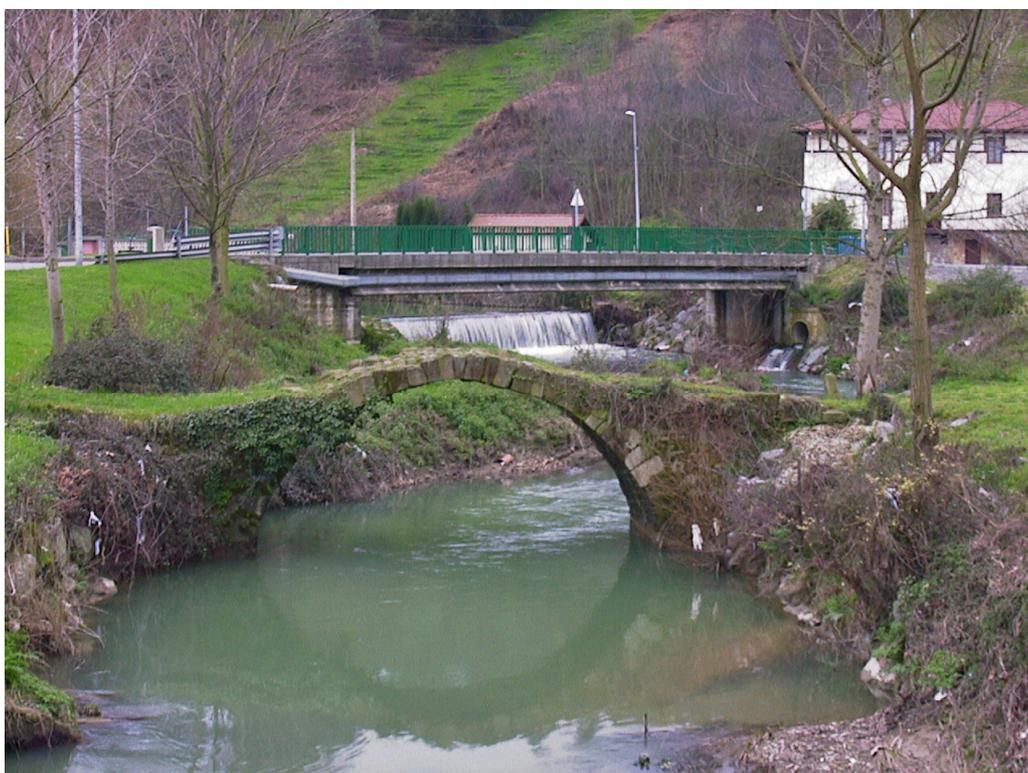


**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA  
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**TOMO I**

**MEMORIA Y ANEJOS 1, 2, 3, 4, 5, 6 Y 7**



JUNIO, 2015ko. EKAINA

*Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua*



**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA  
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**TOMO I**  
**MEMORIA Y ANEJOS 1, 2, 3, 4, 5, 6 Y 7**



JUNIO, 2015ko. EKAINA  
*Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua*

## TOMO I

### DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

#### *1.1 MEMORIA*

#### *1.2 ANEJOS*

- 1.- Antecedentes y Estudios Anteriores al Proyecto.**
- 2.- Planeamiento Urbanístico.**
- 3.- Trabajos Topográficos.**
- 4.- Trabajos Geológicos-Geotécnicos.**
- 5.- Estudio de Alternativas.**
- 6.- Características Principales de las Obras.**
- 7.- Justificación Hidráulica.**

## TOMO II

### DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

#### *1.2 ANEJOS*

- 8.- Justificación Estructural.

## TOMO III

### DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

#### *1.2 ANEJOS*

- 9.- Procedimientos constructivos.
- 10.- Trazado.
- 11.- Reposición de Servicios.
- 12.- Estudio de impacto Ambiental
- 13.- Parcelario y Relación de Propietarios Afectados.
- 14.- Gestión de Residuos
- 15.- Reportaje Fotográfico.
- 16.- Presupuesto para Conocimiento de la Administración
- 17.- Programa de Trabajos
- 18.- Justificación de Precios
- 19.- Coordinación con otros Organismos

## TOMO IV

### *1.2 ANEJOS*

20.- Demolición y construcción del edificio de oficinas de Nacon.

## TOMO V

### DOCUMENTO Nº 2 PLANOS

- 1.- Generales.
- 2.- Conjunto.
- 3.- Definición Geométrica en Planta.
- 4.- Definición Geométrica en Alzado.
- 5.- Perfiles Transversales.
- 6.- Secciones Tipo.
- 7.- Obras de Fábrica.
- 8.- Servicios Afectados.
- 9.- Edificio Oficinas Nacon
- 10.- Revegetación.

## TOMO VI

### DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

## TOMO VII

### DOCUMENTO Nº4. PRESUPUESTO

- 1.- Mediciones.
- 2.- Cuadro de Precios Nº 1.
- 3.- Cuadro de Precios Nº 2.
- 4.- Presupuestos Parciales.
- 5.- Presupuesto General.

TOMO VIII

DOCUMENTO N°5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 1.- Memoria.
- 2.- Planos.
- 3.- Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- 4.- Presupuesto.



**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA  
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**MEMORIA**



JUNIO, 2015ko. EKAINA

*Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua*

## INDICE

1. INTRODUCCION .....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO .....	4
4. CONDICIONANTES TÉCNICOS DEL PROYECTO.....	5
4.1. CONDICIONES HIDROLÓGICAS.....	5
4.2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.....	5
4.3. PUENTES EXISTENTES .....	6
4.4. MUROS EXISTENTES Y EDIFICACIONES CERCANAS .....	6
4.5. SERVICIOS EXISTENTES .....	7
5. TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS.....	8
5.1. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA .....	8
5.1.1. Cartografía.....	8
5.1.2. Trabajos topográficos.....	8
5.2. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA .....	8
6. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA .....	10
7. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIONES ANALIZADAS .....	11
7.1.1. Trazado en planta .....	12
7.1.2. Perfil longitudinal .....	12
7.1.3. Secciones tipo .....	12
8. SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	13
8.1. SOLUCIONES DURANTE LA REPOSICIÓN DE PUENTES .....	13
8.1.1. Puente de Alba S.A. ....	13
8.1.2. Puente de Industrias Nacon.....	13
9. IMPACTO AMBIENTAL .....	15
10. GESTION DE RESIDUOS.....	16
11. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS.....	17
12. PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCION .....	19
13. PRESUPUESTOS .....	20
14. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	21
15. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO .....	22
16. CONCLUSIÓN.....	24

## **1. INTRODUCCION**

El presente proyecto tiene como objeto mejorar la función hidráulica y capacidad de desagüe del río Asua entre Industrias Alba y el puente de Sangroniz para evitar los daños ocasionados por las inundaciones; así mismo se define la reparación y adecuación del sistema de contención de la margen izquierda del río Asua, en la zona de talleres Alba SA, tras los últimos acontecimientos de fallo estructural del muro de ribera existente.

Los desperfectos sufridos en el muro de ribera, en las instalaciones de Alba SA, en el Término Municipal de Sondika, inviabilizan la utilización de la plataforma de maniobra como se viene haciendo en la actualidad, desapareciendo cualquier coeficiente de seguridad de dicha estructura.

Con las obras definidas se recuperan importantes extensiones de terreno, actualmente inundables, vitales para el desarrollo urbanístico de la zona y mejorar las condiciones medioambientales de los cauces y márgenes que actualmente se encuentran muy degradadas.

La solución proyectada supone las siguientes actuaciones en los cauces:

- El trazado en planta se ha proyectado de modo que coincida aproximadamente con el que existe en la actualidad, adaptándose a los condicionantes urbanísticos de los municipios, con el fin de producir las mínimas afecciones a los terrenos adyacentes al encauzamiento.
- Sustitución de los puentes existentes por su importante efecto obstaculizador sobre la lámina de agua; serán sustituidos por nuevos puentes adaptados a las condiciones hidráulicas del encauzamiento.

Desde el punto de vista medioambiental, en el proceso de diseño del Proyecto, en la medida de lo posible, se han tenido en cuenta criterios ambientales, siempre limitados por el uso industrial del territorio y el estado de alteración del lecho y el agua del río.

Como base de partida en el presente proyecto se han tomado los datos básicos del “Proyecto de Encauzamiento del Tramo Bajo del Río Asua, en los Términos Municipales de Erandio, Sondika y Loiu”, redactado por Dair Ingenieros SL, en octubre de 1999.

En los apartados siguientes se incluye la descripción del ámbito de actuación comenzando, aguas abajo, en el límite del suelo de talleres Alba SA con Cementos Olarra, y terminando, en el actual puente de Sangroniz, incluyendo la sustitución del puente de la empresa Nacon.

Se propone realizar un nuevo sistema de contención ampliando el cauce actual hasta los 15,00 metros (desechando la posibilidad de aumentar la sección hasta un total de 18,00 metros como estaba previsto en el proyecto original de encauzamiento, por las necesidades físicas de los vehículos pesados que utilizan la plataforma para carga y descarga); además, en cabeza de ésta nueva estructura, se generará un voladizo en hormigón armado de 2,00 metros de anchura, solidario con ella; ésta ampliación sería suficiente para mantener la actividad en las condiciones actuales en la zona de talleres Alba y Nacon

Las obras definidas en el presente proyecto no contemplan la intervención en el cauce, aunque la nueva estructura deberá ser compatible con la sección prevista en el proyecto de encauzamiento del río Asua en este tramo. Lo que se realiza es la excavación de la margen derecha, manteniendo la cota del cauce actual, hasta la nueva sección del muro de contención proyectado a base de micropilotes.

Se prevé así mismo la modificación de las oficinas situadas en la margen izquierda del río Asua junto al puente de Nacon, para poder ejecutar el estribo de esta estructura, aunque no se incluye en el presente documento.

## **2. ANTECEDENTES**

En octubre de 1999 se redacta el “Proyecto de Encauzamiento del Tramo Bajo del Río Asua, en los Términos Municipales de Erandio, Sondika y Loiu”, por parte de Dair Ingenieros SL, con la Dirección del Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco.

En este documento se incluía la intervención en las márgenes del río Asua, desde la desembocadura del río Lauros hasta la curva de Sangroniz; en la zona de la empresa Alba y Nacon, se proyectaba la ampliación del cauce hasta los 18,00 metros, mediante la ejecución de un muro pantalla en toda la margen izquierda.

La sección prevista para el cauce estaba formada por un canal trapecial de aguas bajas de anchura en la base de 3,00 metros, altura 3,00 metros y taludes 13:6; bermas en ambas márgenes de 1,00 metro y muros pantalla hasta alcanzar las cotas del terreno actual.

El encauzamiento fue proyectado para que funcionara en régimen lento y para que la erosión en el lecho del cauce fuera nula para la avenida de diseño. Por estas razones, por condicionantes hidráulicos y de estabilidad, las secciones dimensionadas van protegidas por escolleras.

En la zona situada entre el puente de Alba y el puente de Nacon, se proyectaba intervenir en ambas márgenes con idéntica solución.

Así mismo, se proponía la sustitución de ambos puentes existentes, por estructuras de vigas prefabricadas de 18,00 metros de luz y unos 9,00 metros de ancho.

Para la definición de las soluciones aportadas en el presente proyecto se ha utilizado como base la información contenida en el proyecto original, tanto el levantamiento taquimétrico a escala 1/500 como la investigación geotécnica, actualizando los datos necesarios y ampliando la campaña de reconocimiento del terreno y la caracterización de suelos.

### **3. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO**

El cauce del río Asua posee unas secciones con insuficiente capacidad de desagüe. Esto, unido a que varios puentes actúan como importantes obstáculos hidráulicos, acentúa las inundaciones en la zona incluso para avenidas correspondientes a periodos de retorno muy inferiores a 500 años. Estas inundaciones provocan importantes pérdidas económicas, acentuando este hecho el carácter industrial de la zona.

Todo esto reduce el crecimiento socio-económico de la zona y el aprovechamiento total de los suelos lindantes con el río.

Con el presente Proyecto Desglosado de Encauzamiento se pretende mejorar la función hidráulica y los sistemas de contención existentes en la margen izquierda en el tramo entre talleres Alba y el puente de Sangroniz, eliminando la situación de inseguridad del muro de ribera existente en el frente de fachada de talleres Alba con problemas de estabilidad serios.

Se contempla, dentro del presente proyecto la caracterización de los suelos que se van a excavar para la ampliación del cauce, a fin de determinar el destino de éstos residuos.

El presente Proyecto comprende, además, la reposición de servidumbres existentes, carreteras, caminos, pasos, líneas eléctricas, redes de saneamiento, líneas telefónicas, líneas de gas alumbrado, drenajes y vertidos directos al río afectados, así como el acondicionamiento o sustitución, en su caso, de los puentes existentes en el río y que quedan modificados por el nuevo trazado del río.

Se incluye además la demolición y construcción de una planta superior en el edificio de oficinas de Nacon, hoy denominado TUBERIAS UNSASA 210 S.L.

#### **4. CONDICIONANTES TÉCNICOS DEL PROYECTO**

Los principales condicionantes del proyecto son los siguientes:

- Planeamiento urbanístico.
- Puentes existentes.
- Muros existentes y edificaciones cercanas.
- Servicios existentes

##### **4.1. CONDICIONES HIDROLÓGICAS**

En el proyecto de encauzamiento se realizó un estudio hidrológico de las cuencas implicadas con objeto de determinar los caudales de pico de las avenidas de diseño correspondientes a incidentes meteorológicos de alta (cinco y diez años) y baja probabilidad (cien y quinientos años).

Tomando como base los datos utilizados en el Plan de Integral de Prevención de Inundaciones de la Comunidad Autónoma del País Vasco, se modelizó la cuenca del río Asua mediante un modelo hidrometeorológico, comparando posteriormente los caudales punta resultantes con los obtenidos mediante otras metodologías con el fin de corroborar la fiabilidad de estos resultados. Como métodos comparativos se han utilizado el Ábaco del Plan Hidrológico Norte III y fórmula de Zapata.

En el presente documento no se modifica los estudios hidrológicos realizados.

##### **4.2. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO**

Como datos urbanísticos de partida se han considerado los Planes Urbanísticos más actualizados durante la redacción del Proyecto del Término Municipal de Sondika.

En la normativa urbanística del Ayuntamiento están previstos los terrenos necesarios para el encauzamiento del río Asua, mediante dos bandas a ambos lados del cauce, habiéndose puesto en el planteamiento de las alternativas especial atención a producir las menores modificaciones posibles en sus planeamientos, aunque la funcionalidad hidráulica del encauzamiento exige en algunos casos ocupaciones mayores que las previstas.

Otro aspecto que se ha considerado es la conservación del Puente de Piedra de Sangroniz, situado en el Término Municipal de Sondika. Aunque no catalogado, se adapta al encauzamiento previsto, sin que ello suponga un efecto perjudicial en el comportamiento hidráulico del cauce.

#### **4.3. PUENTES EXISTENTES**

La existencia de puentes en el cauce del río constituye una obstrucción al flujo de agua que depende de la forma del puente, de las dimensiones relativas del puente y el cauce, y del caudal.

Los dos puentes a eliminar serán sustituidos por nuevos puentes adaptados a las condiciones hidráulicas del encauzamiento futuro aunque en el presente proyecto no se realice la sección de cauce definitiva, como se describe más adelante.

Se ha prestado especial atención a la posibilidad de accesos alternativos durante la ejecución de las nuevas estructuras; al situarse los dos puentes en las inmediaciones y tener acceso desde la margen izquierda de uno a otro, se realizarán de forma diferida para garantizar el paso en todo momento de una margen a otra.

#### **4.4. MUROS EXISTENTES Y EDIFICACIONES CERCANAS**

Se intenta conservar, siempre que su estado y su localización lo permitan, los muros existentes en el cauce actual del tramo en estudio, utilizando procedimientos constructivos adecuados especialmente cuando las zonas de demolición o nueva colocación de muros se encuentren cercanas a las edificaciones existentes.

Se ha proyectado un muro de micropilotes para conseguir la sección de 15 metros de cauce por ser la alternativa que menos ocupación requiere para la ejecución del nuevo sistema de contención.

Entre las afecciones por el ensanchamiento del cauce, se encuentra el derribo de una parte de las oficinas de la antigua empresa NACON. En concreto se derribará la parte del edificio más próxima al cauce actual del río, esta parte del edificio consta de un semisótano y una planta baja, que están comunicadas con el resto del edificio.

También se encuentra afectado por el ensanchamiento del cauce una caseta situada aguas debajo de la oficina, por la misma margen izquierda del río. Esta caseta consta de planta baja, y está construida en estructura de bloque de hormigón y una cubierta de paneles de perfil ondulado de fibrocemento. La caseta se encuentra adosada al cierre de una subestación eléctrica.

#### **4.5. SERVICIOS EXISTENTES**

Se estudian las diferentes instalaciones existentes en las zonas de influencia del encauzamiento, pertenecientes a entidades, industrias o particulares.

De esta forma se investigan las concesiones de agua, instalaciones industriales cercanas o que cruzan el río a través de puentes, vertidos directos al río e instalaciones pertenecientes a entidades, - Iberdrola, Telefónica, Sociedad de Gas Euskadi, Enagas, Euskaltel, Correos y Telégrafos, Aguas del Asua-, y edificaciones particulares.

Aunque el criterio del proyecto es evitar en la medida de lo posible las afecciones a las márgenes, algunos de los servicios existentes se ven afectados, por lo que se recogen en el proyecto las reposiciones correspondientes así como los desvíos provisionales necesarios. Todo esto queda recogido en *el Anejo Nº 11: Reposición de Servicios* de la presente Memoria

## **5. TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS**

### **5.1. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA**

#### **5.1.1. Cartografía**

Para la realización del Proyecto se ha empleado la cartografía de la Diputación Foral de Bizkaia a escalas 1: 5.000 y 1:1.000.

#### **5.1.2. Trabajos topográficos**

En la zona de proyecto perteneciente al río Asua, se ha utilizado un levantamiento taquimétrico a escala 1:500, utilizado en el proyecto de encauzamiento río Asua. Este levantamiento abarca desde la desembocadura en el río Nervión hasta el puente de Sangroniz.

Con el fin de completar la información taquimétrica en el río Asua, se han realizado varios levantamientos taquimétricos escala 1:500.

### **5.2. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA**

Se ha utilizado la campaña de sondeos realizada para el proyecto de encauzamiento del río Asua, donde se definían las características geológico-geotécnicas de las zonas en las que se proyecta el nuevo encauzamiento, enfocada a conocer especialmente las condiciones de cimentación de los puentes y muros proyectados.

Así mismo se ha realizado una campaña de investigación complementaria, que incluye la investigación de los dos estribos de los puentes a sustituir y una campaña de caracterización de suelos.

Se efectuaron en el laboratorio sendos ensayos de identificación, consistentes en la determinación de su humedad natural (Norma UNE 103300), contenido de finos (Norma NLT-152), límites de Atterberg (Normas UNE 103103/94 Y 103104/93) y densidades aparente y seca (Norma UNE 103301/94).

Con toda la información así obtenida se redactó el informe geotécnico correspondiente, que se incluye como *Anejo N° 4: Trabajos Geológicos-Geotécnicos* de esta memoria, el cuál contempla, entre otros aspectos:

- Descripción del marco geológico general, atendiendo a la litoestratigrafía y tectónica e hidrogeología de la región.
- Definición de las características geotécnicas del subsuelo y elaboración de cortes interpretados del terreno por las zonas donde se han proyectado las nuevas obras de fábrica.
- Localización de la profundidad a la que se sitúa el sustrato rocoso.
- Definición de las diferentes alternativas de cimentación para los puentes.
- Determinación de la excavabilidad del terreno y verificación de las condiciones de los materiales excavados para su empleo como préstamos.
- Normas de seguridad a adoptar en los diferentes tipos de obras.

## **6. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

Los objetivos a conseguir con las obras propuestas son:

- Evitar los efectos perjudiciales de las inundaciones, eliminando o aminorando éstas.
- Mejorar los sistemas de contención de la margen izquierda del río Asua entre industrias Alba y Nacon.
- Garantizar la estabilidad del fondo del cauce y de las obras de contención proyectadas frente a fenómenos de socavación.
- Adaptación de la geometría de las secciones planteadas con el fin de evitar sedimentaciones importantes.
- Adaptación, en la medida de lo posible, del encauzamiento planteado a los condicionantes urbanísticos de los municipios en los que se sitúa la actuación.
- Recuperación paisajística de los márgenes de estos ríos, intentando que el encauzamiento proyectado sea lo menos agresivo posible con el medio que le rodea, reduciendo de esta forma el impacto ambiental.

## **7. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIONES ANALIZADAS**

Como consecuencia de los desperfectos sufridos en el muro de ribera situado en las inmediaciones de las instalaciones de la empresa Alba SA, en Sondika, y ante la necesidad de realizar una actuación que contemple tanto la sustitución del sistema de contención actual, como los criterios del proyecto de encauzamiento del río Asua, de octubre de 1999, se redacta el presente proyecto desglosado.

En él se presenta la alternativa de trazado propuesta en el tramo en estudio, con 15,00 metros de anchura libre de cauce (en lugar de los 18,00 metros de la sección del proyecto original), sin realizar la sección trapecial prevista en origen, ya ésta solo sería factible en el momento en el que se realice la actuación completa aguas abajo.

