,0005 m	Coefficiente de rugosidad		
f = 0,01725	Tiene que ser igual	7,6139	7,6121
v = 1,150 m/sg			
i = 0,0011622 m			

La longitud de la tubería es de :

l = 21 m

Perdida: 0,024 m

COTA LAMINA DE AGUA ANTES DE ENTRADA ARQUETA DE REPARTO:

51,391 m

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

Perdida por cambio de sentido y entrada:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k =	1,05		
Q =	0,451	m3/sg	caudal
a =	0,75	m	ancho compuerta
h =	0,65	m	alto compuerta
v =	0,925	m/sg	velocidad

Perdida: 0,046 m

Vertedero de pared delgada

$$Q = m \times L \times h \times \text{sqr}(2 \times g \times h)$$

Q =	0,425	m3/sg	Caudal
L =	1,50	m	Longitud vertedero

$$m = (2/3) \times (0,605 + (1/(1050 \times h))) + 0,08 \times h/p$$

h =	0,281	m	Altura sobre vertedero
p =	0,64	m	Altura pared de agua hasta el vertedero

m =	0,429	m	Valor real
h =	0,281	m	Valor real

Para caudal maximo la cota será: 0,281 m

**COTA VERTEDERO ARQUETA: 51,064 m**

Resguardo por aireacion: 0,06 m

**COTA LAMINA DE AGUA DETRAS VERTEDERO: 51,000 m**

### CLARIFICADORES SECUNDARIOS

Perdidas localizadas

anulación de velocidad:	1,0
cambio de sentido:	1,3
entrada:	0,75

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

codo de 90°: 0,4

Q = 0,452 m3/sg  
d = 0,80 m  
v = 0,898 m/sg  
k = 3,45

Perdida: 0,142 m

Perdida en tubería:

Por Colebrook:

$$i = f \times v^2 / (2 \times g \times d)$$

Q = 0,452 m3/sg	Caudal		
d = 0,8 m	Diametro conduccion		
Re = 564375	Número de Reynolds		
Ks = 0,0005 m	Coefficiente de rugosidad		
f = 0,0183	Tiene que ser igual	7,3922	7,3902
v = 0,898 m/sg			

$$i = 0,0009407 \text{ m}$$

La longitud de la tubería es de :

$$l = 35 \text{ m}$$

Perdida: 0,033 m

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k = 1,25		
Q = 0,452 m3/sg	caudal	
n = 4	numero de aperturas	
a = 0,53 m	ancho apertura	
h = 0,76 m	alto apertura	
v = 0,280 m/sg	velocidad	

Perdida: 0,005 m

Resguardo por aireación : 0,050 m

**COTA DE LAMINA DE AGUA EN EL CLARIFICADOR:**

**50,770 m**

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

Vertedero de pared delgada

$$Q = m \times L \times h \times \text{sqr}(2 \times g \times h)$$

Q =	0,301 m3/sg	Caudal	Caudal max:	0,301 m3/sg
L =	102,10 m	Longitud vertedero		

$$m = (2/3) \times (0,605 + (1/(1050 \times h))) + 0,08 \times h/p$$

h =	0,013 m	Altura sobre vertedero
p =	3,00 m	Altura pared de agua hasta el vertedero

m =	0,453 m	Valor real
h =	0,013 m	Valor real

Para caudal maximo la cota será: 0,01293 m

**COTA VERTEDERO CLARIFICADOR: 50,757 m**

El resguardo por aireación será : 0,107 m

**COTA SUPERIOR NIVEL DE AGUA CANAL CLARIFICADOR: 50,650 m**

Pérdida en canal de salida de clarificación secundaria:

Bazin

$$c = 87 \times \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

Q =	0,150 m3/sg	Caudal
a =	0,60 m	ancho canal
h =	0,40 m	altura canal
Rh =	0,171 m	radio hidraulico
gama =	0,160	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	62,75	