Si bien la zona de actuación imprescindible, con signos evidentes de colapso, se sitúa en el frente de fachada de las instalaciones de Alba SA, en la margen izquierda del río Asua, aguas abajo del denominado puente de Alba, hasta el límite con las instalaciones de Cementos Olarra, se ha incluido en el presente proyecto el tramo aguas arriba del mismo, hasta el puente de Sangroniz, para de esta forma mantener la sección ampliada del cauce en la playa de Nacon.

De esta forma se modifica el muro de ribera en la margen izquierda tanto en las instalaciones de Alba como de Nacon, con la sustitución de ambos puentes. Se propone la modificación de las oficinas situadas en la margen izquierda del río Asua, junto al puente de Nacon, para permitir la ejecución de la nueva estructura, recuperando el aprovechamiento eliminado en una planta superior, aunque este término será objeto de otro proyecto.

Para la contención y estabilización de la zona de playa de las instalaciones Alba y Nacon se propone la construcción de un muro de micropilotes en todo el frente de afección, de forma que se eviten nuevos movimientos. Se construirá un forro de hormigón armado de 50 cm. de espesor en todo el paramento visto del muro de micropilotes que deje ocultas las cabezas de los anclajes proyectados.

Se prevé la ejecución de micropilotes de 160x10 (Diámetro x espesor mínimos del tubo de acero (mm x mm)) separados 0,50 m, con dos filas de anclajes de 60 tn con una interdistancia entre ellos de 3,00 metros.

En el frente de la empresa Alba sobre el muro de micropilotes se proyecta un voladizo de 2,00 metros de ancho en cabeza, con un contrapeso de 3,00 metros, ejecutado a 1,60 metros de la rasante actual.

### **7.1.1. Trazado en planta**

El trazado en planta se ha proyectado de modo que coincida aproximadamente con el que existe en la actualidad, adaptándose a los condicionantes urbanísticos, reduciendo las posibles afecciones particulares en cada caso y conservando la alineación del encauzamiento planeada en el Proyecto original. Asimismo, se ha tenido especial cuidado en el tramo del Puente de Piedra de forma que el encauzamiento proyectado sea compatible con dicho puente.

### **7.1.2. Perfil longitudinal**

La rasante propuesta en el presente proyecto es la del cauce actual ya que no se va a rebajar la cota de fondo como estaba previsto en el *Proyecto de encauzamiento del río Asua de 1999*, hasta que no se desarrolle dicho proyecto agua abajo del tramo en estudio. Únicamente se altera la margen izquierda del río, realizando una excavación en la misma para aumentar la sección transversal del cauce.

### **7.1.3. Secciones tipo**

No se ejecutará la sección trapezoidal de aguas bajas de 3,00 metros de ancho previsto en el proyecto de encauzamiento de 1999. Si se aumenta la sección en todo el tramo de actuación desde los 9,00 metros actuales hasta los 15,00 metros a desarrollar.

En el inicio del tramo se prevé la ejecución de una escollera en la margen izquierda en la transición de la sección proyectada con la existente.

En la zona de industrias Alba, la sección prevista contempla la ejecución de un voladizo de 2,00 metros sobre el muro de micropilotes.

## **8. SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

A lo largo del trazado de las obras incluidas en el Proyecto desglosado del proyecto de encauzamiento del Río Asua se han previsto las siguientes soluciones para la ordenación de tráfico.

Cabe destacar que se ha previsto que se puedan utilizar las oficinas de Nacon durante el proceso de generación de una planta superior; si no fuese posible, se prevé la ocupación de una parte de la playa existente junto a las instalaciones eléctricas a desmantelar, para la ubicación de una instalación provisional.

### **8.1. SOLUCIONES DURANTE LA REPOSICIÓN DE PUENTES**

Durante la ejecución de las obras de sustitución de los puentes afectados, será necesario prever la comunicación rodada entre las distintas márgenes, principalmente cuando el puente es interior a las empresas. A continuación se indican los diversos caminos alternativos previstos durante la ejecución de cada uno de los puentes.

#### **8.1.1. Puente de Alba S.A.**

Dado que el nuevo puente se encuentra en el mismo punto kilométrico que el puente antiguo, quedará fuera de servicio durante su ejecución. Como camino alternativo de acceso a las naves e instalaciones que Alba S.A. posee en la margen izquierda del río Asua, se plantea el paso a través del Puente de Industrias Nación, que se construye antes que el Puente de Alba S.A.

#### **8.1.2. Puente de Industrias Nacon**

Dado que el nuevo puente se encuentra en el mismo punto kilométrico que el puente antiguo, quedará fuera de servicio durante su ejecución. Como camino alternativo de acceso a las naves e de Industrias Nacon, se plantea el paso a través del Puente de Alba S.A.



Asimismo, es necesario liberar la margen izquierda del río Asua modificando la localización de la subestación eléctrica propiedad de Alba S.A previamente a la ejecución de las obras.

## **9. IMPACTO AMBIENTAL**

El Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de encauzamiento del río Asua analiza las afecciones ambientales que se pueden originar consecuencia de las obras previstas.

En el presente documento, tras la caracterización de suelos llevados a cabo y la no presencia de suelos potencialmente contaminados, se analizan las afecciones ambientales que pudieran ser introducidas por el proyecto, según el estudio de impacto medioambiental redactado en origen.

En el EIA se incluía un capítulo de medidas correctoras que proponía medidas de acondicionamiento y revegetación de las orillas con el fin de integrar el Proyecto en su entorno actual y futuro que son las que se han adaptado.

En el proceso de diseño del Proyecto desglosado, se han tenido en cuenta criterios ambientales, siempre limitados por el uso industrial del territorio y el estado de alteración del lecho y el agua del río.

En el caso del presente proyecto no se esperan efectos de magnitud, según se ha diseñado el proyecto. Hay que señalar que la posible afección debida a la producción de materiales sobrantes se ha analizado en el anejo de caracterización y gestión de residuos.

## **10. GESTION DE RESIDUOS**

A efecto de aplicación del Decreto 49/2009 de 24 de febrero, que regula los depósitos en vertedero y en relleno será necesario incluir en el proyecto constructivo un *Estudio de Gestión de Residuos*, donde se establezca el plan de gestión de residuos que se llevará a cabo durante la ejecución de la obra.

Se ha realizado la consulta sobre la información de la que dispone Gobierno Vasco, a través de la página web “Geo-Euskadi”, de GEOIKER, de Ihobe, para determinar si en la zona de obra o en sus proximidades se observan zonas potencialmente contaminadas. La parcela donde se prevé intervenir aparece inventariada como “suelos que soportan o han soportado actividades o instalaciones potencialmente contaminantes del suelo”.

Se incluye en el anejo 14 el PLAN DE CARACTERIZACIÓN Y GESTION DE LOS MATERIALES DE EXCAVACIÓN con la caracterización de estos suelos junto con la cantidad de los mismos a retirar, codificados de acuerdo a la lista europea de residuos publicada por la Orden MAM/304/2002, las medidas genéricas de prevención a adoptar y el destino previsto.

## **11. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS**

La disponibilidad del espacio físico material que las obras definidas en el presente Proyecto van a ocupar, con mayor o menor duración, exige la afección, en mayor o menor medida también, de los derechos y situaciones jurídicas de que aquellos bienes son objeto.

Considerando que las fincas o terrenos se ocupan con mayor o menor extensión o duración y los derechos sobre aquéllos, se expropian con mayor o menor intensidad o permanencia, se establecen dos clases de afección expropiatoria:

- ocupaciones totales o parciales, definitivas, con expropiación plena y transmisión de dominio, motivadas por la ejecución de la obra principal.
- ocupaciones temporales y servidumbres de paso que gravan la finca sirviente pero no absorben la plenitud dominical, al no existir transmisión de dominio.

Para conseguir la definición precisa de los bienes y derechos afectados para poder ocuparlos y para su posterior inventariado como dominio público, se ha desarrollado el Anejo N° 13, en el cual figuran la relación concreta e individualizada de las fincas, nombre de los propietarios, superficie a expropiar, coordenadas de los límites de expropiación, clase de cultivo y término municipal y datos catastrales, que constituyen los datos previos necesarios para el correspondiente expediente de expropiación. En los Planos Parcelarios incluidos en el citado Anejo se recogen a escala 1:1.000 las fincas afectadas. Se ha reflejado la línea de expropiación a cada lado del encauzamiento y las franjas de ocupación temporal correspondientes a la reposición de los servicios afectados por las obras y caminos provisionales de acceso.

Dada la especial importancia que las afecciones a los servicios existentes se ha desarrollado un anejo específico para la exhaustiva detección y enumeración de los servicios afectados (S.A.), así como para la definición y valoración de las soluciones previstas (VTE. S.A.).

La detección de los servicios afectados se ha llevado a cabo tanto en campo, como a través de las entidades propietarias de los mismos, Ayuntamiento, Iberdrola S.A., Telefónica S.A., Naturgas / Sociedad de Gas Euskadi, Correos y Telégrafos,

Enagas, Euskaltel para la localización de las redes, detectables o no en campo, y para el conocimiento de sus características.

La situación en planta de dichos servicios y de sus reposiciones se encuentra reflejada en el Plano N° 9, Servicios Afectados, realizado a escala 1:1.000. En el Anejo N° 11 figura la relación de los diversos servicios (abastecimiento y redes de riego, líneas eléctricas, líneas telefónicas, alumbrado etc.), reflejada en los cuadros de características correspondientes, que incluyen la definición de obras a realizar con el objeto de mantener los servicios durante la realización de las obras y una vez finalizada las mismas. En todos los casos se ha estudiado la compatibilidad de los servicios con las obras proyectadas.

Otro tipo de servicios, tales como líneas telegráficas, alumbrado municipal, etc., no han sido detectados en la fase de proyecto. Sin embargo, es posible que se pueda producir algún tipo de interferencia con alguno de estos servicios, por lo que el Contratista, en cualquier caso, deberá ponerse en contacto con los organismos gestores, no sólo de los servicios detectados, sino también con el resto, con el objeto de evitar, dentro de lo posible, los problemas que se pudieran generar por posibles afecciones.

## **12. PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCION**

Se ha procedido a realizar un análisis de las distintas áreas de trabajo y tajos en los que se considera se debe dividir cada una de las áreas, estudiándose la relación y dependencia de ellas, comprobándose las distintas interferencias que obligan, en ocasiones, a simultanear los trabajos o a desfasarlos en el tiempo según las necesidades constructivas.

El Plan de Obra se ha realizado tratando de conseguir los siguientes objetivos:

- Evitar en lo posible las interferencias que se puedan producir entre los distintos tajos de las obras y reducir las molestias a los usuarios.
- Lograr la óptima utilización de los recursos de maquinaria y mano de obra asignada para la construcción, evitando en lo posible las puntas de trabajo, para conseguir el mejor rendimiento posible.
- Evitar realizar al final de obra las áreas y tajos que no tienen una relación directa con las que inevitablemente tienen el mayor plazo de ejecución, o/a las que en cualquier caso debieran realizarse al comienzo de la obra.

Al desarrollar el Plan de Trabajos se han detectado las actividades críticas que debieran ser objeto de una mayor vigilancia y control, para evitar que por retraso en su ejecución, sean motivo de penalizaciones y retrasos de otros.

Tal como se contempla en la programación recogida en el Anejo N° 17, la duración de los trabajos es de DIECIOCHO (18) MESES.

### **13. PRESUPUESTOS**

Según se desprende del Documento Nº 4, Presupuesto, los presupuestos para el presente Proyecto resultan ser los siguientes:

#### **Presupuesto de Ejecución Material**

El Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de DOS MILLONES VEINTINUEVE MIL NOVECIENTOS VENTIDÓS EUROS CON CINCO CÉNTIMOS (2.029.922,05- €).

#### **Presupuesto Base de Licitación sin IVA**

El Presupuesto Base de Licitación sin IVA asciende a la cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTOS QUINCE MIL SEISCIENTOS SIETE EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS (2.415.607,24-€).

#### **Presupuesto Base de Licitación con IVA**

El Presupuesto Base de Licitación con IVA asciende a la cantidad de DOS MILLONES NOVECIENTOS VEINTIDOS MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y SEIS CENTIMOS (2.922.884,76- €).



#### **14. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA**

Según lo dispuesto en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado mediante R.D. 1098/01 de 12 de octubre, se propone que las condiciones mínimas de clasificación del Contratista sean:

Grupo E : Obras Hidráulicas. Subgrupo 5. Categoría 4

Grupo B: Puentes, Viaductos y Grandes Estructuras, Subgrupo 2, Categoría 2

## **15. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO**

### DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

#### *1.1 MEMORIA*

#### *1.2 ANEJOS*

- 1.- Antecedentes y Estudios Anteriores al Proyecto.
- 2.- Planeamiento Urbanístico.
- 3.- Trabajos Topográficos.
- 4.- Trabajos Geológicos-Geotécnicos.
- 5.- Estudio de Alternativas.
- 6.- Características Principales de las Obras.
- 7.- Justificación Hidráulica.
- 8.- Justificación Estructural.
- 9.- Procedimientos constructivos.
- 10.- Trazado.
- 11.- Reposición de Servicios.
- 12.- Estudio de Impacto Ambiental
- 13.- Parcelario y Relación de Propietarios Afectados.
- 14.- Gestión de Residuos
- 15.- Reportaje fotográfico.
- 16.- Presupuesto para Conocimiento de la Administración.
- 17.- Programa de Trabajos
- 18.- Justificación de Precios
- 19.- Coordinación con otros Organismos
- 20.- Demolición y construcción del edificio de oficinas de Nacon

### DOCUMENTO N° 2 PLANOS

- 1.- Generales.
- 2.- Conjunto
- 3.- Definición Geométrica en Planta.
- 4.- Definición Geométrica en Alzado.
- 5.- Perfiles Transversales.
- 6.- Secciones Tipo.
- 7.- Obras de Fábrica.
- 8.- Servicios Afectados
- 9.- Edificio Oficinas Nacon
- 10.- Revegetación.



### DOCUMENTO N°3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

### DOCUMENTO N°4. PRESUPUESTO

- 1.- Mediciones.
- 2.- Cuadro de Precios N° 1.
- 3.- Cuadro de Precios N° 2.
- 4.- Presupuestos Parciales.
- 5.- Presupuesto General

### DOCUMENTO N°5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 1.- Memoria.
- 2.- Planos.
- 3.- Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- 4.- Presupuesto.



## **16. CONCLUSIÓN**

Se considera que el proyecto cumple la normativa vigente, especialmente lo estipulado en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por R Decreto 1098/2001 y en los artículos 123 y 124 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, y que está correctamente redactado, por lo que se propone su aprobación por la Superioridad.

Bilbao, junio de 2016

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Antonio VILLANUEVA OLIVA

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Alvaro SAN CRISTOBAL DE LORENZO-SOLIS

RESPUESTAS A LAS CONSULTAS REALIZADAS SOBRE LA NECESIDAD DE  
REALIZAR DECLARACIÓN DE CALIDAD DEL SUELO



**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA  
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**ANEJO Nº 1**

**Antecedentes y Estudios Anteriores al Proyecto**



JUNIO, 2015ko. EKAINA

*Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua*



## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. DOCUMENTACIÓN .....	2
2.1. PLAN DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA (1981) .....	3
2.2. PROYECTO DE REGENERACIÓN DEL RÍO ASUA.....	5
2.3. PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL TRAMO BAJO DEL RIO ASUA, EN LOS TERMINOS MUNICIPALES DE ERANDIO, SONDIKA Y LOIU. ....	6

## **1. INTRODUCCIÓN**

En octubre de 1999 se redacta el “Proyecto de Encauzamiento del Tramo Bajo del Río Asua, en los Términos Municipales de Erandio, Sondika y Loiu”, por parte de Dair Ingenieros SL, con la Dirección del Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco.

En este documento se incluía la intervención en las márgenes del río Asua, desde la desembocadura del río Lauros hasta la curva de Sangroniz; en la zona de la empresa Alba y Nacon, se proyectaba la ampliación del cauce hasta los 18,00 metros, mediante la ejecución de un muro pantalla en toda la margen izquierda.

La sección prevista para el cauce estaba formada por un canal trapecial de aguas bajas de anchura en la base de 3,00 metros, altura 3,00 metros y taludes 13:6; bermas en ambas márgenes de 1,00 metro y muros pantalla hasta alcanzar las cotas del terreno actual.

El encauzamiento fue proyectado para que funcionara en régimen lento y para que la erosión en el lecho del cauce fuera nula para la avenida de diseño. Por estas razones, por condicionantes hidráulicos y de estabilidad, las secciones dimensionadas van protegidas por escolleras.

En la zona situada entre el puente de Alba y el puente de Nacon, se proyectaba intervenir en ambas márgenes con idéntica solución.

Así mismo, se proponía la sustitución de ambos puentes existentes, por estructuras de vigas prefabricadas de 18,00 metros de luz y unos 9,00 metros de ancho.

Para la definición de las soluciones aportadas en el presente documento se ha utilizado la información contenida en el proyecto original, tanto el levantamiento taquimétrico a escala 1/500, como la investigación geotécnica, los servicios inventariados, etc.

## **2. DOCUMENTACIÓN**

Como documentación y estudios antecedentes al Proyecto Desglosado del Proyecto de Encauzamiento del Río Asua se consideran:

- Plan territorial Sectorial de Ordenación de Márgenes de los ríos y Arroyos de la Comunidad Autónoma del País Vasco- Vertiente Cantábrica. (Decreto 415/1998 de 22 de diciembre)
- Normas subsidiarias del Planeamiento del Ayuntamiento de Erandio y nuevo planeamiento urbanístico en fase de aprobación. Noviembre 1990
- Normas subsidiarias del Planeamiento del Ayuntamiento de Sondika y nuevo planeamiento urbanístico en fase de aprobación. Noviembre 1997
- Normas subsidiarias del Planeamiento del Ayuntamiento de Loiu y nuevo planeamiento urbanístico en fase de aprobación. Noviembre 1997
- Inventario de emplazamientos con Actividades Potencialmente Contaminantes del suelo de la Comunidad Autónoma del País Vasco del Término Municipal de Sondika. Octubre 1998
- Inventario de emplazamientos con Actividades Potencialmente Contaminantes del suelo de la Comunidad Autónoma del País Vasco del Término Municipal de Erandio. Octubre 1998
- Plan de Encauzamiento del Río Asua desde la desembocadura hasta el puente de la Carretera Asua-Erletxes en el Término Municipal de Bilbao (Bizkaia). 1981
- Proyecto de encauzamiento del río Asua. Corta de Sakoni.
- Estudio Hidrológico e Hidráulico del Plan de Prevención Integral de Inundaciones de la Comunidad Autónoma del País Vasco (1992)

- Proyecto de adecuación del cauce de los ríos Asua y Lauros en el Sector N de Erandio (enero 1996)
- Proyecto de Regeneración del Río Asua del Proyecto Integral de Regeneración Medioambiental de la ría de Bilbao (1ª fase). julio 1999  
Autoridad Portuaria de Bilbao
- Proyecto de construcción de la carretera Asua-Sangroniz, redactado por la Diputación Foral de Bizkaia Mayo 1998.
- Proyecto de Encauzamiento del Tramo Bajo del Río Asua, en los Términos Municipales de Erandio, Sondika y Loiu, de octubre de 1999.

## **2.1. PLAN DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA (1981)**

En el Plan de Encauzamiento del río Asua se estudia el estado del río Asua, viendo la insuficiencia del cauce existente y el efecto obstaculizador de numerosos puentes situados en el cauce, recomendándose actuaciones sobre ellos.

Para mejorar la capacidad hidráulica del cauce se plantean diferentes secciones con el fin de llevar a cabo un encauzamiento. Esto unido a varias actuaciones de sustitución o demolición de puentes existentes, garantiza el funcionamiento correcto del río.

La solución planteada en el río Asua a partir del punto inicial del proyecto que nos ocupa, parte de la cota  $-1.70$  en la sección 7.9 con una pendiente del fondo del  $0,03\%$ . Comienza con una sección trapecial de 20 metros de base, altura 5 metros y taludes 2:1. Este punto se corresponde con el final de la Corta de Sakoni.

A partir de este punto y con una pendiente del fondo del  $0,1\%$ , se propone una sección de encauzamiento con canal trapecial de aguas bajas de base 6 metros y 2 metros de profundidad, taludes 2:1, bermas a ambos lados de 2 metros y muros verticales de hormigón de 3 metros. Esta sección se mantiene hasta el Puente de Prisma.

A continuación, la sección se reduce a 16 m de anchura mediante la disminución de la base de la sección trapezoidal a 5 metros y las bermas a 1,5 metros. Esta sección continúa hasta el Puente de Atxaerandio, llamado en este Plan Puente de Oxicorte.

Desde el puente de Atxaerandio, la sección de encauzamiento prevista es rectangular con muros de hormigón de 12 metros de anchura hasta el Puente de Industrias Nacon.

A partir de aquí hasta la presa del Antiguo Molino, la sección planteada es de 18 metros, con un canal trapezoidal de aguas bajas de anchura variable y altura de 3 metros, taludes 3:2, bermas de 3 metros, y muros verticales de 2 metros de altura.

En cuanto a las actuaciones sobre los puentes existentes se recomienda:

- Puente de Prisma: debe elevarse el tablero 1 metro
- Pasarela de Nexana: debe sustituirse
- Puente de Atxaerandio (Oxicorte): debe sustituirse
- Puente de Dunlop: debe sustituirse
- Puente de Metales del Norte: sin servicio, a demoler
- Puente de T.Alba: se debe sustituir
- Puente de Nacon: se debe sustituir
- Puente de Piedra: sin servicio, a demoler
- Puente de Sangroniz: se debe sustituir
- Presa de Sangroniz: a demoler
- Presa del Antiguo Molino: a demoler.