Chezy

$$i = v^2/c^2/Rh$$

v =	0,63 m/sg
i =	0,0005819 m

La longitud de medio vertedero es:

l = 51,05 m

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

Perdida: 0,030 m

COTA NIVEL DE AGUA CANAL DE CLARIFICACION: 50,620 m

#### A CAMARA DE CLORACION:

#### Conexion entre salidas decantadores

#### Perdidas localizadas

anulación de velocidad:	0,0
cambio de sentido:	0
entrada:	1,50
codo de 90°:	0

Q =	0,301 m3/sg
d =	0,80 m
v =	0,598 m/sg
k =	1,5

Perdida: 0,027 m

#### Pérdida por tubería:

#### Colebrook

$$i = f * v^2 / (2 * g * d)$$

Q =	0,301 m3/sg	Caudal		
d =	0,80 m	Diámetro conducción		
Re =	376041,67 m	Número de Reynolds		
Ks =	0,0005 m	Coefficiente de rugosidad		
f =	0,01865	Tiene que ser igual a:	7,3225	7,3239
v =	0,598 m/sg			
i =	0,0004256 m			
l =	46 m			

Perdida real: 0,020 m

Cota lámina de agua entrada arqueta salida decantador : 50,573 m

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

Salida segundo decantador a cloración

Perdidas localizadas

anulación de velocidad:	0,0
cambio de sentido:	0
entrada:	1,50
codo de 90°:	0

Q =	0,903	m3/sg
d =	1,00	m
v =	1,149	m/sg
k =	1,5	

Perdida: 0,101 m

Pérdida por tubería:

Colebrook

$$i = f * v^2 / (2 * g * d)$$

Q =	0,903	m3/sg	Caudal	
d =	1,00	m	Diametro conduccion	
Re =	902500	m	Número de Reynolds	
Ks =	0,0005	m	Coefficiente de rugosidad	
f =	0,0173		Tiene que ser igual a:	7,6029    7,6122
v =	1,149	m/sg		
i =	0,0011643	m		
l =	4,00	m		

Perdida real: 0,005 m

Resguardo por aireacion: 0,088 m

**COTA LAMINA DE AGUA CAMARA DE CLORACION: 50,380 m**

### CLORACION

Las pérdidas en la lamina de agua a lo largo del depósito de agua tratada son despreciables.

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

Vertedero de pared delgada

$$Q = m \times L \times h \times \text{sqr}(2 \times g \times h)$$

Q =	0,903 m3/sg	Caudal	Caudal max.:	0,903 m3/sg
L =	3,00 m	Longitud vertedero		

$$m = (2/3) \times (0,605 + (1/(1050 \times h))) + 0,08 \times h/p$$

h =	0,302 m	Altura sobre vertedero
p =	3,15 m	Altura pared de agua hasta el vertedero
m =	0,411 m	Valor real
h =	0,302 m	Valor real

Para caudal maximo la cota será: 0,302 m

COTA VERTEDERO CUBA DE CLORACION : 50,078 m

Resguardo por aireación : 0,21 m

COTA LAMINA DE AGUA DETRAS VERTEDERO DE SALIDA 49,870

Perdidas localizadas

anulacion de velocidad:	1,0
cambio de sentido:	0
entrada:	1,0
codo de 90°:	0

Q =	0,903 m3/sg
d =	1,00 m
v =	1,149 m/sg
k =	2,0

Perdida: 0,135 m

Perdida en tubería:

Por Colebrook:

$$i = f \times v^2 / (2 \times g \times d)$$

Q =	0,903 m3/sg	Caudal
d =	1,00 m	Diametro conduccion

---

## 6.2. LINEA PIEZOMETRICA BY-PASS GENERAL

---

## Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

### LINEA PIEZOMETRICA

Junio de 1996

---

Re =	902500	Número de Reynolds		
Ks =	0,0005 m	Coefficiente de rugosidad		
f =	0,01726	Tiene que ser igual	7,6117	7,6121
v =	1,149 m/sg			

i = 0,0011616 m

La longitud de la tubería es de :