Posteriormente a la redacción de este Plan de Encauzamiento, varias de estas actuaciones propuestas se han llevado a cabo. Estas son:

- Puente de Metales del Norte: sin servicio eliminado
- Puente de Sangroniz: sustituido por otro con un tablero situado a una cota superior al antiguo.
- Presa del Antiguo Molino eliminada.

Aguas abajo de la zona de estudio, se plantea en la Corta de Sakoni como sección de encauzamiento una sección trapecial de base 20 metros y taludes 2:1.

## **2.2. PROYECTO DE REGENERACIÓN DEL RÍO ASUA**

En el proyecto de Regeneración del Río Asua del proyecto Integral de Regeneración Medioambiental de la ría de Bilbao (1ª fase), se presentan diferentes actuaciones que se llevarán a cabo con el fin de eliminar los sedimentos del cauce y regenerar las márgenes del río Asua.

Desde el punto de vista hidráulico, estas actuaciones no son suficientes para garantizar el correcto funcionamiento del río Asua, aunque la eliminación de sedimentos siempre será beneficiosa desde el punto de vista medioambiental.

Dado que en dicho proyecto no se indican con claridad las cotas que serán alcanzadas a lo largo del cauce, se tomarán como punto de partida del encauzamiento que se está proyectando las cotas presentadas en el Proyecto de Adecuación del Cauce de los ríos Asua y Lauros en el Sector N de Erandio, dado que es el último que ha sido ejecutado y sabiendo que estas cotas podrán ser alcanzadas con facilidad gracias a la eliminación de los sedimentos del cauce.

### **2.3. PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL TRAMO BAJO DEL RIO ASUA, EN LOS TERMINOS MUNICIPALES DE ERANDIO, SONDIKA Y LOIU.**

Con el Proyecto de encauzamiento del tramo bajo del Asua, en los términos municipales de Erandio, Sondika y Loiu, se pretendía mejorar la función hidráulica y capacidad de desagüe de los tramos bajos del río Asua y de los arroyos Lauros y Aransotegi para evitar los daños ocasionados por las inundaciones, beneficiando indirectamente la implantación de importantes infraestructuras viarias y de saneamiento, a ejecutar por otras Administraciones. Ello permitiría asimismo recuperar importantes extensiones de terreno, actualmente inundables, vitales para el desarrollo urbanístico de la zona y mejorar las condiciones medioambientales de los cauces y márgenes que actualmente se encuentran muy degradadas.

El fin del proyecto de encauzamiento era garantizar el correcto funcionamiento hidráulico de los cauces para la avenida correspondiente a un periodo de retorno de 500 años, evitando los efectos perjudiciales de las inundaciones, garantizando la estabilidad del fondo del cauce, la adaptación de la geometría de las secciones planteadas con el fin de evitar sedimentaciones importantes y su ajuste a los condicionantes urbanísticos de los municipios en los que se sitúa la actuación, la recuperación paisajística de las márgenes de estos ríos, de forma que el encauzamiento sea lo menos agresivo posible con el medio que le rodea, reduciendo de esta forma el impacto ambiental.

Los trabajos proyectados en el cauce eran los siguientes:

- El Encauzamiento del río Asua desde el puente del Carrefour (P.K. 0+080) hasta unos 200 m aguas arriba del azud del antiguo molino de Sangroniz (P.K. 2+480), en una longitud de 2.400 m, ya que el tramo de aguas abajo, hasta la desembocadura del río Asua, se encuentra encauzado.

En el tramo inferior del encauzamiento proyectado, entre el puente de Carrefour y la desembocadura del arroyo Lauros, la protección de la margen derecha fue llevada a cabo por Carrefour, por lo que el encauzamiento se reduce a las obras a realizar en la margen izquierda.

- El arroyo Lauros, desde el puente del ferrocarril de vía métrica de la línea Lutxana-Sondika, situado a 320 m de la desembocadura en el río Asua (P.K.

0+320) y un punto situado 90 m aguas arriba de su confluencia con el arroyo Aransotegi (P.K. 1+250), con una longitud, por lo tanto, de 930 m.

El encauzamiento del tramo del río Lauros comprendido entre su desembocadura y el puente del ferrocarril se encuentra actualmente construido en su margen derecha, quedando la izquierda pendiente de un proyecto a realizar por parte de la empresa Aser Cia. Industrial Asua-Erandio S.A. No obstante, se incluye en el proyecto el encauzamiento de un tramo de 320 m en la desembocadura, así como el tramo inicial del arroyo Aransotegi en una longitud de 70 m.

El Proyecto de Encauzamiento comprendía, además, la reposición de servidumbres existentes, carreteras, caminos, pasos, líneas eléctricas, abastecimiento de agua potable e industrial, redes de saneamiento, líneas telefónicas, líneas de gas alumbrado, drenajes y vertidos directos al río afectados, así como el acondicionamiento o sustitución, en su caso, de los puentes existentes en el río y que puedan quedar modificados por el nuevo encauzamiento y, en general, todas las obras accesorias y complementarias que se precisen no sólo para asegurar la función hidráulica principal, sino también aquellas otras que inciden en la ordenación del territorio y sirven para minimizar el impacto ambiental.

**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA  
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**ANEJO N° 2**

**Planeamiento Urbanístico**



JUNIO, 2015ko. EKAINA

*Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua*



## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. AYUNTAMIENTO DE SONDIKA .....	3
2.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN RÉGIMEN DE SUELO URBANO.....	4
2.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN SISTEMA GENERAL .....	5
2.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN USOS DEL SUELO .....	6
3. PLANOS DEL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO .....	8

## **1. INTRODUCCIÓN**

El Proyecto Desglosado del Proyecto de Encauzamiento del río Asua, se encuentra situado en el Término Municipal de Sondika.

Con el fin de viabilizar la ejecución del proyecto constructivo que se describe, se contempla en todo momento su adaptación a las normas subsidiarias y planeamiento urbanístico del Ayuntamiento de Sondika.

Las normas subsidiarias vigentes, aprobadas el 7 de Noviembre de 1996, son las aplicadas para la redacción del proyecto. En todo caso, se consulta al Ayuntamiento una vez desarrollado el trazado del encauzamiento, con el fin de realizar las correcciones pertinentes.

Con el fin de advertir la coherencia del encauzamiento proyectado con las normas subsidiarias del Término Municipal de Sondika, se presenta el plano adjunto, donde se puede ver la ocupación del encauzamiento y la calificación de los suelos ocupados.

## **2. AYUNTAMIENTO DE SONDIKA**

La aprobación definitiva de las Normas Subsidiarias de planeamiento del Municipio de Sondika se produce el 7 de Noviembre de 1996.

Mediante Orden Foral 736/1997, de 17 de Noviembre, se procedió a la declaración de la ejecutoriedad de las Normas Subsidiarias de Sondika en aquellas zonas en las que la aprobación definitiva había quedado suspendida por la Orden Foral 738/1996, de 7 de Noviembre.

El 24 de Noviembre de 1997 se termina de redactar el Texto refundido de la Revisión de las Normas Subsidiarias de Sondika, con la inclusión de las correcciones introducidas en virtud de la Resolución de Aprobación Definitiva (orden Foral N°736/1997, de 17 de Noviembre).

Una vez que han sido corregidos los defectos advertidos en la primera de las resoluciones citadas, se procede a la publicación de la Normativa en el Boletín Oficial de Bizkaia el 16 de Marzo de 1998.

En la actualidad, el trazado a seguir por el río Asua se encuentra contemplado en las Normas Subsidiarias del Ayuntamiento de Sondika, aunque de forma parcial, dado que aunque se conservan unas franjas de terreno libre a ambos lados del cauce actual, la ocupación prevista para el río se basa en las secciones propuestas por el Plan de Encauzamiento del río Asua, descrito en el Anejo nº 1 de la presente memoria.

## 2.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN RÉGIMEN DE SUELO URBANO

La zona objeto de proyecto se encuentra situado en el Casco Urbano 4 de Sangroniz, dividido a su vez en el Suelo Urbano Industrial Consolidado 3 (S.U.I.C. 3) y 19 Unidades de Ejecución Industriales.

Las Unidades de Ejecución Industrial afectadas en el encauzamiento, según las normas subsidiarias son, la “U.E.I. 12”, “U.E.I. 13”, “U.E.I. 14”, “U.E.I. 212 y “U.E.I. 22”. A continuación se exponen brevemente las características de cada unidad de ejecución industrial:

		U.E.I. 12	U.E.I. 13	U.E.I. 14	U.E.I. 21	U.E.I. 22
<i>Superficie total (m2)</i>		9.340	15.000	7300	11.025	7.400
<i>Condiciones de aprovechamiento</i>	Coef. aprov.(m2/m2)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	Aprov. max.(m2)	4.670	7.500	3.650	5.512	4.810
	Superf. max. parcela privatizable(m2)	7.980	12.880	5.920	9.900	1.840
	Coef. ocupación superf.	40%	40%	40%	40%	20%
	Ocupación espacial max. (m3)	37.360	60.000	29.200	44.100	14.800
	Altura max.(m)	10	10	10	10	10
<i>Condiciones de uso</i>	Zona II	Industrial periférica				
	Uso dominante	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial
	Usos permitidos	R[3],C[1], C[3],I[1,2,3,4],G[2a]				

donde R[3] (máximo 1 vivienda por instalación industrial), C[1] (locales comerciales vinculados exclusivamente a la venta y/o exposición de fabricados propios. Superficie máxima: 5% de la sup. total construida por cada establecimiento industrial), C[3] (oficinas de la propia actividad industrial),I[1,2,3,4],G[2a] (garajes de servicios de los empleados de la actividad).

## **2.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN SISTEMA GENERAL**

Según las NN.SS., los suelos también se pueden clasificar atendiendo a Sistemas Generales. Se puede definir un Sistema General como el suelo del término municipal destinado a albergar Usos Públicos y/o privados en régimen de propiedad pública y/o privada, con ámbitos de servicio a nivel municipal o supramunicipal. Los sistemas generales pueden ser de cuatro tipos:

- Sistema General de Comunicaciones
- Sistema General de Espacios Libres
- Sistema General de Equipamiento Comunitario
- Sistema General de Infraestructuras

En función de la clase de suelo en que se sitúen, según las NN.SS., serán:

- Sistema general en Suelo Urbano
- Sistema General en Suelo Apto para Urbanizar
- Sistema General en Suelo No Urbanizable

Se incluye en el Sistema General de Comunicaciones el Sistema General de Cauces Fluviales, comprendiendo tanto la canalización prevista para el Río Asua, como los tramos correspondientes al cauce actual, los cuales, una vez ejecutada la canalización y resuelta su desafección, pasarán a tener la calificación de los suelos colindantes.

El S.G.C. 8, Cauce del Río Asua, es un sistema general de comunicaciones parcialmente por ejecutar, por tanto, constituirán este S.G. zonas que una vez realizadas queden como de dominio público (cauce, taludes y caminos de sirga de 5 metros a ambos lados).

Las edificaciones que se realicen en las proximidades de este Sistema General estarán sujetas a las limitaciones que les imponga la legislación urbanística vigente, así como por el Planeamiento de carácter Territorial que se elabore con ocasión de proteger los cauces fluviales de la Comunidad Autónoma. Estas distancias serán de 50 m en Suelo No Urbanizable y de 30 m en Suelo Apto para Urbanizar.

### **2.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN USOS DEL SUELO**

En las NN.SS., los usos pormenorizados en Suelos Urbanos y globales en Suelos Aptos para Urbanizar es la siguiente:

- Suelos no urbanizable
  - equipamientos
  - espacio libre de dominio y uso público
  
- Suelo apto para urbanizar
  - residencial colectiva
  - residencial unifamiliar
  - industrial
  - vías de dominio y uso público
  - áreas de cesión

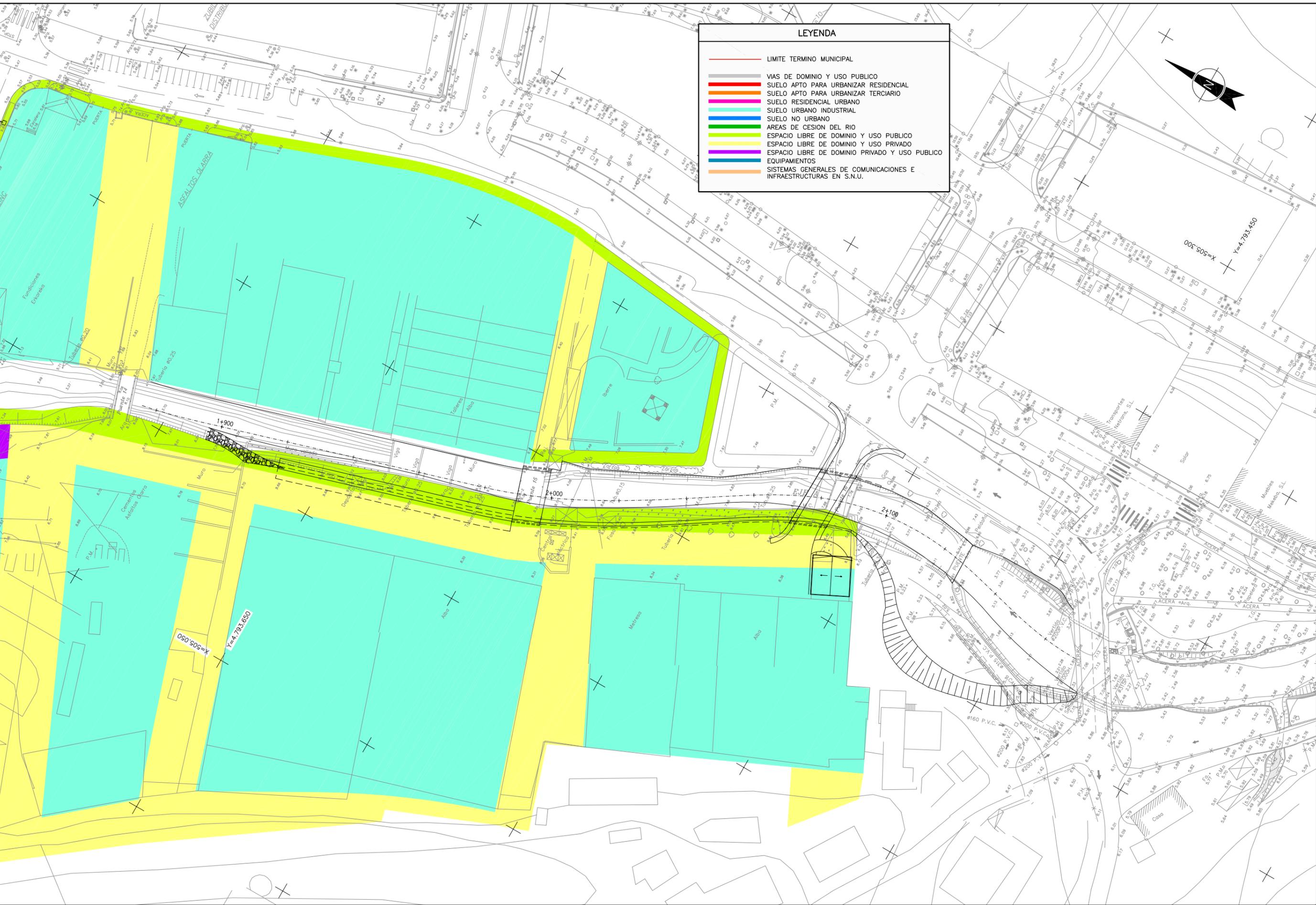


- Suelo urbano
  - residencial colectiva
  - residencial unifamiliar
  - industrial
  - libre de dominio y uso público
  - libre de dominio y uso privado
  - libre de dominio privado y uso público
  - vías de dominio y uso público
  - equipamientos de titularidad pública
  - equipamientos de titularidad privada

El encauzamiento proyectado discurre por suelos urbanos calificados como “urbano industrial”, “espacio libre de dominio y uso privado” y “espacio libre de dominio y uso público”.



### **3. PLANOS DEL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO**



**LEYENDA**

- LIMITE TERMINO MUNICIPAL
- ▬ VIAS DE DOMINIO Y USO PUBLICO
- ▬ SUELO APTO PARA URBANIZAR RESIDENCIAL
- ▬ SUELO APTO PARA URBANIZAR TERCIARIO
- ▬ SUELO RESIDENCIAL URBANO
- ▬ SUELO URBANO INDUSTRIAL
- ▬ SUELO NO URBANO
- ▬ AREAS DE CESION DEL RIO
- ▬ ESPACIO LIBRE DE DOMINIO Y USO PUBLICO
- ▬ ESPACIO LIBRE DE DOMINIO Y USO PRIVADO
- ▬ ESPACIO LIBRE DE DOMINIO PRIVADO Y USO PUBLICO
- ▬ EQUIPAMIENTOS
- ▬ SISTEMAS GENERALES DE COMUNICACIONES E INFRAESTRUCTURAS EN S.N.U.



**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA  
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**ANEJO Nº 3  
Trabajos Topográficos**



JUNIO, 2015ko. EKAINA  
*Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua*

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. TRABAJOS DESARROLLADOS .....	2
2.1. POLIGONAL PRINCIPAL .....	2
2.2. POLIGONALES SECUNDARIAS O DE REPLANTEO.....	3
2.3. LEVANTAMIENTO TAQUIMÉTRICO DE LA ZONA DEL PROYECTO A ESCALA 1:500 .....	3
2.4. PARCELARIO.....	4
2.5. SERVICIOS AFECTADOS .....	4
3. APARATOS UTILIZADOS.....	5
3.1. POLIGONAL PRINCIPAL Y POLIGONALES DE REPLANTEO.....	5
4. DOCUMENTACION APORTADA.....	6

### APÉNDICE N° 3.1: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PREVIOS

#### APÉNDICE N° 3.2: LISTADOS DE CÁLCULOS

APÉNDICE N° 3.2.1: LISTADOS DE CÁLCULOS DE LA POLIGONAL PRINCIPAL

APÉNDICE N° 3.2.2: LISTADOS DE CÁLCULOS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 1

APÉNDICE N° 3.2.3: LISTADOS DE CÁLCULOS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 2

APÉNDICE N° 3.2.4: LISTADOS DE CÁLCULOS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 3

#### APÉNDICE N° 3.3: LISTADOS DE ERRORES

APÉNDICE N° 3.3.1: LISTADO DE ERRORES DE LA POLIGONAL PRINCIPAL

APÉNDICE N° 3.3.2: LISTADO DE ERRORES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 1

APÉNDICE N° 3.3.3: LISTADO DE ERRORES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 2

APÉNDICE N° 3.3.4: LISTADO DE ERRORES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 3

APÉNDICE N° 3.4: LISTADOS DE BASES

APÉNDICE N° 3.4.1: LISTADO DE BASES DE LA POLIGONAL PRINCIPAL

APÉNDICE N° 3.4.2: LISTADOS DE BASES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 1

APÉNDICE N° 3.4.3: LISTADOS DE BASES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 2

APÉNDICE N° 3.4.4: LISTADOS DE BASES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 3

APÉNDICE N° 3.5: RESEÑAS

APÉNDICE N° 3.5.1: RESEÑAS DE LA POLIGONAL PRINCIPAL

APÉNDICE N° 3.5.2: RESEÑAS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N°1

APÉNDICE N° 3.5.3: RESEÑAS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N°2

APÉNDICE N° 3.5.4: RESEÑAS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N°3

APÉNDICE N° 3.6: PLANOS

## **1. INTRODUCCIÓN**

El objeto de este trabajo es la realización de la Topografía Básica para la redacción del Proyecto Desglosado del Proyecto de Encauzamiento del los Río Asua en el Término Municipal de Sondika.

Parte de la información topográfica utilizada para la redacción del presente proyecto ha sido tomada del “Proyecto de Encauzamiento de los Ríos Asua y Lauros en los Términos Municipales de Erandio, Sondika y Loiu ” y del “Proyecto Constructivo para la Regeneración del Río Asua, del Proyecto Integral de Regeneración Medioambiental de la Ría de Bilbao”.

La información de los trabajos topográficos contenidos en el citado proyecto han sido incluidos en el ***Apéndice nº 3.1: Información Topográfica Previa.***

Para la realización de la Red Básica y relacionar todo el trabajo con la cartografía existente, se ha partido de los Vértices Geodésicos del Gobierno Vasco más próximos a la zona del proyecto, que son los vértices de *San Bernabé* y *Cobetas*.

Se dispone también de toda la cartografía de la Diputación Foral de Bizkaia a la escala 1:5.000, 1:1000 y 1:500 de la zona del proyecto.

## **2. TRABAJOS DESARROLLADOS**

### **2.1. POLIGONAL PRINCIPAL**

Una vez recorrido el terreno, se situaron veinte (20) bases denominadas BA-1, BA-2,..., BA-20 partiendo del Vértice Geodésico de San Bernabé y orientando al Vértice Geodésico de Cobetas y cerrando la Poligonal de igual modo.

La materialización de la poligonal en el terreno, se ha llevado a cabo en función de las características del mismo por medio de hitos del tipo Attemberg, clavos tipo Spit y clavos semiesféricos.

La observación de la poligonal se ha realizado como ya se ha mencionado por el método del centrado forzoso, es decir, estacionando el aparato en una base y las placas de puntería y prismas en la anterior y posterior, de tal manera que al terminar la observación en la base y cambiar a la siguiente, el trípode y la plataforma del aparato o prisma en cada caso, quedan fijos evitando así el error de estacionamiento aumentando en gran medida la precisión de la poligonal.

La precisión de las observaciones angulares tanto horizontales como cenitales se ha establecido en la obtención de un mínimo de cuatro (4) lecturas en un rango de diez segundos ( $10''$ ), y para las distancias en una diferencia máxima de 5 milímetros.

Una vez observada la poligonal se ha calculado y compensado sus errores, mediante un programa informático de cálculos topográficos y ajuste por mínimos cuadrados.

Todas las bases de la poligonal se han referenciado tanto en campo como en gabinete (reseña gráfica y literal) para una mejor localización futura.

## **2.2. POLIGONALES SECUNDARIAS O DE REPLANTEO**

Después de obtener las coordenadas de las bases de la Poligonal Principal, se ha hecho necesario acercar más aún, una serie de bases a la zona del proyecto, de tal manera que éstas sirvan como Bases de Replanteo de la obra. Esto se ha conseguido mediante tres (3) Poligonales de Replanteo del siguiente modo:

- Desde la base de la Poligonal Principal BA-10 y orientando a la base BA-9 de esta misma poligonal, se estableció una poligonal de diez (10) bases denominadas M-1, M-2, ..., M-10 haciendo el cierre en las bases ya citadas.
- Desde la base de la Poligonal Principal BA-15 y orientando a la base BA-14 de esta misma poligonal, se estableció una poligonal de once (11) bases denominadas SA-1, SA-2, ..., SA-11 haciendo el cierre en las bases ya citadas, aunque en este caso del modo inverso.
- Desde la base de la Poligonal de Replanteo SA-7 y orientando a la base SA-6 de esta misma poligonal, se estableció una poligonal de cuatro (4) bases denominadas BR-1, BR-2, ..., BR-4 haciendo el cierre del modo inverso a la partida.

Todas las características de la Poligonal Principal son válidas para estas poligonales por lo tanto se ha obviado su descripción.

## **2.3. LEVANTAMIENTO TAQUIMÉTRICO DE LA ZONA DEL PROYECTO A ESCALA 1:500**

Una vez observadas, calculadas y compensadas las poligonales, se ha procedido, desde las bases de éstas, a la toma de todos los datos necesarios, para la perfecta definición a escala 1:500 de la zona del proyecto.

## 2.4. PARCELARIO

El trabajo de parcelario ha consistido en la identificación de las parcelas que en parte o en su totalidad están comprendidas en la zona del proyecto.

Esta identificación conlleva la obtención de una serie de datos tales como, la delimitación de las parcelas, el nombre y la dirección de sus propietarios, la descripción de las diferentes edificaciones si las hubiere, el uso a que están destinadas y la superficie de las mismas.

La base para la obtención de toda esta información es el Catastro de Rústica del Ayuntamiento de Sondika.

Una vez obtenidos todos los datos necesarios para la identificación de las diferentes parcelas, se ha procedido a su listado en una serie de fichas en las cuales se contemplan todos los datos anteriormente citados y las rectificaciones oportunas.

La información obtenida queda recogida en el *Anejo nº 12: Parcelario y Relación de Propietarios Afectados* de la presente Memoria.

## 2.5. SERVICIOS AFECTADOS

Durante la toma de datos del levantamiento taquimétrico se han tenido en cuenta todos los elementos significativos cercanos al cauce del río y que pudieran verse afectados por el encauzamiento proyectado.

Así, se han reflejado arquetas, postes, torretas, testigos de las instalaciones de gas, etc.

### **3. APARATOS UTILIZADOS**

#### **3.1. POLIGONAL PRINCIPAL Y POLIGONALES DE REPLANTEO.**



Teodolito informático **WILD T – 2000**

Distanciómetro **WILD DI - 3000**

Libreta de campo electrónica **WILD GRE – 3**

Equipo de poligonación **WILD GDF - 6**

Trípodes y demás material auxiliar.

#### **4.2.- Levantamientos Taquimétricos, Parcelario y Servicios Afectados.**



Estación total servoasistida **GEODIMETER 610**

Trípodes y demás material auxiliar.

#### **4. DOCUMENTACION APORTADA**

- Listado de cálculos y ajuste de las Poligonales.
- Listado de las Bases de Replanteo.
- Reseñas de los Vértices Geodésicos.
- Reseñas de las Bases.
- Planos:

Plano .Red Básica. Escala 1:5.000.

Planos Taquimétricos y Perfiles

**APÉNDICE N°3.1:**  
**TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PREVIOS**

## INDICE

1. INTRODUCCION .....	1
2. ANEJO TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO DE REGENERACION DEL RÍO ASUA .....	2
2.1. ANTECEDENTES.....	2
2.2. OBJETO.....	2
2.3. TOPOGRAFÍA CLÁSICA .....	2
2.3.1. Red de poligonación.....	2
2.3.2. Red de nivelación.....	4

## **1. INTRODUCCION**

El presente documento ha sido extraído del Proyecto de Regeneración del río Asua del Proyecto integral de Regeneración Medioambiental de la ría de Bilbao, redactado para la Autoridad portuaria de Bilbao.

Dicho proyecto ha sido redactado por la Empresa INGEMISA en julio de 1999, y los trabajos de topografía han sido realizados por la empresa ININFOR.

A continuación se incluye el anejo de topografía del citado proyecto y las reseñas topográficas en él incluidas.

A partir de las cotas presentadas en el levantamiento taquimétrico del citado proyecto, se corrigen las cotas con el fin de referirlas a coordenadas U.T.M., dado que el citado taquimétrico está referido al cero del puerto de Bilbao.

## **2. ANEJO TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO DE REGENERACION DEL RÍO ASUA**

### **2.1. ANTECEDENTES**

En abril de 1999 el Departamento Técnico de la empresa Ingemisa, se puso en contacto con la empresa INIFOR S.L., contratándola para la elaboración del levantamiento topográfico y batimétrico de la Ría de Asua en la zona próxima a su desembocadura en Erandio (Bizkaia).

### **2.2. OBJETO**

La presente memoria tiene por objeto la descripción detallada de los trabajos llevados a cabo para la elaboración del levantamiento topográfico del río Asua en la zona próxima a su desembocadura. Se realizan los trabajos de la siguiente forma:

- Levantamiento por topografía clásica a escala 1:500. Se han realizado de este modo las márgenes del río, así como la zona alta del río, a la que no tenía acceso la embarcación que realiza la batimetría
- Levantamiento batimétrico del fondo del río mediante la utilización de GPS para la determinación de las coordenadas X, Y y de sonda para la cota.

### **2.3. TOPOGRAFÍA CLÁSICA**

#### **2.3.1. Red de poligonación**

Se han situado los puntos que constituyen la red topográfica mediante poligonales, formando una malla que recorre todas las zonas a levantar.

El itinerario principal se trata de poligonal cerrada, esto es, el punto inicial es igual que el punto final, del cual conocemos las coordenadas de ambos puntos. Se ha partido del vértice San Bernabé (Bilbao).

El resto de los itinerarios empleados para la elaboración de los levantamientos se apoya en esta poligonal principal y así ocurre sucesivamente con todas las poligonales.

La materialización en el terreno de los distintos puntos de estación se ha realizado mediante Hitos FENO. En el caso de las estaciones situadas sobre la calzada se han empleado clavos de tipo Geopunt. Estos puntos pueden servir como bases de replanteo en posteriores mediciones.

### **2.3.1.1. Metodología de la red de poligonación**

Para la medida de ángulos, tanto horizontales como verticales, se ha utilizado un teodolito de segundos, modelo T-2, de la casa Wild (Leica), mientras que para la medida de las distancias se ha utilizado un distanciómetro electrónico o estación semitotal, modelo GTS-4 de la casa TOPCON, de manera que se asegura el control angular con una precisión de segundo centesimal y la medición de distancias con una precisión de  $5\text{mm} \pm 5 \text{ p.p.m.}$

Para las observaciones principales se ha empleado el sistema de centrado forzoso, utilizándose bases de la casa Wild con plomada óptica sobre trípodes, en las que se asentaban los prismas, reduciendo al mínimo el error de dirección.

Para la realización de las poligonales se emplea el método de Moinot, con lo cual la distancia en cada tramo de poligonal queda medida 4 veces, mientras que respecto a las observaciones angulares, al aplicar la regla de Bessel, se compensan los errores residuales que pueda tener el instrumento, a la vez que se gana en precisión.

### **2.3.1.2. Calculo de la red de poligonación**

Los cálculos de las poligonales se realizan reduciendo las distancias a la proyección U.T.M. (universal Transversa Mercator).

Los cálculos de las poligonales, así como la radiación de los puntos se realiza con el programa CTDWIN.

### **2.3.2. Red de nivelación**

Se nivela, trigonométricamente, la totalidad de los vértices de las poligonales. La red de nivelación parte de la placa de nivelación número BI-183, de cota  $Z= 47,4074$  m. Esta placa forma parte de la red de nivelación de Alta Precisión de la C.A.P.V.

La metodología empleada en la realización de la nivelación consiste en calcular el error en cota con el que se llega al clavo de nivelación y posteriormente se corrige en ese valor la cota de los vértices. Después se recalculan todas las poligonales, de forma que ahora el error en la cota con la que se llega a la placa de nivelación es igual a cero.

A los valores de cota así obtenidos se les suma 1.727 m puesto que las cotas de las placas está referidas a la del nivel medio del mar en Alicante, mientras que las cotas del trabajo deben estar referidas al cero del puerto de Bilbao.

**APÉNDICE N°3.2:  
LISTADOS DE CÁLCULOS**

## INDICE

APÉNDICE 3.2.1. LISTADO DE CÁLCULOS DE LA POLIGONAL PRINCIPAL

APÉNDICE 3.2.2. LISTADO DE CÁLCULOS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA

Nº 1

APÉNDICE 3.2.3. LISTADO DE CÁLCULOS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA

Nº 2

APÉNDICE 3.2.4. LISTADO DE CÁLCULOS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA

Nº 3

**APÉNDICE N° 3.2.1:  
LISTADO DE CÁLCULOS DE LA  
POLIGONAL PRINCIPAL**

	<b>E</b>	<b>N</b>
<b>C. DE PARTIDA</b>	503.897,945	4.792.829,580
<b>C. DE LLEGADA</b>	503.897,945	4.792.829,580
<b>DIFERENCIAS</b>	+ 0,000	+ 0,000
<b>SUMAS PARCIALES</b>	+ 0,085	- 0,218
<b>CIERRE AZIMUTAL</b>	+ 0,00643	

TRAMO	L.HZTAL	AZIMUTES		D. HZTAL	COORDENADAS PARCIALES		PARCIALES COMPENSADAS		COORD. ABSOLUTAS		BASE
		PARC.	COMP.		$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	E	N	
SAN BERNABE-COBETAS	---	---	229,83476	2.723,318	---	---	---	---	503.897,945	4.792.829,580	SAN BERNABE
S.BERNABE-BA-1	85,21662	315,05138	315,05110	1.271,600	-1236,227	+ 297,842	-1236,244	+ 297,860	502.661,701	4.793.127,440	BA-1
BA1-BA2	248,20509	363,25647	363,25591	503,358	- 274,662	+ 421,818	- 274,666	+ 421,843	502.387,035	4.793.549,283	BA-2
BA2-BA3	306,79942	70,05589	70,05505	155,512	+ 138,623	+ 70,481	+ 138,621	+ 70,485	502.525,656	4.793.619,768	BA-3
BA3-BA4	210,80654	80,86243	80,86131	254,417	+ 243,006	+ 75,338	+ 243,003	+ 75,342	502.768,659	4.793.695,110	BA-4
BA4-BA5	162,79344	43,65587	43,65447	139,491	+ 88,330	+ 107,961	+ 88,329	+ 107,967	502.856,988	4.793.803,077	BA-5
BA5-BA6	219,38951	63,04538	63,04370	180,981	+ 151,333	+ 99,259	+ 151,331	+ 99,265	503.008,319	4.793.902,342	BA-6
BA6-BA7	176,63012	39,67550	39,67354	242,054	+ 141,270	+ 196,553	+ 141,268	+ 196,565	503.149,587	4.794.098,907	BA-7
BA7-BA8	256,22361	95,89911	95,89687	391,384	+ 390,571	+ 25,208	+ 390,566	+ 25,210	503.540,153	4.794.124,117	BA-8
BA8-BA9	174,70000	70,59911	70,59659	351,126	+ 314,336	+ 156,469	+ 314,332	+ 156,478	503.854,485	4.794.280,595	BA-9
BA9-BA10	95,41710	366,01621	366,01341	319,822	- 162,745	+ 275,319	- 162,747	+ 275,335	503.691,738	4.794.555,930	BA-10
BA10-BA11	310,15727	76,17348	76,17040	270,224	+ 251,513	+ 98,803	+ 251,510	+ 98,809	503.943,248	4.794.654,739	BA-11
BA11-BA12	229,91370	106,08718	106,08383	191,823	+ 190,948	- 18,304	+ 190,945	- 18,303	504.134,193	4.794.636,436	BA-12
BA12-BA13	221,82942	127,91660	127,91297	230,766	+ 208,937	- 97,970	+ 208,934	- 97,964	504.343,127	4.794.538,472	BA-13
BA13-BA14	304,88978	232,80638	232,80247	117,589	- 57,943	- 102,322	- 57,944	- 102,316	504.285,183	4.794.436,156	BA-14
BA14-BA15	73,57189	106,37827	106,37408	294,770	+ 293,294	- 29,464	+ 293,290	- 29,462	504.578,473	4.794.406,694	BA-15



TRAMO	L.HZTAL	AZIMUTES		D. HZTAL	COORDENADAS PARCIALES		PARCIALES COMPENSADAS		COORDEABSOLUTAS		BASE
		PARC.	COMP.		$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	E	N	
BA15-BA16	201,27653	107,65480	107,65033	288,545	+ 286,464	- 34,591	+ 286,460	- 34,589	504.864,933	4.794.372,105	BA-16
BA16-BA17	191,70145	99,35625	99,35150	85,458	+ 85,454	+ 0,871	+ 85,453	+ 0,871	504.950,386	4.794.372,976	BA-17
BA17-BA18	256,36734	155,72359	155,71856	269,737	+ 172,854	- 207,074	+ 172,852	- 207,062	505.123,238	4.794.165,914	BA-18
BA18-TE3	194,06047	149,78406	149,77875	147,575	+ 104,713	- 103,988	+ 104,712	- 103,982	505.227,950	4.794.061,932	TE-3
TE3-BA19	243,1623	192,94640	192,94081	287,156	+ 31,776	- 285,392	+ 31,776	- 285,375	505.259,726	4.793.776,55	BA-19
BA19-BA20	219,97964	212,92604	212,92017	345,652	- 69,669	- 338,558	- 69,670	- 338,538	505.190,056	4.793.438,019	BA-20
BA-20-COBETAS	259,06137	271,98741	271,98126	1.428,196	-1292,091	- 608,477	-1292,107	- 608,439	503.897,945	4.792.829,580	SAN BERNABE
SAN BERNABE- COBETAS	157,85378	229,84119	229,83476	---	---	---	---	---	---	---	---



**APÉNDICE N° 3.2.2:  
LISTADOS DE CÁLCULOS DE LA  
POLIGONAL SECUNDARIA N° 1**

	<b>E</b>	<b>N</b>
<b>C. DE PARTIDA</b>	503.691,738	4.794.555,930
<b>C. DE LLEGADA</b>	503.691,738	4.794.555,930
<b>DIFERENCIAS</b>	0,000	0,000
<b>SUMAS PARCIALES</b>	- 0,009	-0,010
<b>CIERRE AZIMUTAL</b>	- 0,00760	

TRAMO	L.HZTAL	AZIMUTES		D. HZTAL	COORDENADAS PARCIALES		PARCIALES COMPENSADAS		BASE
		PARC.	COMP.		$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	
BA10-M1	308,30267	74,31734	74,31798	254,34809	503.925,669	4.794.655,777	503.925,667	4.794.655,775	M-1
M2-M1	221,84233	0,00000	0,00000	148,07487	504.073,474	4.794.664,701	504.073,472	4.794.664,699	M-2
M2-M3	225,96600	122,12568	122,12759	152,93498	504.217,264	4.794.612,607	504.217,261	4.794.612,605	M-3
M3-M4	97,21300	19,33868	19,34123	102,77747	504.248,011	4.794.710,678	504.248,007	4.794.710,674	M-4
M4-M5	105,55567	324,89434	324,89754	127,67734	504.129,974	4.794.759,348	504.129,970	4.794.759,343	M-5
M5-M6	166,00900	290,90334	290,90718	95,63335	504.035,314	4.794.745,735	504.035,309	4.794.745,730	M-6
M6-M7	232,49000	323,39334	323,39782	88,95036	503.952,304	4.794.777,696	503.952,299	4.794.777,690	M-7
M7-M8	154,24267	277,63601	277,64112	152,42694	503.809,182	4.794.725,256	503.809,176	4.794.725,249	M-8
M8-M9	193,61300	271,24901	271,25476	295,51027	503.543,288	4.794.596,312	503.543,280	4.794.596,303	M-9
M9-M10	112,86233	184,11134	184,11773	148,18567	503.579,874	4.794.452,714	503.579,866	4.794.452,703	M-10
M10-BA10	68,43833	52,54968	52,55670	152,22270	503.691,747	4.794.555,944	503.691,738	4.794.555,930	BA-10



**APÉNDICE N° 3.2.3:  
LISTADO DE CÁLCULOS DE LA  
POLIGONAL SECUNDARIA N° 2**

	<b>E</b>	<b>N</b>
<b>C. DE PARTIDA</b>	504.578,473	4.794.406,694
<b>C. DE LLEGADA</b>	504.285,183	4.794.436,156
<b>DIFERENCIAS</b>	293,290	- 29,462
<b>SUMAS PARCIALES</b>	293,335	- 29,401
<b>CIERRE AZIMUTAL</b>	0,01785	

TRAMO	L.HZTAL	AZIMUTES		D. HZTAL	COORDENADAS PARCIALES		PARCIALES COMPENSADAS		BASE
		PARC.	COMP.		$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	
BA15-BA14	---	----	306,37408	---	----	----	504.578,473	4.794.406,694	BA-15
BA15-SA1	203,93980	110,31349	110,31210	189,73855	504.765,728	4.794.376,094	504.765,733	4.794.376,095	SA-1
SA1-SA2	284,29150	194,60499	194,60224	398,21214	504.799,451	4.793.979,312	504.799,457	4.793.979,325	SA-2
SA2-SA3	132,81663	127,42162	127,41750	88,14120	504.879,543	4.793.942,515	504.879,551	4.793.942,529	SA-3
SA3-SA4	285,75123	213,17285	213,16736	179,82044	504.842,615	4.793.766,527	504.842,624	4.793.766,546	SA-4
SA4-SA5	165,54293	178,71579	178,70892	200,26843	504.908,351	4.793.577,355	504.908,362	4.793.577,380	SA-5
SA5-SA6	122,76707	101,48285	101,47461	332,22103	505.240,483	4.793.569,660	505.240,502	4.793.569,685	SA-6
SA6-SA7	327,05270	228,53555	228,52594	174,70975	505.164,792	4.793.412,198	505.164,813	4.793.412,228	SA-7
SA7-SA8	275,24723	303,78279	303,77180	546,18325	504.619,567	4.793.444,539	504.619,602	4.793.444,570	SA-8
SA8-SA9	224,85800	328,64079	328,62843	119,09067	504.512,317	4.793.496,306	504.512,354	4.793.496,339	SA-9
SA9-SA10	275,33767	3,97845	3,96472	374,41477	504.535,619	4.793.869,995	504.535,658	4.793.870,039	SA-10
SA10-SA11	136,27403	340,25249	340,23738	240,61763	504.341,484	4.794.012,152	504.341,528	4.794.012,200	SA-11
SA11-BA14	251,35200	391,60449	391,58801	427,67147	504.285,138	4.794.436,095	504.285,183	4.794.436,156	BA-14
BA14-BA15	314,78705	106,39154	----	294,75643	----	----	----	----	----



**APÉNDICE N° 3.2.4:  
LISTADO DE CÁLCULOS DE LA  
POLIGONAL SECUNDARIA N° 3**

	<b>E</b>	<b>N</b>
<b>C. DE PARTIDA</b>	505.164,813	4.793.412,228
<b>C. DE LLEGADA</b>	505.240,461	4.793.569,579
<b>DIFERENCIAS</b>	- 75,648	- 157.351
<b>SUMAS PARCIALES</b>	- 75.646	- 157,343
<b>CIERRE AZIMUTAL</b>	- 0,00418	

TRAMO	L.HZTAL	AZIMUTES		D. HZTAL	COORDENADAS PARCIALES		PARCIALES COMPENSADAS		BASE
		PARC.	COMP.		$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	
SA7-SA6	---	---	28,52594	---	---	---	505.164,813	4.793.412,228	SA-7
SA7-BR1	133,37843	161,91476	161,91546	177,79296	505.264,874	4.793.265,213	505.264,874	4.793.265,215	BR-1
BR1-BR1	201,12177	163,03653	163,03792	123,21445	505.332,460	4.793.162,189	505.332,461	4.793.162,192	BR-2
BR2-BR3	65,33207	28,36859	28,37068	125,13246	505.386,397	4.793.275,100	505.386,398	4.793.275,105	BR-3
BR3-BR4	110,49285	338,86144	338,86423	195,23965	505.226,423	4.793.387,023	505.226,424	4.793.387,029	BR-4
BR4-SA6	266,02063	4,88208	4,88556	183,08680	505.240,459	4.793.569,571	505.240,461	4.793.569,579	SA-6
SA6-SA7	23,65007	228,53214	---	174,71389	---	---	---	---	---