l = 26 m

Perdida: 0,030 m

Cota lámina de entrada al río Isuela a Qmax. : 49,706 m

Cota lámina de entrada al río Isuela a Qmín. : 47,220 m

COTA RASANTE TUBERIA DN 1000 ENTRADA EN EL RIO : 46,97 m

COTA LAMINA DE AGUA MAXIMA DE AVENIDA DE 100 AÑOS EN EL RIO ISUELA :  
49,700 m

# Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

## LINEA PIEZOMETRICA

### BY-PASS FISICO-QUIMICO

Junio de 1996

---

DATOS:	Q medio m3/h	Q punta m3/h	Q máximo m3/h	Q mínimo m3/h
Pretratamiento:	1083	4332	4332	810
Trat primario :	1083	3249	3249	810

---

#### CANAL BY-PASS

Caudal máximo : 3249 m3/h= 0,903 m3/seg

Número de canales : 1 Ud.

COTA LAMINA DE AGUA SALIDA CANAL PARSHALL A Q MAX : 53,355 m

Pérdida por canal:

Bazin

$$c = 87 * \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

Q =	0,903 m3/sg	Caudal
a =	2,30 m	ancho canal
h =	0,30 m	altura canal
Rh =	0,238 m	radio hidraulico
gama =	0,160 m	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	65,51	

Chezy

$$i = v^2 / c^2 / Rh$$

v =	1,31 m/sg
i =	0,0016754 m
l =	3,00 m

Perdida real: 0,005 m

COTA LAMINA DE AGUA ENTRADA AL CANAL BY-PASS :

53,350 m

# Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

## LINEA PIEZOMETRICA

### BY-PASS FISICO-QUIMICO

Junio de 1996

#### CANAL BY-PASS

Caudal máximo : 3249 m<sup>3</sup>/h= 0,903 m<sup>3</sup>/seg

Número de canales : 2 Ud.

Perdida por compuerta:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k =	1,05	
Q =	0,451 m <sup>3</sup> /sg	caudal máximo
a =	1,00 m	ancho compuerta
h =	0,48 m	alto compuerta
v =	0,940 m/sg	velocidad

Perdida: 0,047 m

Pérdida por canal:

Bazin

$$c = 87 \times \text{rcuad} (Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad} (Rh))$$

Q =	0,451 m <sup>3</sup> /sg	Caudal
a =	1,00 m	ancho medio canal
h =	0,43 m	altura canal
Rh =	0,232 m	radio hidraulico
gama =	0,160 m	para el hormigon, mayor a mayor rugosidad
c =	65,30	

Chezy

$$i = v^2 / c^2 / Rh$$

v =	1,04 m/sg
i =	0,0010996 m
l =	12,00 m

Perdida real: 0,013 m

COTA LAMINA DE AGUA SALIDA CANAL ANTES VERTEDERO :

53,289 m

# Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

## LINEA PIEZOMETRICA

### BY-PASS FISICO-QUIMICO

Junio de 1996

Vertedero de pared delgada

$$Q = m \times L \times h \times \text{sqr}(2 \times g \times h)$$

m = 0,4 con velocidad baja

m = 0,34 vertedero circular

Q =	0,451 m <sup>3</sup> /sg	Caudal	Qmáx(m <sup>3</sup> /sg):	0,451
L =	3,00 m	Longitud vertedero	Qmin (m <sup>3</sup> /sg):	0,225

$$m = (2/3) \times (0,605 + (1/(1050 \times h)) + 0,08 \times h/p)$$

h =	0,187 m	Altura sobre vertedero
p =	0,77 m	Altura pared de agua hasta el vertedero
m =	0,420 m	Valor real
h =	0,187 m	Valor real

Para caudal maximo la cota será: 0,187 m

**COTA VERTEDERO BY-PASS :** 53,102 m

Resguardo por aireación: 0,102 m

**COTA LAMINA AGUA CANAL SALIDA DECANTACION PRIMARIA :** 53,000 m

Perdida en canal salida by-pass :