**APÉNDICE N° 3.3:  
LISTADOS DE ERRORES**



## INDICE

APÉNDICE 3.3.1. LISTADO DE ERRORES DE LA POLIGONAL PRINCIPAL	
APÉNDICE 3.3.2. LISTADO DE ERRORES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N°	
1	
APÉNDICE 3.3.3. LISTADO DE ERRORES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N°	
2	
APÉNDICE 3.3.4. LISTADO DE ERRORES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N°	
3	

**APÉNDICE N° 3.3.1:  
LISTADO DE ERRORES DE LA  
POLIGONAL PRINCIPAL**

<b>LONGITUD DE LA POLIGONAL</b>	7.767,236
<b>ERROR DE CIERRE AZIMUTAL</b>	-0,00643 <sup>g</sup>
<b>ERROR EN E</b>	+ 0,085
<b>ERROR EN N</b>	- 0,218
<b>ERROR EN Z</b>	- 0,017
<b>ERROR RELATIVO</b>	1 / 33.195

**APÉNDICE N° 3.3.2:  
LISTADOS DE ERRORES DE LA  
POLIGONAL SECUNDARIA N° 1**

<b>LONGITUD DE LA POLIGONAL</b>	1.718,742
<b>ERROR DE CIERRE AZIMUTAL</b>	0,00760 <sup>g</sup>
<b>ERROR EN E</b>	0,008
<b>ERROR EN N</b>	0,013
<b>ERROR EN Z</b>	- 0,078
<b>ERROR RELATIVO</b>	1 / 105.917

**APÉNDICE N° 3.3.3:  
LISTADO DE ERRORES DE LA  
POLIGONAL SECUNDARIA N° 2**

<b>LONGITUD DE LA POLIGONAL</b>	3.271,089
<b>ERROR DE CIERRE AZIMUTAL</b>	0,01785 <sup>g</sup>
<b>ERROR EN E</b>	- 0,045
<b>ERROR EN N</b>	- 0,061
<b>ERROR EN Z</b>	- 0,008
<b>ERROR RELATIVO</b>	1 / 43.171

**APÉNDICE N° 3.3.4:  
LISTADO DE ERRORES DE LA  
POLIGONAL SECUNDARIA N° 3**

<b>LONGITUD DE LA POLIGONAL</b>	804,466
<b>ERROR DE CIERRE AZIMUTAL</b>	0,00418 <sup>g</sup>
<b>ERROR EN E</b>	- 0,002
<b>ERROR EN N</b>	- 0,008
<b>ERROR EN Z</b>	- 0,070
<b>ERROR RELATIVO</b>	1 / 96.888

**APÉNDICE N° 3.4:  
LISTADOS DE BASES**



## **INDICE**

APÉNDICE 3.4.1. LISTADO DE BASES DE LA POLIGONAL PRINCIPAL

APÉNDICE 3.4.2. LISTADO DE BASES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 1

APÉNDICE 3.4.3. LISTADO DE BASES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 2

APÉNDICE 3.4.4. LISTADO DE BASES DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 3

**APÉNDICE N° 3.4.1:  
LISTADO DE BASES DE LA POLIGONAL  
PRINCIPAL**

<b>BASE</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Z</b>
<b>BA-1</b>	502.661,701	4.793.127,440	71,509
<b>BA-2</b>	502.387,035	4.793.549,283	6,414
<b>BA-3</b>	502.525,656	4.793.619,768	5,471
<b>BA-4</b>	502.768,659	4.793.695,110	3,577
<b>BA-5</b>	502.856,988	4.793.803,077	5,540
<b>BA-6</b>	503.008,319	4.793.902,342	9,660
<b>BA-7</b>	503.149,587	4.794.098,907	15,480
<b>BA-8</b>	503.540,153	4.794.124,117	22,430
<b>BA-9</b>	503.854,485	4.794.280,595	22,614
<b>BA-10</b>	503.691,738	4.794.555,930	4,387
<b>BA-11</b>	503.943,248	4.794.654,739	4,087
<b>BA-12</b>	504.134,193	4.794.636,436	3,546
<b>BA-13</b>	504.343,127	4.794.538,472	3,704
<b>BA-14</b>	504.285,183	4.794.436,156	3,507
<b>BA-15</b>	504.578,473	4.794.406,694	3,975
<b>BA-16</b>	504.864,933	4.794.372,105	4,965
<b>BA-17</b>	504.950,386	4.794.372,976	4,386
<b>BA-18</b>	505.123,238	4.794.165,914	4,375
<b>TE-3</b>	505.227,950	4.794.061,932	5,093
<b>BA-19</b>	505.259,726	4.793.776,557	6,024
<b>BA-20</b>	505.190,056	4.793.438,019	6,922

**APÉNDICE N° 3.4.2:  
LISTADOS DE BASES DE LA POLIGONAL  
SECUNDARIA N° 1**

<b>BASE</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Z</b>
<b>M-1</b>	503.925,667	4.794.655,775	4,462
<b>M-2</b>	504.073,472	4.794.664,699	4,246
<b>M-3</b>	504.217,261	4.794.612,605	3,386
<b>M-4</b>	504.248,007	4.794.710,674	3,956
<b>M-5</b>	504.129,970	4.794.759,343	4,157
<b>M-6</b>	504.035,309	4.794.745,730	4,470
<b>M-7</b>	503.952,299	4.794.777,690	3,719
<b>M-8</b>	503.809,176	4.794.725,249	4,811
<b>M-9</b>	503.543,280	4.794.596,303	14,964
<b>M-10</b>	503.579,866	4.794.452,703	19,772

**APÉNDICE N° 3.4.3:  
LISTADO DE BASES DE LA POLIGONAL  
SECUNDARIA N° 2**

<b>BASE</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Z</b>
<b>SA-1</b>	504.765,733	4.794.376,095	4,335
<b>SA-2</b>	504.799,457	4.793.979,325	8,740
<b>SA-3</b>	504.879,551	4.793.942,529	12,530
<b>SA-4</b>	504.842,624	4.793.766,546	28,432
<b>SA-5</b>	504.908,362	4.793.577,380	38,254
<b>SA-6</b>	505.240,502	4.793.569,685	6,079
<b>SA-7</b>	505.164,813	4.793.412,228	7,170
<b>SA-8</b>	504.619,602	4.793.444,570	82,895
<b>SA-9</b>	504.512,354	4.793.496,339	85,143
<b>SA-10</b>	504.535,658	4.793.870,039	43,202
<b>SA-11</b>	504.341,528	4.794.012,200	29,714

**APÉNDICE N° 3.4.4:  
LISTADO DE BASES DE LA POLIGONAL  
SECUNDARIA N° 3**

<b>BASE</b>	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Z</b>
<b>BR-1</b>	505.264,874	4.793.265,215	9,386
<b>BR-2</b>	505.332,461	4.793.162,192	9,780
<b>BR-3</b>	505.386,398	4.793.275,105	22,152
<b>BR-4</b>	505.226,424	4.793.387,029	6,070

**APÉNDICE N° 3.5:  
RESEÑAS**



## **INDICE**

APÉNDICE 3.5.1. RESEÑAS DE LA POLIGONAL PRINCIPAL

APÉNDICE 3.5.2. RESEÑAS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 1

APÉNDICE 3.5.3. RESEÑAS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 2

APÉNDICE 3.5.4. RESEÑAS DE LA POLIGONAL SECUNDARIA N° 3

**APÉNDICE N° 3.5.1:  
RESEÑAS DE LA POLIGONAL PRINCIPAL**

# RESEÑAS de BASES DE REPLANTEO VALLE DE ASUA

ENCAUZAMIENTO DE LOS RIOS ASUA Y LAUROS

HOJA Nº 1 DE

DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
BA-1	<p>CLAVO SPIT, INCRUSTADO EN BASE DE HORMIGON SITUADO ENTRE UNA TORRETA DE IBERDUERO Y EL ESCARPE DEL TALUD.</p>	
<b>COORDENADAS</b>		
<p>X= 502.661,701</p> <p>Y= 4.793.127,440</p> <p>Z= 71,509</p>		
DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
BA-2	<p>CLAVO DE CABEZA SEMIESFERICA SITUADO EN EL EXTREMO NORTE DEL PUENTE, EN LA DESEMBOCADURA DEL RIO ASUA.</p>	
<b>COORDENADAS</b>		
<p>X= 502.387,035</p> <p>Y= 4.793.549,283</p> <p>Z= 6,414</p>		

DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
BA-3	<p>CLAVO SPIT INCRUSTADO EN UN PELDAÑO DE ESCALERA, EN EL PASO DE VIAS PARA LOS PEATONES.</p>	
<p>COORDENADAS</p> <p>X= 502.525,656</p> <p>Y= 4.793.619,768</p> <p>Z= 5,471</p>		
DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
BA-4	<p>CLAVO SPIT, SOBRE UN MURO DE CONTENCIÓN, SITUADO EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO ASUA.</p>	
<p>COORDENADAS</p> <p>X= 502.768,659</p> <p>Y= 4.793.695,110</p> <p>Z= 3,577</p>		

DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
<p>BA-5</p>	<p>CLAVO SPIT INCRUSTADO SOBRE UN MURO Y PINTADO - DE ROJO REFERIDO A LA FACHADA DEL PABELLON.</p>	
<p>COORDENADAS</p>		
<p>X= 502.856.988</p>		
<p>Y= 4.793.803,077</p>		
<p>Z= 5,540</p>		
DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
<p>BA-6</p>	<p>BORNA ATTEMBERGER, SITUADO FRENTE A LA CHATA--RRERIA, ENTRE EL ESCARPE DEL RIO Y EL CAMINO.</p>	
<p>COORDENADAS</p>		
<p>X= 503.008,319</p>		
<p>Y= 4.793.902,342</p>		
<p>Z= 9,660</p>		

DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
BA-7	<p>HIERRO DE 1,5 M. DE LONGITUD Y Ø 3 CM., INCRUSTADO EN UN TERRENO DURO, CON GRANETE EN LA PARTE SUPERIOR.</p>	
COORDENADAS		
X = 503.149,587		
Y = 4.794.098,907		
Z = 15,480		
DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
BA-8	<p>CLAVO SPIT, INCRUSTADO EN LA PARTE SUPERIOR DE LAS ESCALERAS, CON PINTURA ROJA Y REFERIDO A DOS POSTES DE IBERDUERO.</p>	
COORDENADAS		
X = 503.540,153		
Y = 4.794.124,117		
Z = 22,430		

DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
<p>BA-9</p>	<p>CLAVO SPIT, SITUADO EN LA BASE DE UNA TORRETA DE ALTA.</p>	
<p>COORDENADAS</p>		
<p>X = 503.854,485</p>		
<p>Y = 4.794.280,595</p>		
<p>Z = 22,614</p>		
DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
<p>BA-10</p>	<p>CLAVO SPIT INCRUSTADO EN UN PASO INTERIOR DE ARROYO, EN LA LINEA DEL FERROCARRIL LUTXANA - LEZAMA.</p>	
<p>COORDENADAS</p>		
<p>X = 503.691,738</p>		
<p>Y = 4.794.555,930</p>		
<p>Z = 4,387</p>		

DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
<p>BA-11</p>	<p>CLAVO SPIT, SOBRE UNA PLACA DE HORMIGON SITUADO EN LA PARTE TRASERA DE LA CASETA DE GUARDA-BARRERAS.</p>	
<p>COORDENADAS</p>		
<p>X= 503.943,248</p>		
<p>Y= 4.794.654,739</p>		
<p>Z= 4,087</p>		
DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
<p>BA-12</p>	<p>CLAVO SPIT, INCRUSTADO EN LA BASE DEL MURO DE CIERRE.</p>	
<p>COORDENADAS</p>		
<p>X= 504.134,193</p>		
<p>Y= 4.794.636,436</p>		
<p>Z= 3,546</p>		

DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
<p>BA-13</p>	<p>CLAVO SPIT SOBRE LA ACERA Y CON PINTURA ROJA, SITUADO AL ESTE DEL PALO DEL FERROCARRIL.</p>	
<p>COORDENADAS</p>		
<p>X = 504.343,127</p>		
<p>Y = 4.794.538,472</p>		
<p>Z = 3,704</p>		
DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
<p>BA-14</p>	<p>CLAVO DE CABEZA SEMIESFERICA, SOBRE LA ACERA, EN UNA BIFURCACION DE CARRETERAS.</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;"><b>DESAPARECIDA</b></p>	
<p>COORDENADAS</p>		
<p>X = 504.285,183</p>		
<p>Y = 4.794.436,156</p>		
<p>Z = 3,507</p>		

DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
BA-15	<p>HIERRO CON GRANETE AL BORDE DE LA CARRETERA Y --- PROXIMO AL PASO DE FERROCARRIL.</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em;"><b>DESAPARECIDA</b></p>	
<p>COORDENADAS</p> <p>X = 504.578,473</p> <p>Y = 4.794.406,694</p> <p>Z = 3,975</p>		
DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
BA-16	<p>CLAVO DE CABEZA SEMIESFERICA CON GRANETE EN LA -- PARTE SUPERIOR, SITUADO AL OESTE DEL ANDEN.</p>	
<p>COORDENADAS</p> <p>X = 504.864,933</p> <p>Y = 4.794.372,105</p> <p>Z = 4,965</p>		

DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
BA-17	CLAVO SPIT, INCRUSTADO EN LA BASE DE HORMIGON DE UN SEMAFORO DEL FERROCARRIL.	
COORDENADAS		
X = 504.950,386		
Y = 4.794.372,976		
Z = 4,386		
DENOMINACION DEL PUNTO	SITUACION	CROQUIS
BA-18	CLAVO SPIT SOBRE EL COLECTOR Y REFERIDO O UN --- CIERRE CON PINTURA ROJA.	
COORDENADAS		
X = 505.123,238		
Y = 4.794.165,914		
Z = 4,375		

**APÉNDICE N° 3.5.2:  
RESEÑAS DE LA POLIGONAL  
SECUNDARIA N° 1**

# RESEÑA

VERTICE.....: M-1  
T. MUNICIPAL...: ERANDIO  
SECTOR.....:  
FECHA.....: 25/11/1994

HOJA DEL PLANO 1/ 5.000  
N° 61-14

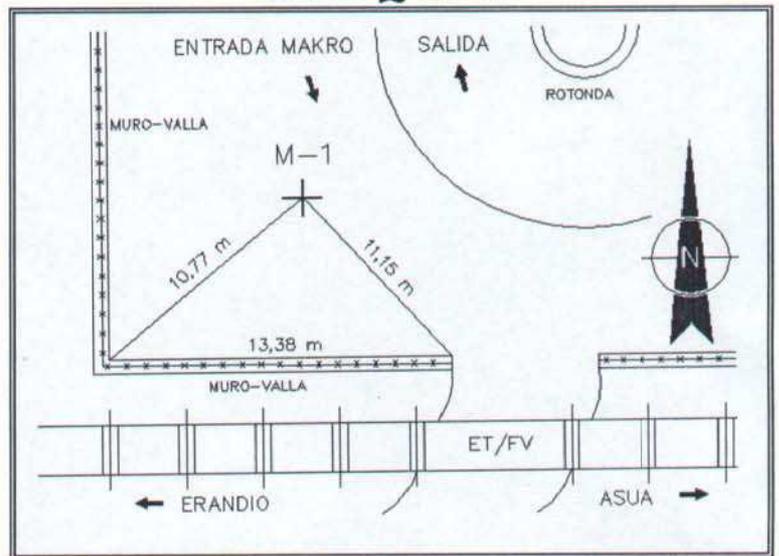
## COORDENADAS

E = 503.925,667  
N = 4.794.655,775  
Z = 4,462

### SEÑAL Y REFERENCIAS

CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN  
EL PAVIMENTO, REFERIDO A DOS  
ESQUINAS DE UN MURO-VALLA  
CON PINTURA ROJA.

## CROQUIS



## FOTOGRAFIA



# RESEÑA

VERTICE.....: M-2  
T. MUNICIPAL...: ERANDIO  
SECTOR.....:  
FECHA.....: 25/11/1994

HOJA DEL PLANO 1/ 5.000  
N° 61-14

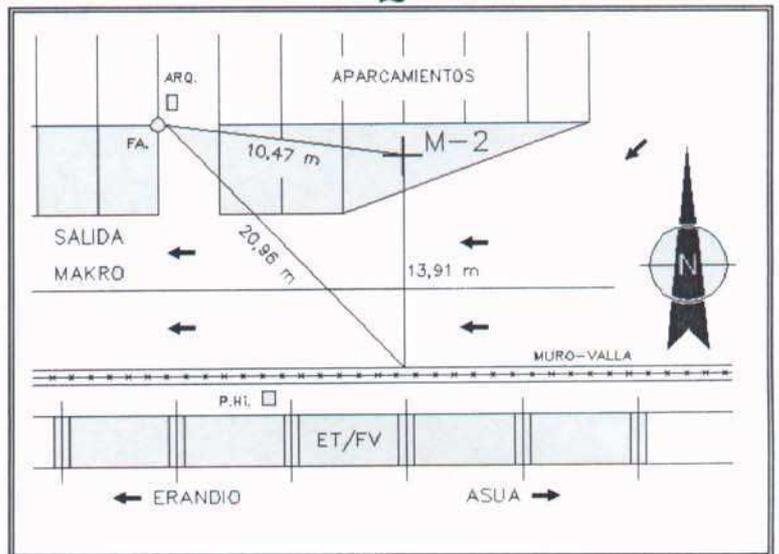
## COORDENADAS

E = 504.073,472  
N = 4.794.664,669  
Z = 4,246

### SEÑAL Y REFERENCIAS

CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN EL PAVIMENTO DE LOS APARCAMIENTOS DEL SUPERMERCADO, REFERIDO A UNA FAROLA Y A UN MURO-VALLA CON PINTURA ROJA.

## CROQUIS



## FOTOGRAFIA



# RESEÑA

**VERTICE.....:** M-3  
**T. MUNICIPAL..:** ERANDIO  
**SECTOR.....:**  
**FECHA.....:** 25/11/1994

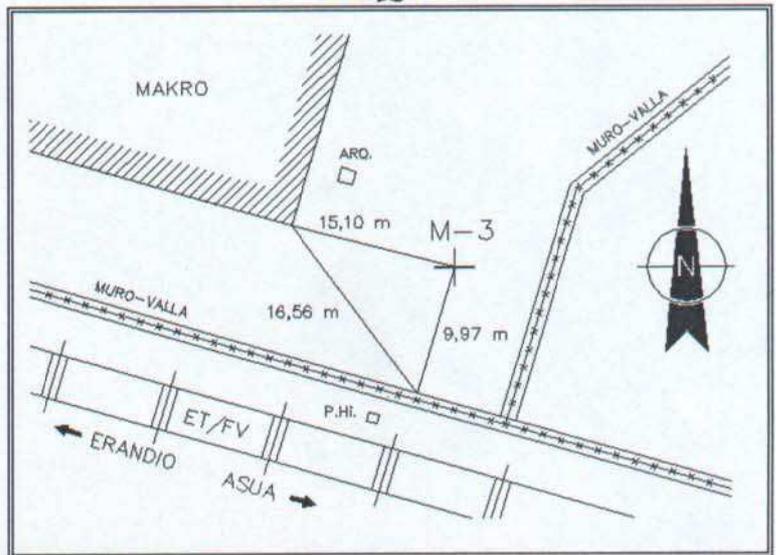
**HOJA DEL PLANO 1/ 5.000**  
**N° 61-14**

## COORDENADAS

**E =** 504.217,261  
**N =** 4.794.612,605  
**Z =** 3,386

**SEÑAL Y REFERENCIAS**  
CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN  
EL PAVIMENTO DE LOS APAR-  
CAMIENTOS DEL SUPERMERCADO,  
REFERIDO A UNA ESQUINA DEL  
EDIFICIO Y A UN MURO-VALLA  
CON PINTURA ROJA.

## CROQUIS



## FOTOGRAFIA



# RESEÑA

**VERTICE.....:** M-4  
**T. MUNICIPAL...:** ERANDIO  
**SECTOR.....:**  
**FECHA.....:** 25/11/1994

**HOJA DEL PLANO 1/ 5.000**  
**N° 61-14**

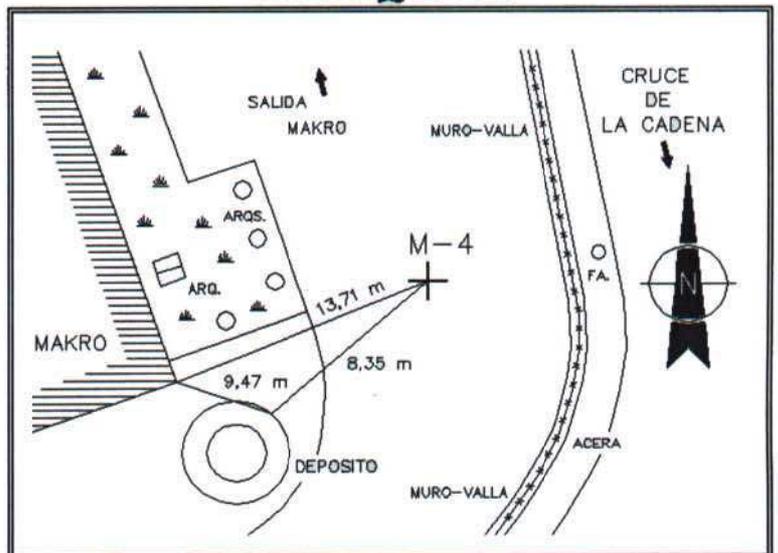
## COORDENADAS

**E =** 504.248,007  
**N =** 4.794.710,674  
**Z =** 3,956

### SEÑAL Y REFERENCIAS

CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN  
EL PAVIMENTO, REFERIDO A UN  
DEPOSITO Y A UNA ESQUINA DEL  
EDIFICIO CON PINTURA ROJA.