Bazin

$$c = 87 \times \text{rcuad}(Rh) / (\text{gama} + \text{rcuad}(Rh))$$

Q =	0,451 m <sup>3</sup> /sg	Caudal
a =	0,80 m	ancho canal
h =	0,85 m	altura canal
Rh =	0,272 m	radio hidraulico
gama =	0,160 m	para el hormigón, mayor a mayor rugosidad
c =	66,58	

Chezy

$$i = v^2/c^2/Rh$$

v = 0,66 m/sg

# Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

## LINEA PIEZOMETRICA BY-PASS FISICO-QUIMICO

Junio de 1996

i = 0,0003648 m  
l = 3,00 m

Perdida real: 0,001 m

COTA LAMINA DE AGUA SALIDA CANAL DE SALIDA TRAT. F.- Q. :

52,999 m

Resguardo por aireación : 0,127 m

COTA LAMINA AGUA ENTRADA TUBERIA A CADA DECANTADOR 1º

52,872 m

52,872 m

### FISICO-QUIMICO A DECANTADORES PRIMARIOS

Perdidas localizadas

puesta en velocidad: 1,0  
cambio de sentido: 1,3  
entrada: 0,5  
codo de 30º: 0,4

Q = 0,301 m3/sg  
d = 0,60 m  
v = 1,064 m/sg  
k = 3,2

Perdida: 0,185 m

Perdida en tubería:

Por Colebrook:

$$i = f \times v^2 / (2 \times g \times d)$$

Q = 0,301 m3/sg	Caudal		
d = 0,60 m	Diámetro conducción		
Re = 501388,89	Número de Reynolds		
Ks = 0,0005 m	Coefficiente de rugosidad		
f = 0,0195	Tiene que ser igual	7,1611	7,1665

# Proyecto Constructivo E.D.A.R de HUESCA

## LINEA PIEZOMETRICA

### BY-PASS FISICO-QUIMICO

Junio de 1996

---

$$v = 1,064 \text{ m/sg}$$
$$i = 0,0018752 \text{ m}$$

La longitud de la tubería es de :

$$l = 70 \text{ m}$$

Perdida:  $0,131 \text{ m}$

Perdida por entrada:

$$k \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

k =	1,25	
Q =	0,301 m <sup>3</sup> /sg	caudal
n =	4	numero de aperturas
a =	0,54 m	ancho apertura
h =	0,72 m	alto apertura
v =	0,193 m/sg	velocidad

Perdida:  $0,002 \text{ m}$

Resguardo por aireación :  $0,014 \text{ m}$

**COTA DE LAMINA DE AGUA EN EL DECANTADOR:**

nec.:  $52,54$  **52,540 m**

---

### 6.3. ALVIADERO DE PLUVIALES

---

### 6.3. ALIVIADERO DE PLUVIALES

#### 1. COLECTOR DE LLEGADA AL ALIVIADERO.

Actualmente se vierte al río **Isuela** de un emisario que recoge los vertidos de 2 colectores ovoides.

El colector rectangular con bóveda, tiene **2,2 m.** de anchura y **2,40 m.** de altura. La pendiente de solera es del **3,03‰**.

Según la tabla adjunta el colector puede transportar un caudal hasta **13,9 m<sup>3</sup>/sg.**

para llevar los vertidos hasta el caudal punta de **4.332 m<sup>3</sup>/h.**, la parcela de la EDAR se proyecta un aliviadero en el punto de vertido actual, y un colector circular de **DN-1.000 mm.**, en el primer tramo y del **DN-1.200 mm.** en el segundo tramo hasta la EDAR.

El colector se proyecta para poder transportar **4 Qm.**, o sea **1.200 l/seg.**, el resto del caudal que pueda venir por la alcantarilla existente se aliviaría con la obra antes mencionada.