## CROQUIS



## FOTOGRAFIA



# RESEÑA

VERTICE.....: M-5  
T. MUNICIPAL...: ERANDIO  
SECTOR.....:  
FECHA.....: 25/11/1994

HOJA DEL PLANO 1/ 5.000  
N° 61-14

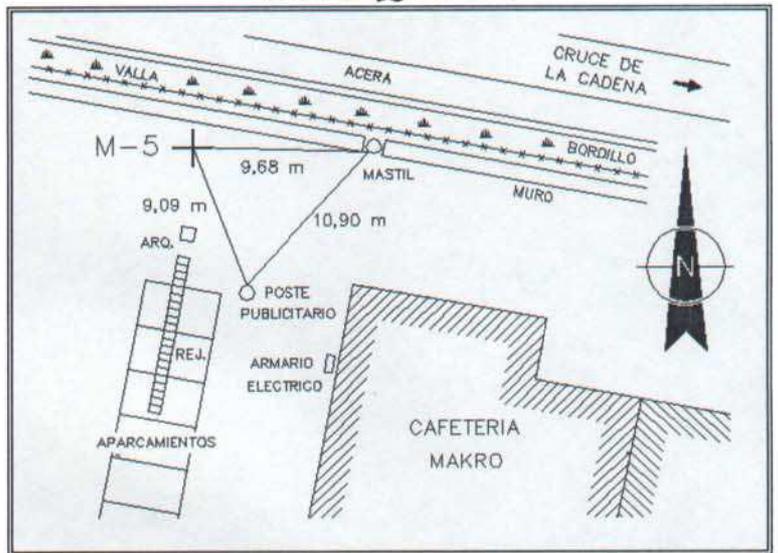
## COORDENADAS

E = 504.129,970  
N = 4.794.759,343  
Z = 4,157

### SEÑAL Y REFERENCIAS

CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN  
EL PAVIMENTO, REFERIDO A UN  
POSTE PUBLICITARIO Y A UN  
MASTIL CON PINTURA ROJA.

## CROQUIS



## FOTOGRAFIA



# RESEÑA

VERTICE.....: M-6  
T. MUNICIPAL...: ERANDIO  
SECTOR.....:  
FECHA.....: 25/11/1994

HOJA DEL PLANO 1/ 5.000  
N° 61-14

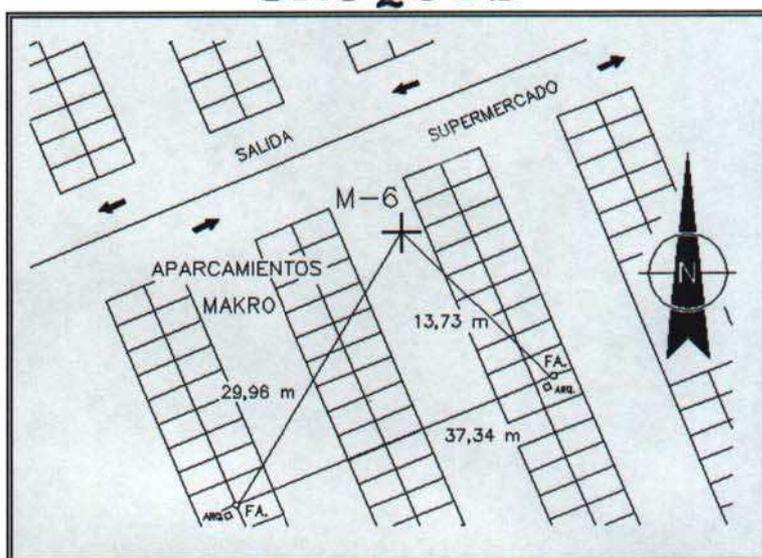
## COORDENADAS

E = 504.035,309  
N = 4.794.745,730  
Z = 4,470

### SEÑAL Y REFERENCIAS

CLAVO DE ACERO DE CABEZA SEMIESFERICA INCRUSTADO EN EL PAVIMENTO DE LOS APARCAMIENTOS DEL SUPERMERCADO, REFERIDO A DOS FAROLAS CON PINTURA ROJA.

## CROQUIS



## FOTOGRAFIA



# RESEÑA

VERTICE.....: M-7  
T. MUNICIPAL...: ERANDIO  
SECTOR.....:  
FECHA.....: 25/11/1994

HOJA DEL PLANO 1/ 5.000  
N° 61-14

## COORDENADAS

E = 503.952,299  
N = 4.794.777,690  
Z = 3,719

### SEÑAL Y REFERENCIAS

CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN  
UNA ISLETA, REFERIDO A DOS  
ESQUINAS DE OTRA ISLETA PRO-  
XIMA CON PINTURA ROJA.

---

---

---

---

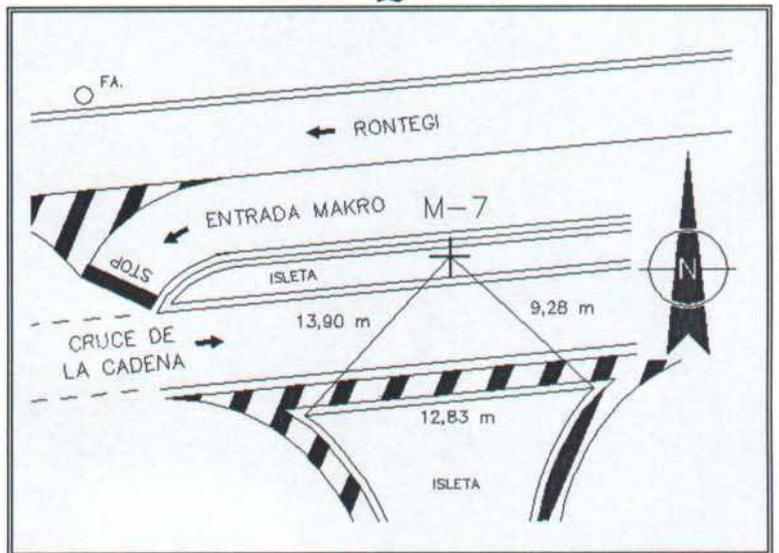
---

---

---

---

## CROQUIS



## FOTOGRAFIA



# RESEÑA

VERTICE.....: M-8  
T. MUNICIPAL...: ERANDIO  
SECTOR.....:  
FECHA.....: 25/11/1994

HOJA DEL PLANO 1/ 5.000  
Nº 61-14

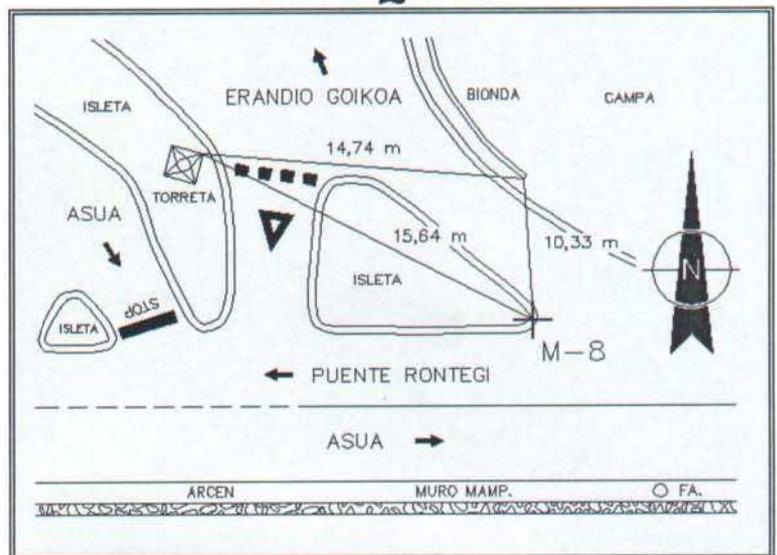
## COORDENADAS

E = 503.809,176  
N = 4.794.725,249  
Z = 4,811

### SEÑAL Y REFERENCIAS

CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN  
UNA ISLETA, REFERIDO A UNA  
BIONDA Y A UNA TORRETA CON  
PINTURA ROJA.

## CROQUIS



## FOTOGRAFIA



# RESEÑA

VERTICE.....: M-9  
T. MUNICIPAL...: ERANDIO  
SECTOR.....:  
FECHA.....: 25/11/1994

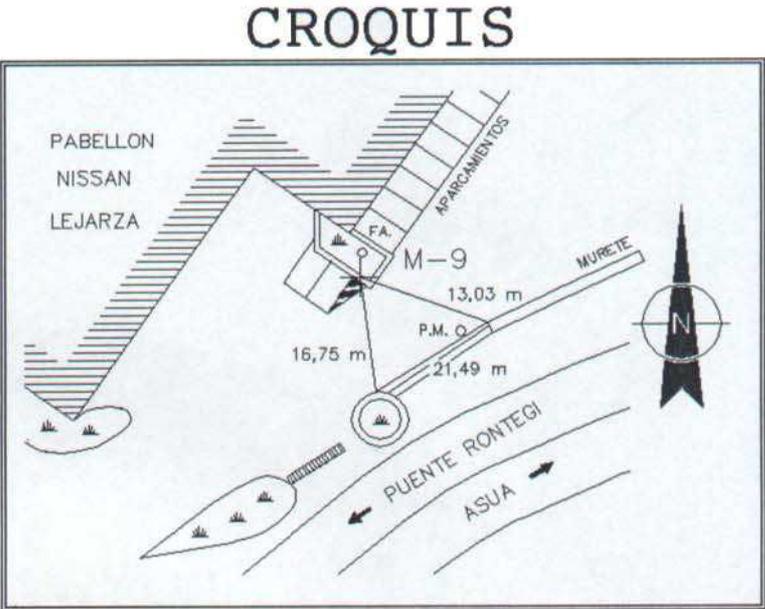
HOJA DEL PLANO 1/ 5.000  
N° 61-14

## COORDENADAS

E = 503.543,280  
N = 4.794.596,303  
Z = 14,964

### SEÑAL Y REFERENCIAS

CLAVO DE ACERO DE CABEZA SEMIESFERICA INCRUSTADO EN UN BORDILLO, REFERIDO A LA ESQUINA DE UN MURETE Y A UNA JARDINERA CON PINTURA ROJA.



## FOTOGRAFIA



# RESEÑA

VERTICE.....: M-10  
T. MUNICIPAL...: ERANDIO  
SECTOR.....:  
FECHA.....: 25/11/1994

HOJA DEL PLANO 1/ 5.000  
N° 61-14

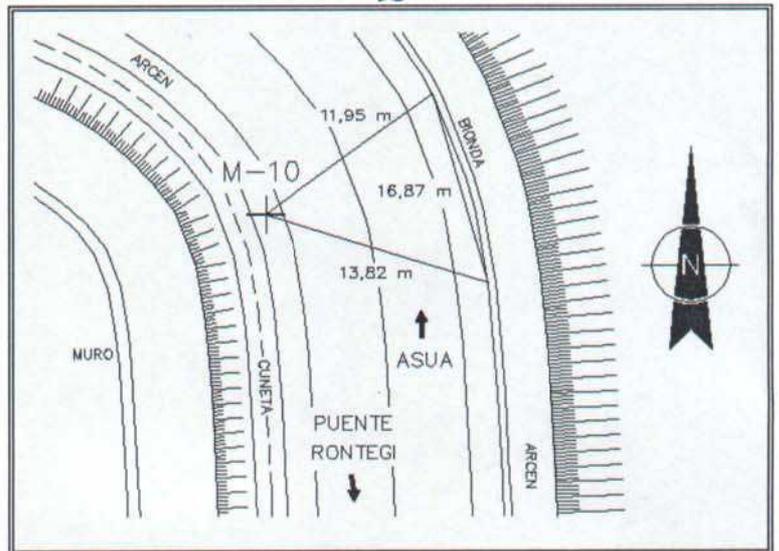
## COORDENADAS

E = 503.579,866  
N = 4.794.452,703  
Z = 19,772

### SEÑAL Y REFERENCIAS

CLAVO DE ACERO DE CABEZA SEMIESFERICA INCRUSTADO EN EL ARCEN, REFERIDO A LA BIONDA DE LA CARRETERA CON PINTURA ROJA.

## CROQUIS



## FOTOGRAFIA



**APÉNDICE N° 3.5.3:  
RESEÑAS DE LA POLIGONAL  
SECUNDARIA N° 2**

## RESEÑA

VERTICE : SA-1  
T. MUNICIPAL : SONDIKA  
SECTOR :  
FECHA : 29-X-1992

### COORDENADAS

E = 504.765,733  
N = 4.794.376,095  
Z = 4,335

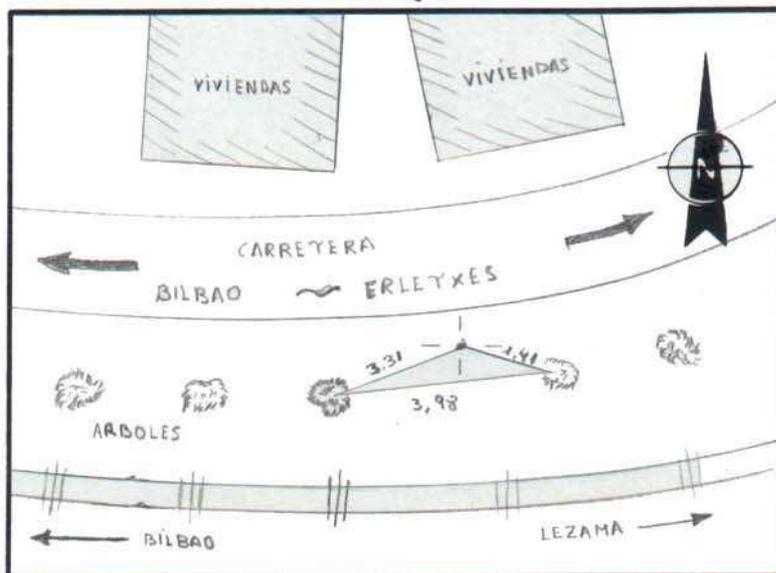
HOJA DEL PLANO 1/5.000

N° 61/14

### SEÑAL Y REFERENCIAS :

CLAVO DE CABEZA SEMIESFERICA,  
INCRUSTADO EN EL AGLOMERADO DE  
LA CARRETERA BILBAO-ERLETXES Y  
MUY CERCANO A LAS VIAS DEL FE-  
RROCARRIL "BILBAO-LEZAMA" REFE-  
RIDO A DOS ARBOLES PINTADOS DE  
ROJO.

### CROQUIS



### FOTOGRAFIA



# RESEÑA

VERTICE : SA-2  
T. MUNICIPAL : SONDIKA  
SECTOR :  
FECHA : 29-X-1992

## COORDENADAS

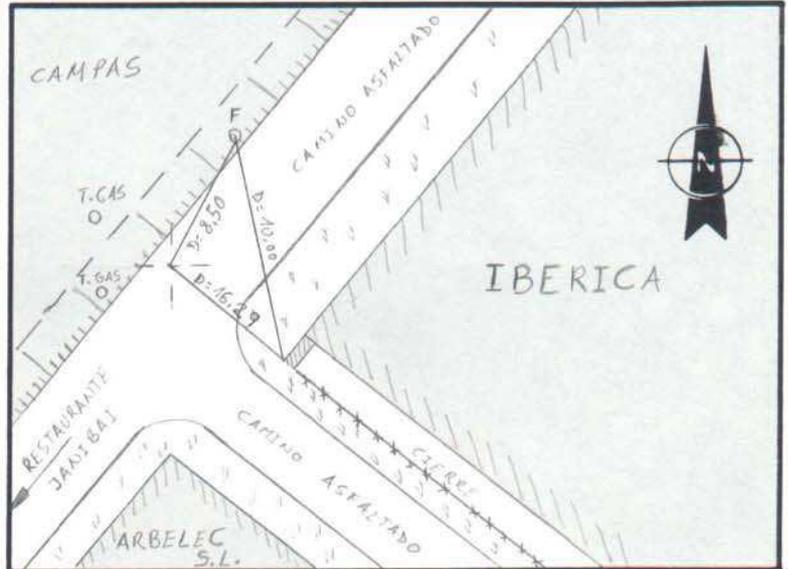
E = 504.799,457  
N = 4.793.979,325  
Z = 8,740

HOJA DEL PLANO 1/5.000  
N° 61/14

### SEÑAL Y REFERENCIAS :

- CLAVO DE CABEZA SEMIESFERICA
- INCRUSTADO EN EL AGLOMERADO
- DEL CAMINO, REFERIDO A UNA -
- FAROLA Y A LA ESQUINA DE LA
- FABRICA, PINTADO DE ROJO.

### CROQUIS



### FOTOGRAFIA



## RESEÑA

VERTICE : SA-3  
T. MUNICIPAL : LOIU  
SECTOR :  
FECHA : 29-X-1992

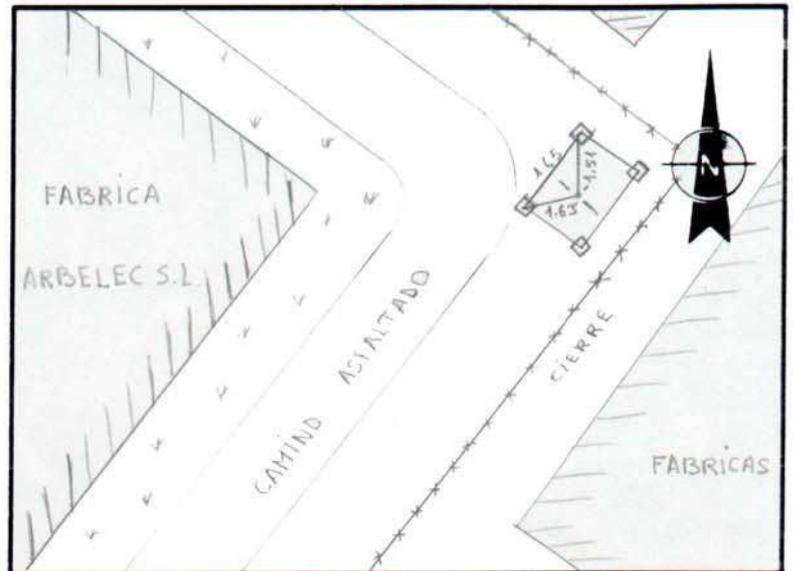
### COORDENADAS

E = 504.879,551  
N = 4.793.942,529  
Z = 12,530

HOJA DEL PLANO 1/ 5.000

N° 61/14

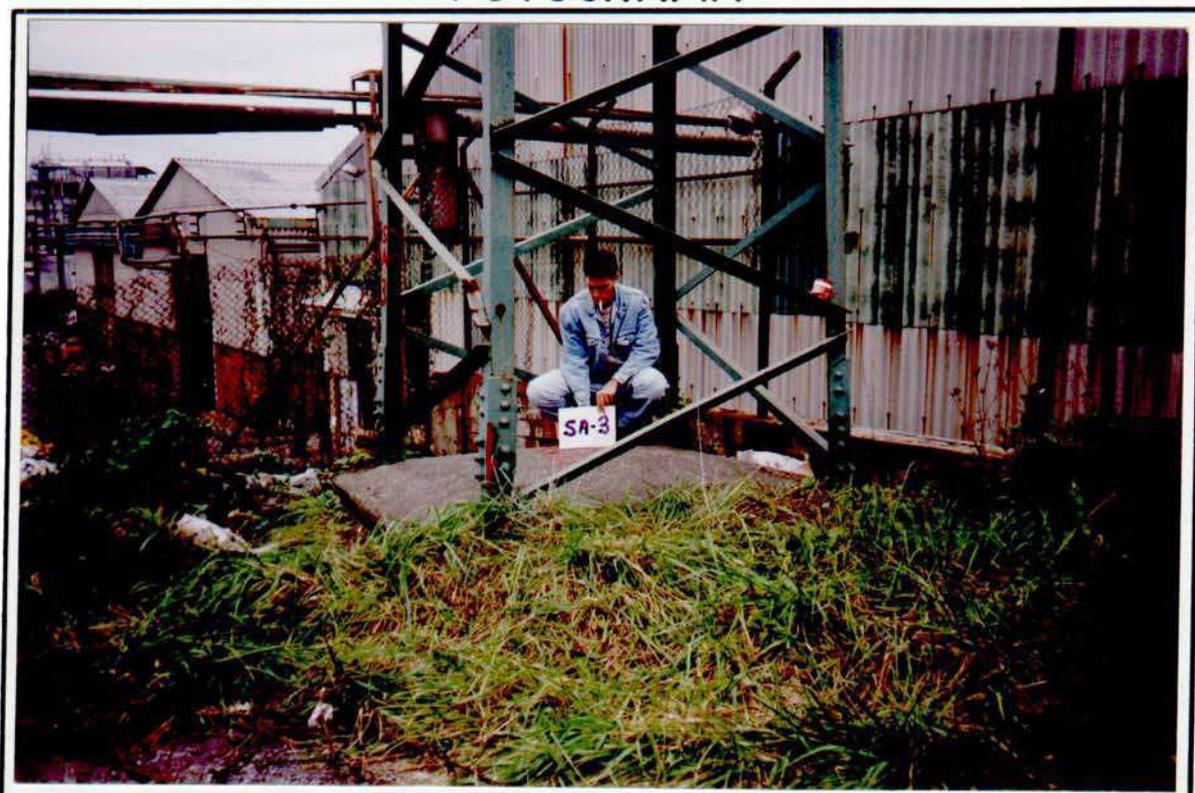
## CROQUIS



## SEÑAL Y REFERENCIAS :

CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN  
LA ZAPATA DE UNA TORRETA DE  
ALTA TENSION, REFERIDO A LAS  
PATAS DE LA TORRETA, PINTADO  
DE ROJO.

## FOTOGRAFIA



## RESEÑA

VERTICE : SA-4  
T. MUNICIPAL : LOIU  
SECTOR :  
FECHA : 29-X-1992

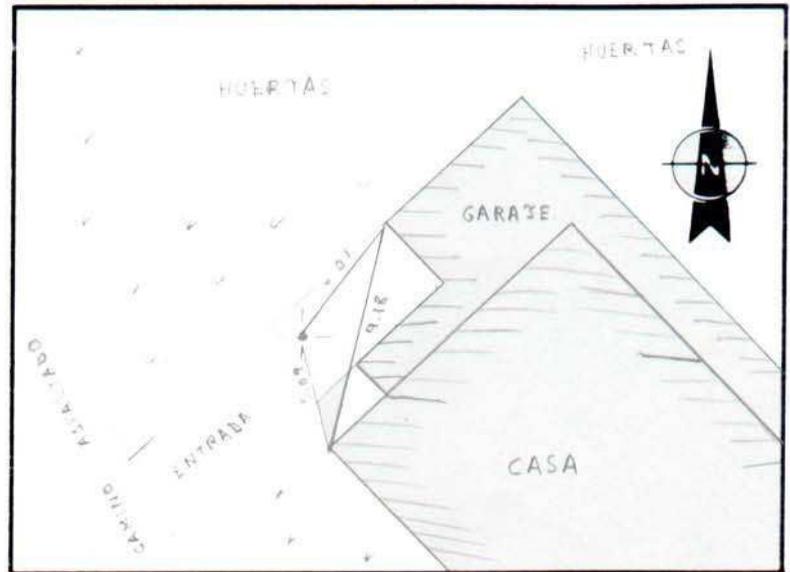
### COORDENADAS

E = 504.842,624  
N = 4.793.766,546  
Z = 28,432

HOJA DEL PLANO 1/ 5.000

N° 61/14

### CROQUIS



### SEÑAL Y REFERENCIAS :

CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN  
EL ACCESO A UN GARAJE CORRES-  
PONDIENTE A LA CASA, REFERIDO  
A LA ESQUINA DEL GARAJE Y DE  
LA CASA.

### FOTOGRAFIA



## RESEÑA

VERTICE : SA-5  
T. MUNICIPAL : LOIU  
SECTOR :  
FECHA : 29-X-1992

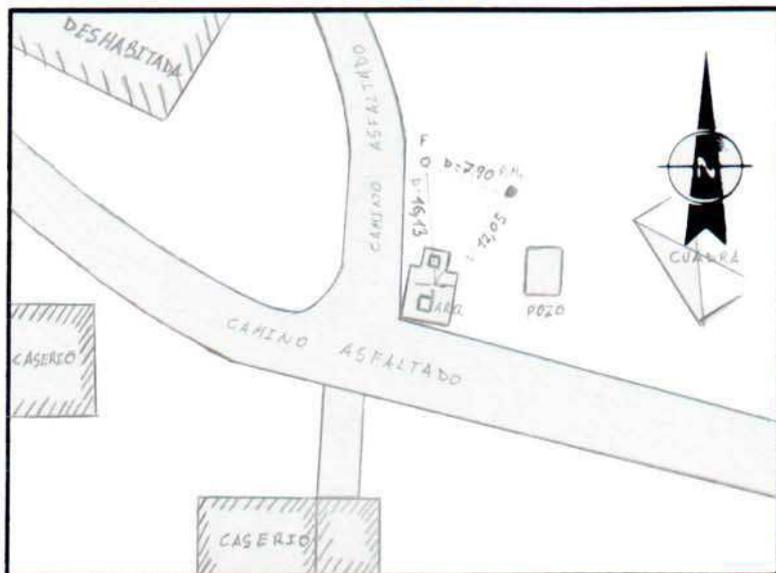
### COORDENADAS

E = 504.908,362  
N = 4.793.577,380  
Z = 38,254

HOJA DEL PLANO 1/5.000

N° 61/14

### CROQUIS



### SEÑAL Y REFERENCIAS :

CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN  
EL HORMIGON DE DOS ARQUETAS  
DE ABASTECIMIENTO. REFERIDO  
A UNA FAROLA Y A UN POSTE DE  
MADERA, PINTADO DE ROJO.

### FOTOGRAFIA



# RESEÑA

VERTICE : SA-6  
T. MUNICIPAL : SONDIKA  
SECTOR :  
FECHA : 29-X-1992

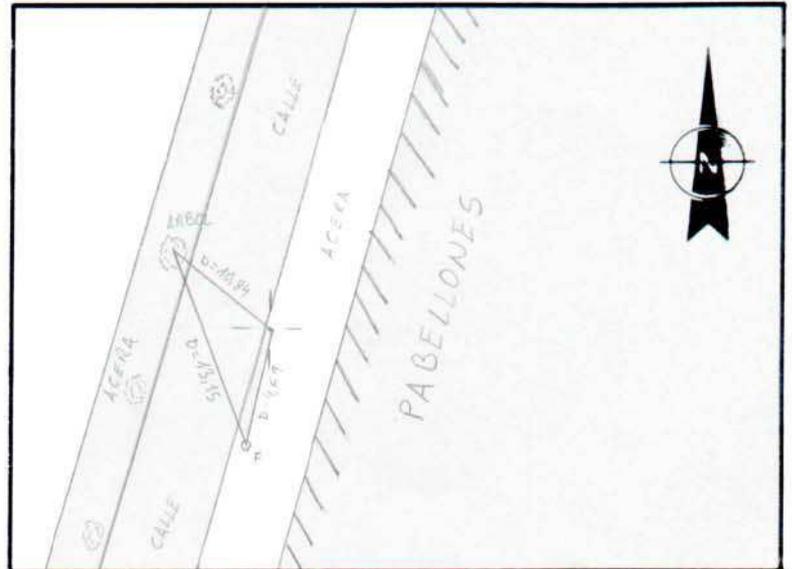
## COORDENADAS

E = 505.240,502  
N = 4.793.569,685  
Z = 6,079

HOJA DEL PLANO 1/ 5.000

N° 61/15

## CROQUIS



## SEÑAL Y REFERENCIAS :

CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN  
EL BORDILLO DE LA ACERA. RE-  
FERIDO A UN ARBOL Y A UNA FA--  
ROLA, PINTADO DE ROJO.

## FOTOGRAFIA



## RESEÑA

VERTICE : SA-7  
T. MUNICIPAL : SONDIKA  
SECTOR :  
FECHA : 29-X-1992

### COORDENADAS

E = 505.164,813  
N = 4.793.412,228  
Z = 7,170

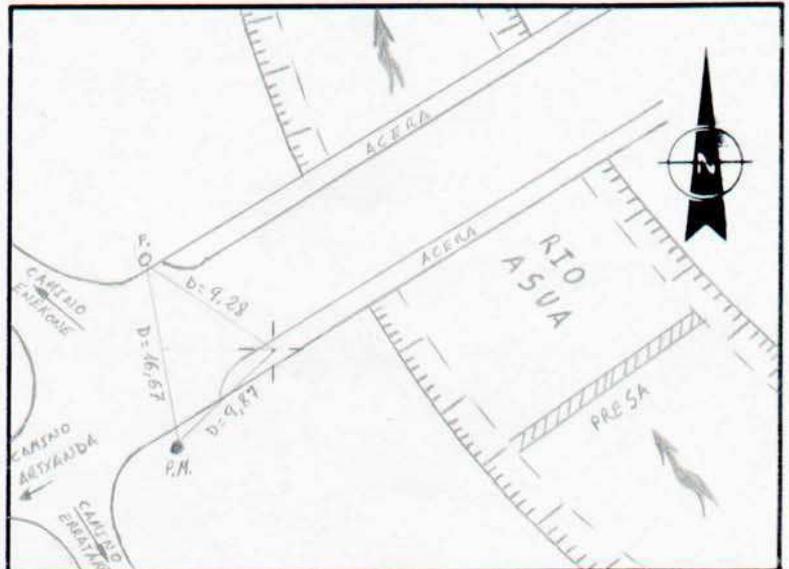
HOJA DEL PLANO 1/5.000

N° 61/22

### SEÑAL Y REFERENCIAS :

CLAVO SPIT CON ARANDELA INCRUSTADO EN LA ACERA DEL PUENTE - SANGRONIZ. REFERIDO A UNA FAROLA Y A UN POSTE DE MADERA, PINTADO DE ROJO.

### CROQUIS



### FOTOGRAFIA



## RESEÑA

VERTICE : SA-8  
T. MUNICIPAL : LOIU  
SECTOR :  
FECHA : 29-X-1992

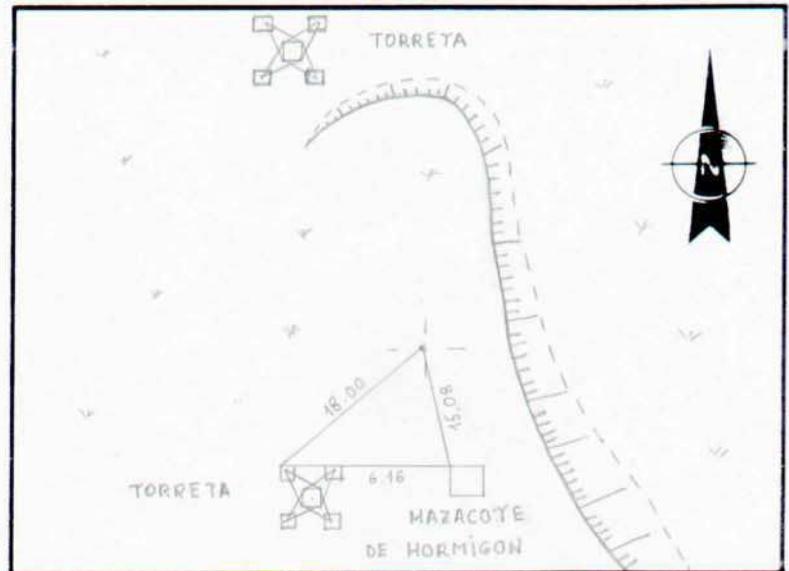
### COORDENADAS

E = 504.619,602  
N = 4.793.444,570  
Z = 82,895

HOJA DEL PLANO 1/5.000

N° 61/14

### CROQUIS



### SEÑAL Y REFERENCIAS :

BORNA ATTENBERGER SITUADA EN LA  
PARTE SUPERIOR DEL TALUD Y REFE  
RIDA CON PINTURA ROJA A UNA TORRE  
TA Y A UN MAZACOTE DE HORMIGON.

### FOTOGRAFIA



## RESEÑA

VERTICE : SA-9  
T. MUNICIPAL : LOIU  
SECTOR :  
FECHA : 29-X-1992

### COORDENADAS

E = 504.512,354  
N = 4.793.496,339  
Z = 85,143

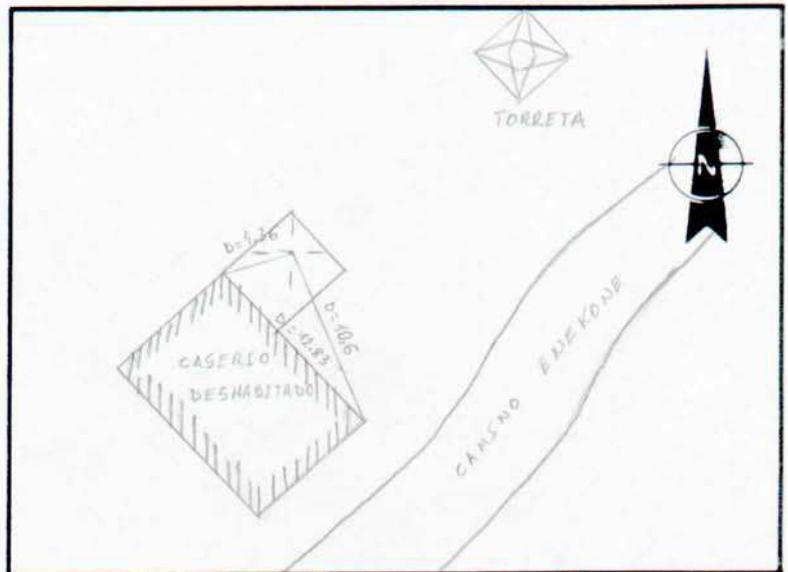
HOJA DEL PLANO 1/ 5.000

N° 61/14

### SEÑAL Y REFERENCIAS :

CLAVO DE ACERO INCRUSTADO EN  
UNA PLACA DE HORMIGON JUNTO  
AL CASERIO Y REFERIDO A DOS DE  
SUS ESQUINAS, PINTADO DE ROJO.

### CROQUIS



### FOTOGRAFIA



## RESEÑA

VERTICE : SA-10  
T. MUNICIPAL : LOIU  
SECTOR :  
FECHA : 29-X-1992

### COORDENADAS

E = 504.535,658  
N = 4.793.870,039  
Z = 43,202

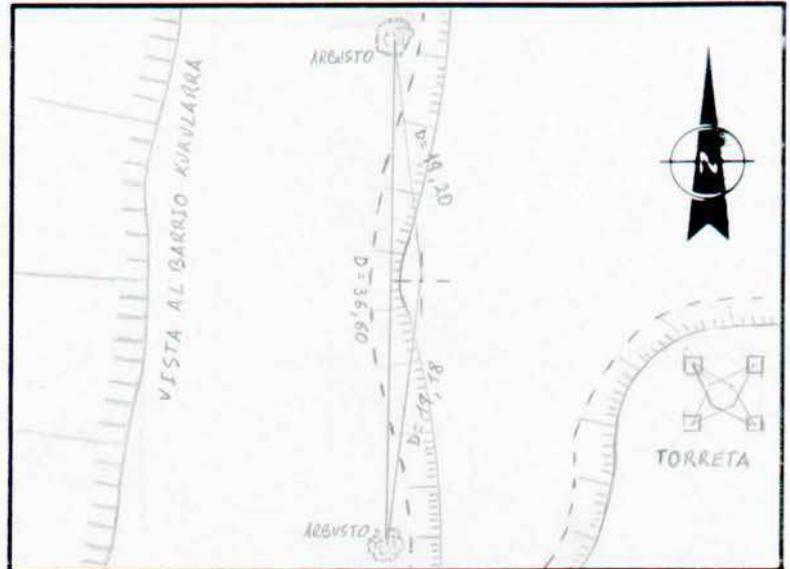
HOJA DEL PLANO 1/5.000

N° 61/14

### SEÑAL Y REFERENCIAS :

BORNA ATTENBERGER SITUADA AL  
BORDE DE LA CAMPA, EN LA PAR-  
TE SUPERIOR DEL MONTE BAJO.

### CROQUIS



### FOTOGRAFIA



## RESEÑA

VERTICE : SA-11  
T. MUNICIPAL : ERANDIO  
SECTOR :  
FECHA : 29-X-1992

### COORDENADAS

E = 504.341,528  
N = 4.794.012,200  
Z = 29,714

HOJA DEL PLANO 1/5.000

N° 61/14

### SEÑAL Y REFERENCIAS :

BORNA ATTENBERGER EN LA CABEZA  
DEL TALUD, REFERIDA A LA BARAN  
DILLA Y A LA ESQUINA DE LA CA-  
SA, PINTADA DE ROJO.

### CROQUIS



### FOTOGRAFIA



**APÉNDICE N° 3.5.4:  
RESEÑAS DE LA POLIGONAL  
SECUNDARIA N° 3**

## RESEÑA

VERTICE : BR- 1  
T. MUNICIPAL : SONDIKA  
SECTOR :  
FECHA : 3-3-93

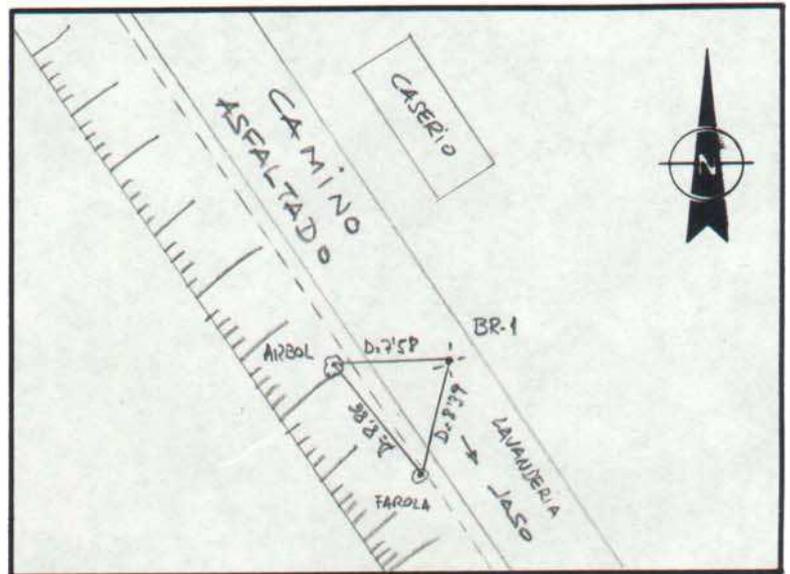
### COORDENADAS

E = 505.264,874  
N = 4.793.265,215  
Z = 9,386

HOJA DEL PLANO 1/ 500

N°

## CROQUIS



### SEÑAL Y REFERENCIAS :

Clavo de cabeza semiesferica in-  
crustado en el camino asfaltado,  
referido a un árbol y a una faro-  
la, pintado de rojo.

## FOTOGRAFIA



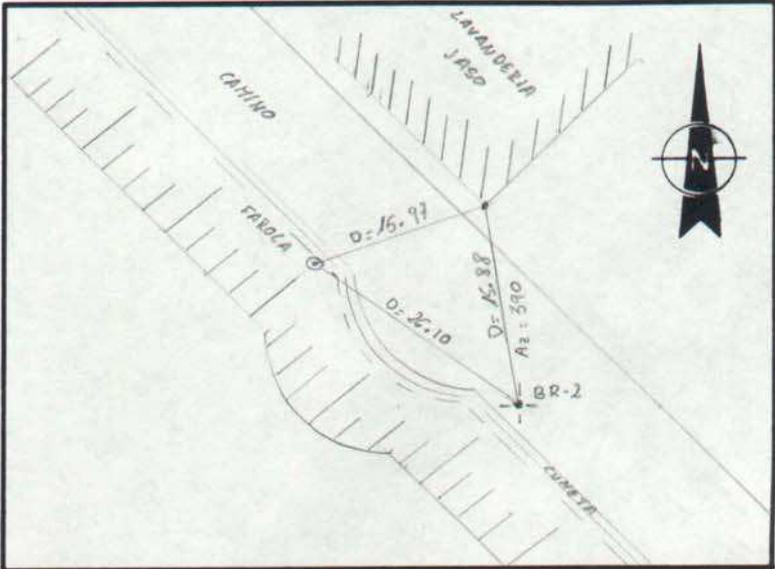
# RESEÑA

VERTICE : BR- 2  
T. MUNICIPAL : SONDIKA  
SECTOR :  
FECHA : 3-3-93

HOJA DEL PLANO I/ 500  
N°

**COORDENADAS**  
E = 505.332,461  
N = 4.793.162,192  
Z = 9,780

## CROQUIS



**SEÑAL Y REFERENCIAS :**  
Clavo de cabeza semiesferica in-  
crustado en el camino asfaltado  
referido a la esquina de la la-  
vandería y a una farola, pintado  
de rojo.