En la traza del colector tenemos dos pendientes diferentes, el **4‰** y el **5‰** para los cuales tenemos las siguientes velocidades y calados en función de los caudales medios:

			SECCION LLENA		SECCION PARCIALM. LLENA		
Diámetro mm.	Pendiente ‰	Caudal Medio (Qm)	Q máx (l/seg)	V máx (m/seg)	Qh (s/seg)	Vh (m/seg)	h (m)
1.000	5	4	1.654	2,10	1.200	2,27	0,63
1.000	5	1	1.654	2,10	300	1,57	0,29
1.000	5	0,5	1.654	2,10	150	1,30	0,21
1.200	4	4	1.479	1,88	1.200	2,09	0,69
1.200	4	1	1.479	1,88	300	1,46	0,31
1.200	4	0,5	1.479	1,88	150	1,20	0,24

El cálculo de los caudales, se ha obtenido aplicando la fórmula Manning. El colector se proyecta manteniendo un relleno de 1,50 m. sobre la clave del mismo, de ahí que se obtengan dos pendientes diferentes.

Los tubos se proyectan de hormigón armado de enchufe campana con junta elástica.

- Cota rasante emisario en llegada EDAR . . .	49,31
- Nivel líquido en la tubería para 4 Qm (h=0,69 m) a la entrada a la obra de llegada . . . . .	50,00

El aliviadero se proyecta de forma que puedan entrar a la EDAR como máximo 1.200 l/seg. (4 Qm) aliviando el resto del caudal por el arroyo existente que va a dar al río Isuela. Se prevé el encauzamiento y acondicionamiento del dicho arroyo.

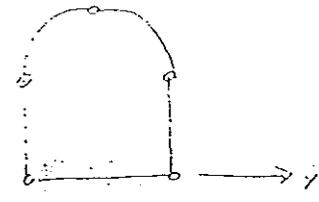
La sección de la alcantarilla existente es la siguiente:

Dicha alcantarilla tiene una pendiente uniforme del 3,03‰ y suponiendo que pueda venir su sección rectangular llena de agua, sin tener en cuenta la bóveda, pues entraría en carga y se produciría la ruina de la estructura.

Se calcula el máximo caudal circulante, considerando las condiciones más desfavorables por la misma, según la siguiente tabla:

SECCION EN LAMINA LIBRE

X	Y	Radio	Area	Perfm.	Ancho	sigR	gamba
0	0						
1.91	0	0	0.19100	1.910	1.910	0	0
1.91	1.54	0	0.00000	0.100	0.000	0	1.570796
0.955	2.495	0.955	0.00000	0.000	0.000	1	3.926991
0	1.54	0.955	0.00000	0.000	0.600	1	-0.7854
0	0	0	0.00000	0.100	0.000	0	-1.5708



Ylan= 0.1 Subas..... 0.19100 2.110 1.910

g/a= 9.81 R.hid= 0.090521 Fn= 0.965194 Prof.h= 0.1  
 n= 0.013 R^2/3= 0.201605 Vn= 0.955981 Vcrit= 0.990454  
 i= 0.0038 A\*R^2/3= 0.038506 Qn= 0.182592 Qcrit= 0.189177

Ylan	Area	Perfm.	R.hid	Ancho	Prof.h	Qcrit	A*R^2/3	Qn	F
0.1	0.19100	2.110	0.091	1.910	0.100	0.18918	0.03851	0.18259	0.965
0.2	0.38200	2.310	0.165	1.910	0.200	0.53507	0.11509	0.54573	1.020
0.3	0.57300	2.510	0.228	1.910	0.300	0.98299	0.21403	1.01490	1.032
0.4	0.76400	2.710	0.282	1.910	0.400	1.51341	0.32848	1.55761	1.029
0.5	0.95500	2.910	0.328	1.910	0.500	2.11506	0.45437	2.15456	1.019
0.6	1.14600	3.110	0.368	1.910	0.600	2.78032	0.58903	2.79307	1.005
0.7	1.33700	3.310	0.404	1.910	0.700	3.50360	0.73058	3.46430	0.989
0.8	1.52800	3.510	0.435	1.910	0.800	4.28058	0.87768	4.16181	0.977
0.9	1.71900	3.710	0.463	1.910	0.900	5.10777	1.02930	4.88081	0.956
1	1.91000	3.910	0.488	1.910	1.000	5.98230	1.18469	5.61763	0.939
1.1	2.10100	4.110	0.511	1.910	1.100	6.90171	1.34323	6.36938	0.923
1.2	2.29200	4.310	0.532	1.910	1.200	7.86393	1.50443	7.13381	0.907
1.3	2.48300	4.510	0.551	1.910	1.300	8.86713	1.66793	7.90907	0.892
1.4	2.67400	4.710	0.568	1.910	1.400	9.90969	1.83339	8.69368	0.877
1.5	2.86500	4.910	0.584	1.910	1.500	10.99018	2.00057	9.48641	0.863
1.54	2.94140	4.990	0.589	1.910	1.540	11.43270	2.06787	9.80554	0.858
1.6	3.05592	5.110	0.598	1.906	1.603	12.11884	2.16913	10.28571	0.849
1.7	3.24556	5.312	0.611	1.883	1.724	13.34579	2.33707	11.08204	0.830
1.8	3.43180	5.517	0.622	1.838	1.867	14.68795	2.50084	11.85861	0.807
1.9	3.61235	5.728	0.631	1.769	2.042	16.16752	2.65645	12.59651	0.779
2	3.78473	5.950	0.636	1.674	2.261	17.82510	2.79932	13.27397	0.745
2.1	3.94607	6.187	0.638	1.547	2.551	19.73852	2.92391	13.86479	0.702
2.2	4.09284	6.447	0.635	1.380	2.965	22.07282	3.02311	14.33515	0.649
2.3	4.22028	6.748	0.625	1.157	3.649	25.24976	3.08644	14.63548	0.580
2.4	4.32086	7.131	0.606	0.830	5.203	30.86917	3.09396	14.67112	0.475

Aunque un caudal por encima de **1,30 m.** de altura podría arruinar la estructura, consideramos a efectos de diseño y por falta de datos sobre el caudal máximo real el caudal máximo de **13,9 m<sup>3</sup>/seg.**

## 2. VERTEDERO.

### - Situación General.

Parte inherente de un aliviadero fijo, es el transporte de caudales por encima del caudal de diseño en función del caudal entrante, las dimensiones de aliviadero y de la caja hidráulica.

En nuestro caso, la pendiente del colector DN-1.000 a la EDAR con 5‰ es excesivo. En el caso de caudales por encima de 1,2 m<sup>3</sup>/sg., llegaría un caudal por encima de 2,2 m<sup>3</sup>/sg. a la EDAR.

Por eso, hemos optado a favor de un colector de DN-1.000 mm. en la salida del aliviadero, con una pendiente del 1‰ para regulación del caudal a la EDAR. El colector es capaz de transportar a sección llena 2.800 m<sup>3</sup>/h., que es más del caudal punta diario.

Por encima del caudal punta, hay un remanso controlado. Se limita la longitud del colector con la pendiente del 1‰ al máximo para luego seguir con la pendiente prevista del 5‰. En el punto de enlace de las dos tuberías, se hará un pozo de registro con salto de agua.

### 3. CALCULO DEL ALIVIADERO.

#### 3.1. HEMOS ELEGIDO LA FORMULA BERNOUILLI:

$$t_u = \phi_u + v^2/2g * (1 + K_e) + L * (I_p - I_s).$$

- $\phi_u$  = Diámetro tubería aguas abajo del aliviadero (m).
- $V_u$  = Velocidad de la tubería de salida (m/seg).
- $K_e$  = Pérdidas por entrada en la tubería de salida aquí: 0,40 sin redondear la entrada en la tubería.
- $L$  = Longitud aliviadero.
- $I_p$  = Pendiente de la línea de energía para el caudal adoptado.
- $I_s$  = Pendiente de solera de la tubería de salida.

#### 3.2. CONDICIONES EN LA TUBERIA DE SALIDA.

Suponemos una altura de lámina de agua, de 1,50 m. por encima de la solera del colector DN-1000 de salida a la EDAR y un caudal máximo de 1,9 m<sup>3</sup>/seg.

$$\phi_u = 1,0 \text{ m.}$$

$$V_u = 1,9/0,7854 = 2,419 \text{ m/seg.}$$

$$V_u^2/2g = 2,419^2/19,62 = 0,2983 \text{ m.}$$

$$K_e = 0,40 \text{ (en condiciones desfavorables).}$$

$$L = 16,0 \text{ m.}$$

$$I_p \text{ para } 1,9 \text{ m}^3/\text{seg.} : 0,0055 = 5,5 \text{ ‰}$$

(Según las tablas Pürschel -Las redes urbanas de saneamiento pág 171).

$$I_s \text{ 1‰} = 0,001$$

Por consiguiente:

$$tu = 1,0 + \frac{2,4192}{19,62} * (1+0,4) + 16,0 * (0,0055 - 0,001) = 1,505 \text{ m.}$$

El caudal adoptado y la altura de **1,50 m.** son correctos.

A continuación indicamos las distancias y alturas importantes:

- **tu:** Altura del agua sobre solera en la salida del aliviadero (m).
- **pu:** Distancia entre la solera de la tubería de salida y la cuesta del aliviadero (m).
- **to:** Altura del agua en el colector de llegada (m).
- **po:** Altura del vertedero en la entrada del colector de llegada (m).
- **Δh:** Diferencia de la cota de solera del canal, antes del vertedero entre entrada y salida aquí: 0,10 m.
- **hm:** Altura media ponderada de la altura de agua sobre el vertedero (m).
- **Qa:** Caudal aliviado al río (m<sup>3</sup>/seg).
- **hu:** Altura de agua sobre el vertedero en la zona del fondo (m).
- **ho:** Altura de agua sobre el vertedero en la zona de entrada (m).

$$hu = tu - pu$$

$$tu = 1,50 \text{ m. para } 1,9 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

#### - Alturas sobre Vertedero.

pu adoptado: 1,08 m.

$$hu = 1,50 - 1,08 \text{ m} = 0,42 \text{ m.}$$

$$ho = to - po$$

$$po = pu - \Delta h = 1,08 - 0,10 = 0,98$$

$$ho = 2,20 - 0,98 \text{ m.} = 1,22 \text{ m.}$$

$$hm = hu + \frac{ho-hu}{4} = 0,42 + \frac{1,22 - 0,42}{4} = 0,62 \text{ m.}$$

$$\text{Caudal aliviado: } 13,9 - 1,9 = 12,0 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

### 3.3. LONGITUD NECESARIA DEL VERTEDERO L PARA ALIVIAR HASTA 12,0 m<sup>3</sup>/seg.

$$L = Co \cdot \frac{QA}{2/3 \cdot \mu \cdot c \cdot \sqrt{2g} \cdot hm^{3/2}} \text{ (m)}$$

Co = Factor de seguridad, aquí 1,40.

$\mu$  = Factor de forma del aliviadero para aliviadero bien redondeado  
 $\mu = 0,75$ .

$c$  = 1,0 aliviadero no anegado.

$h_m$  = Altura media de agua sobre vertedero.

$L_{nec}$  = Longitud necesaria vertedero (m).

$$L_{nec} = 1,40 \cdot \frac{12,0}{2/3 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 4,43 \cdot (0,62)^{3/2}} = 15,54 \text{ m.}$$

La longitud del vertedero adoptado es de **16,00 m** > 15,54 m.

La longitud del tramo de salida con una pendiente del 1‰ hasta el cruce con la superficie del agua en la conducción será:

$$t_u - \frac{v^2}{2g} (1 + K_e) - l_p \cdot L_p = \phi_u - l_s \cdot l_p.$$

$$1,50 - 0,417 - 0,0055 \cdot l_p = 1,0 - 0,001 \cdot l_p.$$

$$0,0045 l_p = 0,083$$

$$l_p = 18,44 \text{ m.}$$

La longitud necesaria del tramo regulador es de **18,44 m**.

Adoptamos una longitud de **30 m**. hasta el pozo ubicado **13 m**.  
agua abajo de la arqueta nº 27.