## FOTOGRAFIA



# RESEÑA

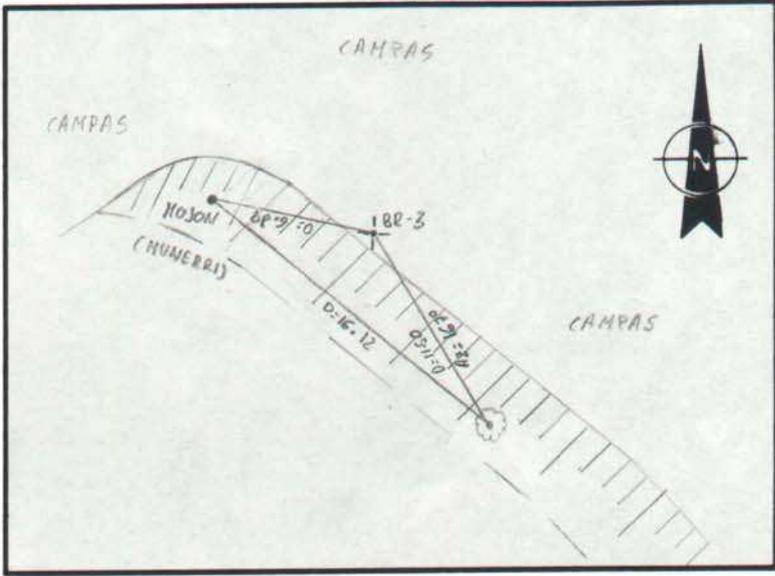
VERTICE : BR- 3  
T. MUNICIPAL : SONDIKA  
SECTOR :  
FECHA : 3-3-93

## COORDENADAS

E = 505.386,398  
N = 4.793.275,105  
Z = 22,152

HOJA DEL PLANO 1/ 500  
N°

## CROQUIS



SEÑAL Y REFERENCIAS :  
Estaca de madera incrustada en la parte superior del talud que forma diferentes campas, referida a un mojón y un árbol pintado de rojo.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## FOTOGRAFIA



## RESEÑA

VERTICE : BR- 4  
T. MUNICIPAL : SONDIKA  
SECTOR :  
FECHA : 3-3-93

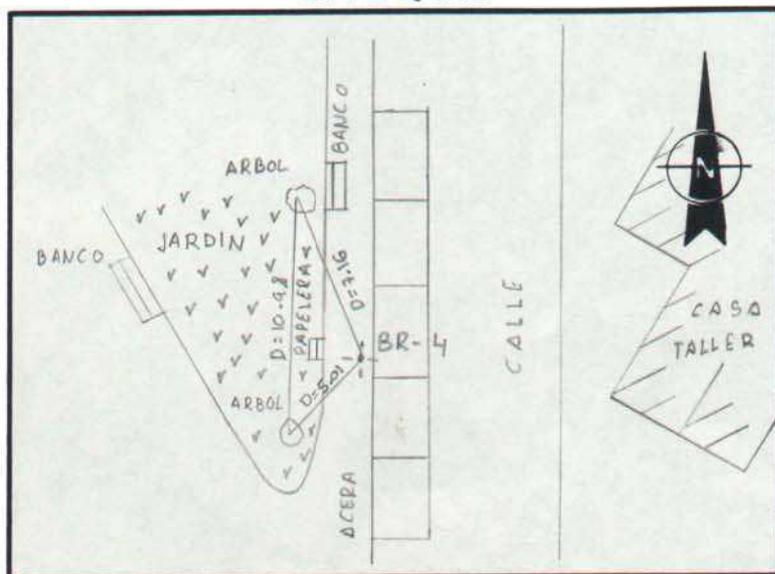
### COORDENADAS

E = 505.226,424  
N = 4.793.387,029  
Z = 6.,070

HOJA DEL PLANO I/ 500

N°

### CROQUIS



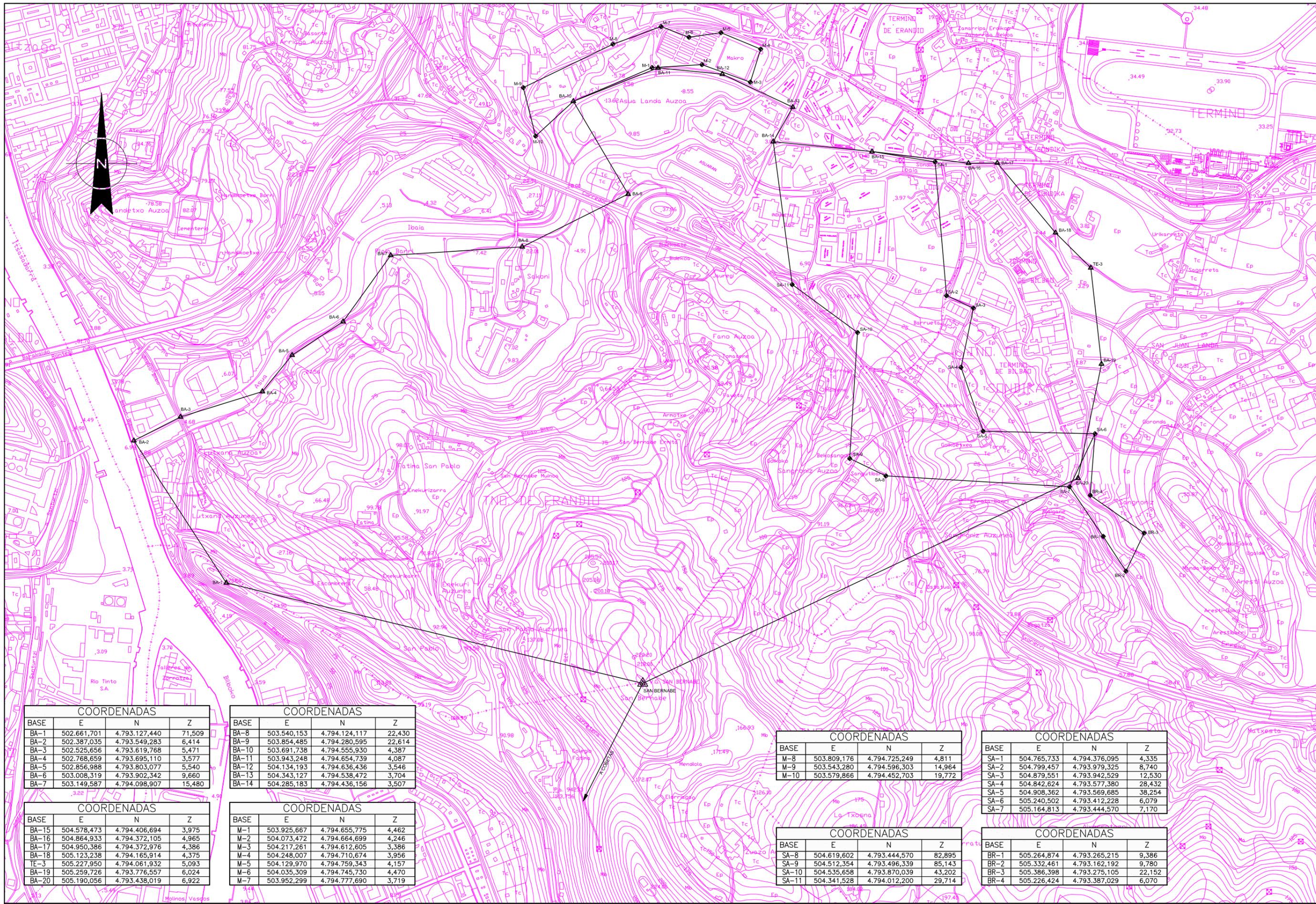
### SEÑAL Y REFERENCIAS :

Clavo de acero de cabeza semi-esferica, incrustado en el bordillo de la acera, referido a dos árboles pintados de rojo.

### FOTOGRAFIA



**APENDICE N° 3.6:**  
**PLANOS**



COORDENADAS				
BASE	E	N	Z	
BA-1	502.661,701	4.793.127,440	71,509	
BA-2	502.387,035	4.793.549,283	6,414	
BA-3	502.525,656	4.793.619,768	5,471	
BA-4	502.768,659	4.793.695,110	3,577	
BA-5	502.856,988	4.793.803,077	5,540	
BA-6	503.008,319	4.793.902,342	9,660	
BA-7	503.149,587	4.794.098,907	15,480	

COORDENADAS				
BASE	E	N	Z	
BA-8	503.540,153	4.794.124,117	22,430	
BA-9	503.854,485	4.794.280,595	22,614	
BA-10	503.691,738	4.794.555,930	4,387	
BA-11	503.943,248	4.794.654,739	4,087	
BA-12	504.134,193	4.794.636,436	3,546	
BA-13	504.343,127	4.794.538,472	3,704	
BA-14	504.285,183	4.794.436,156	3,507	

COORDENADAS				
BASE	E	N	Z	
BA-15	504.578,473	4.794.406,694	3,975	
BA-16	504.864,933	4.794.372,105	4,965	
BA-17	504.950,386	4.794.372,976	4,386	
BA-18	505.123,238	4.794.165,914	4,375	
TE-3	505.227,950	4.794.061,932	5,093	
BA-19	505.259,726	4.793.776,557	6,024	
BA-20	505.190,056	4.793.438,019	6,922	

COORDENADAS				
BASE	E	N	Z	
M-1	503.925,667	4.794.655,775	4,462	
M-2	504.073,472	4.794.664,699	4,246	
M-3	504.217,261	4.794.612,605	3,386	
M-4	504.248,007	4.794.710,674	3,956	
M-5	504.129,970	4.794.759,343	4,157	
M-6	504.035,309	4.794.745,730	4,470	
M-7	503.952,299	4.794.777,690	3,719	

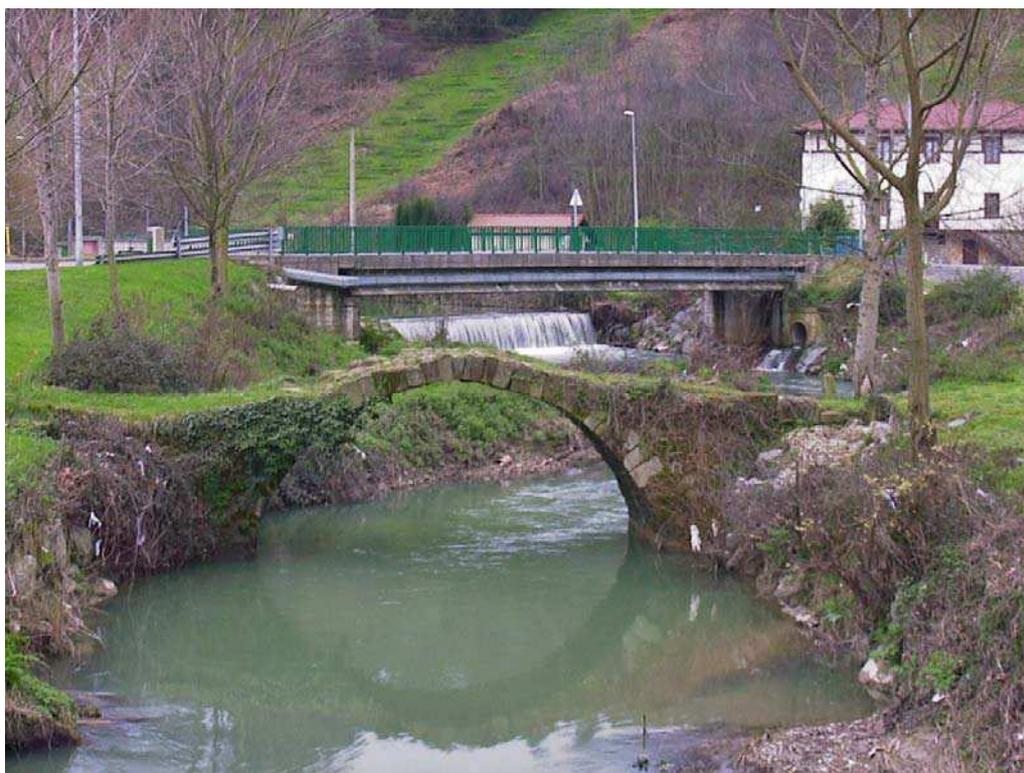
COORDENADAS				
BASE	E	N	Z	
M-8	503.809,176	4.794.725,249	4,811	
M-9	503.543,280	4.794.596,303	14,964	
M-10	503.579,866	4.794.452,703	19,772	

COORDENADAS				
BASE	E	N	Z	
SA-1	504.765,733	4.794.376,095	4,335	
SA-2	504.799,457	4.793.979,325	8,740	
SA-3	504.879,551	4.793.942,529	12,530	
SA-4	504.842,624	4.793.577,380	28,432	
SA-5	504.908,362	4.793.569,685	38,254	
SA-6	505.240,502	4.793.412,228	6,079	
SA-7	505.164,813	4.793.444,570	7,170	

COORDENADAS				
BASE	E	N	Z	
SA-8	504.619,602	4.793.444,570	82,895	
SA-9	504.512,354	4.793.496,339	85,143	
SA-10	504.535,658	4.793.870,039	43,202	
SA-11	504.341,528	4.794.012,200	29,714	

COORDENADAS				
BASE	E	N	Z	
BR-1	505.264,874	4.793.265,215	9,386	
BR-2	505.332,461	4.793.162,192	9,780	
BR-3	505.386,398	4.793.275,105	22,152	
BR-4	505.226,424	4.793.387,029	6,070	

**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA  
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**ANEJO Nº 4**

**Trabajos Geológicos-Geotécnicos**



JUNIO, 2015ko. EKAINA

*Actualizado Junio 2016ko Ekaina Eguneratua*

**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA  
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**ANEJO N° 4**

**Trabajos Geológicos-Geotécnicos**



JUNIO, 2015ko. EKAINA

*Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua*



**Lurgintza**  
ingeniería geológica s.l.



PROYECTO DESGLOSADO DEL  
PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL  
RÍO ASUA

ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO



REFERENCIA: IG14005  
TIPO DE DOCUMENTO: Estudio Geotécnico  
FECHA: 30/06/2014  
PETICIONARIO:



LURGINTZA es entidad acreditada por ENAC conforme a los criterios recogidos en la Norma UNE-EN ISO/IEC 17020 (nº 221/EI409) en el ámbito de inspección de suelos potencialmente contaminados y aguas subterráneas asociadas.

LURGINTZA es Laboratorio de Control de Calidad en la edificación conforme a Decreto 410/2010 en el Area de sondeos, toma de muestras y ensayos geotécnicos in situ.

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
1.1	ALCANCE Y ORDENACIÓN DEL ESTUDIO .....	5
1.2	ANTECEDENTES Y DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....	5
1.3	OBJETIVOS Y METODOLOGÍA .....	7
1.4	EQUIPO DE TRABAJO .....	7
<b>2</b>	<b>GEOLOGÍA</b> .....	<b>9</b>
2.1	ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL.....	9
2.2	DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	9
2.3	ESTRATIGRAFÍA .....	10
2.3.1	SUSTRATO ROCOSO.....	10
2.3.2	FORMACIONES SUPERFICIALES .....	10
2.4	TECTÓNICA Y FRACTURACIÓN. ....	11
2.5	MORFOLOGÍA.....	11
2.6	CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS .....	11
<b>3</b>	<b>INVESTIGACIÓN REALIZADA</b> .....	<b>12</b>
3.1	SONDEOS MECÁNICOS .....	12
3.1.1	Muestras en sondeo (ASTM-D1587-00 XP P94-202).....	13
3.1.2	Ensayos SPT (UNE-103-800:1992).....	13
3.1.3	Medidas de Nivel Freático.....	14
3.2	ENSAYOS DE LABORATORIO .....	14
3.2.1	Ensayos en suelos. ....	15
3.2.2	Ensayos en roca. ....	16
3.2.3	Análisis de agresividad. ....	16
<b>4</b>	<b>GEOTECNIA</b> .....	<b>18</b>
4.1	CONCLUSIONES DE LA CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN .....	18
4.1.1	Perfil geotécnico.....	18
4.1.2	Niveles geotécnicos.....	18

4.2	CARACTERIZACIÓN DE LAS FORMACIONES SUPERFICIALES .....	19
4.2.1	Soleras y CIMENTACIONES enterradas .....	20
4.2.2	Rellenos Artificiales (R) .....	20
4.2.3	Aluvial (A) .....	21
4.3	CARACTERIZACIÓN DEL SUSTRATO ROCOSO .....	23
4.3.1	Litologías consideradas.....	23
4.3.2	Características geomecánicas.....	24
4.4	NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD .....	25
4.5	SISMICIDAD .....	25
4.6	ACCIONES SOBRE EL TERRENO.....	25
<b>5</b>	<b>CIMENTACIÓN DE LOS PUENTES.....</b>	<b>26</b>
5.1	CARACTERÍSTICAS .....	26
5.2	CONDICIONANTES GEOTECNICOS .....	26
5.2.1	PUENTE ALBA .....	26
5.2.2	PUENTE Nacon .....	27
5.3	TIPO DE PILOTE .....	29
<b>6</b>	<b>MUROS DE MICROPILOTES ANCLADO. ....</b>	<b>30</b>
6.1	MURO MARGEN IZQUIERDO. ....	30
9.2.1	Tipo de micropilote .....	30
9.2.2	anclajes.....	35
9.2.3	Drenaje.....	36
6.3	MURO MARGEN IZQUIERDO. ....	36
9.3.1	micropilotes .....	37
9.3.2	anclajes.....	37
6.4	COMPROBACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	38
9.4.1	Estabilidad del fondo de la excavación.....	38
9.4.2	estabilidad global .....	39
<b>7</b>	<b>EXCAVACIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>SUPERVISIÓN Y CONTROL.....</b>	<b>41</b>

## PLANOS

- ✓ *Plano 01: Situación*
- ✓ *Plano 02: Emplazamiento*
- ✓ *Plano 03: Situación geológica*
- ✓ *Plano 04: Geotecnia*
- ✓ *Plano 05.1: Perfiles geotécnicos 1 y 2*
- ✓ *Plano 05.2: Perfiles geotécnicos 3 y 4*
- ✓ *Plano 05.3: Perfil geotécnico 5*

## ANEXOS

- ✓ *01.Sondeos mecánicos*
- ✓ *02.Ensayos SPT*
- ✓ *03.Ensayos de laboratorio*
- ✓ *04. Calculo cimentación pilotes*
- ✓ *05 Calculo de muro con anclajes*
- ✓ *06 Estabilidad global del muro*

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 ALCANCE Y ORDENACIÓN DEL ESTUDIO

En el presente anexo se presentan los resultados del estudio geológico-geotécnico del Proyecto Desglosado de Canalización del Río Asua a su paso por el Polígono Industrial de Sangroniz., realizado para Dair Ingenieros. El proyecto amplía el cauce entre la empresa Alba y el puente Nacon.



Los trabajos se han realizado con sujeción a lo dispuesto en el art. 1º del Decreto 462/1971 del 11 de Marzo, y en la Ley de la Ordenación de la Edificación (ley 38/1999 del 5 de Noviembre) en relación con los estudios geotécnicos para la construcción.

LURGINTZA INGENIERIA GEOLOGICA S.L. es laboratorio acreditado ante el Departamento de Arquitectura y Vivienda del Gobierno Vasco para la realización de los trabajos propuestos.

### 1.2 ANTECEDENTES Y DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

El proyecto desglosado forma parte de un proyecto general de encauzamiento del río Asua a su paso por el polígono industrial de Sangroniz, en Sondika (Plano nº1). Desarrolla el tramo comprendido entre la empresa Alba y el puente de Nacon, con una longitud de 209 metros, entre los pk 1+900 a pk 2+109. (Plano nº2)

Se trata de un tramo encajado entre muros de hormigón armado. La problemática de este tramo radica que el muro de la margen izquierda de Alba está cedido y apuntalado para no caerse.



El proyecto propone una solución de encauzamientos consistente en:

- Ampliar la sección actual hasta los 15 metros.
- Dotar al fondo de forma trapezoidal.
- Construcción de un muro de micropilotes anclados y empotrados en roca en la margen izquierda a lo largo de todo el trazado.
- Construcción de un muro de micropilotes anclados y empotrados en roca en la margen derecha entre el puente de Alba y Nacon.
- Sustitución de los puentes de Alba y Nacon.

Las acciones previstas al terreno son:

- Construcción de los muros de micropilotes
- Desmontes del terreno y anclajes de los muros.
- Dragado del fondo hasta la cota de proyecto.
- Cimentación de los puentes

El informe se compone de los capítulos generales de descripción de la geología y de los trabajos de investigación realizados, para pasar a continuación a la descripción de las características geotécnicas y los condicionantes para construcción de los muros y sus anclajes y cimentación de los puentes.

Como información de tipo general para la realización de la campaña se ha consultado la siguiente documentación:

- Mapa geológico a escala 1:50.000 Hoja 61: Bilbao. ITGE.
- Mapa geológico a escala 1:25.000 Hoja 61-II: Bilbao EVE.
- Estudio geotécnico para el encauzamiento del río Asua y Lauro de octubre 1999

Además su desarrollo ha sido siempre de acuerdo con las siguientes normativas:

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico **SE-Cimentaciones**
- Norma de construcción sismorresistente **NCSR-02**.
- **PG-3** de carreteras y puentes
- **EHE 08**, Instrucción del Hormigón Estructural.
- **Eurocódigo nº7**

### 1.3 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Los datos que debe aportar el estudio geotécnico son los siguientes:

Para los puentes:

- Cota de roca y estratigrafía del terreno en los estribos de los puentes
- Nivel freático
- Definición del nivel de cimentación y carga admisible.
- Tipología de cimentación más adecuada.
- Agresividad de suelos y aguas.
- Criterios constructivos.

Para la pantalla de pilotes:

- Cota de roca y estratigrafía del terreno en la pantalla.
- Nivel freático
- Definición del nivel de cimentación y carga admisible.
- Tipología de pilote más adecuado, longitud y empotramiento.
- Definición del anclaje: tipología, longitud y resistencia
- Agresividad de suelos y aguas.
- Criterios constructivos.

La metodología para obtener esos datos ha sido:

- Recopilación y análisis de toda la información geológico - geotécnica previa.
- Cartografía geotécnica a escala 1:500
- Definición de la campaña geotecnia de campo
- Redacción del estudio y conclusiones.

### 1.4 EQUIPO DE TRABAJO

En la redacción del presente estudio ha colaborado el siguiente equipo:

- Coordinación: DAIR INGENIEROS
- Estudio y campaña geotécnica: LURGINTZA Ingeniería Geológica s.l.
- Laboratorio: LACOTEC Asturias

**- Competencia**

El autor del presente informe en su calidad de geólogo es técnico competente en estudios y proyectos de geotecnia para edificación y construcción y estudios y proyectos de ingeniería geológica según el R.D. 1378/2001 BOE nº303 del 19/12/2.001. El visado garantiza la colegiación y competencia del autor.

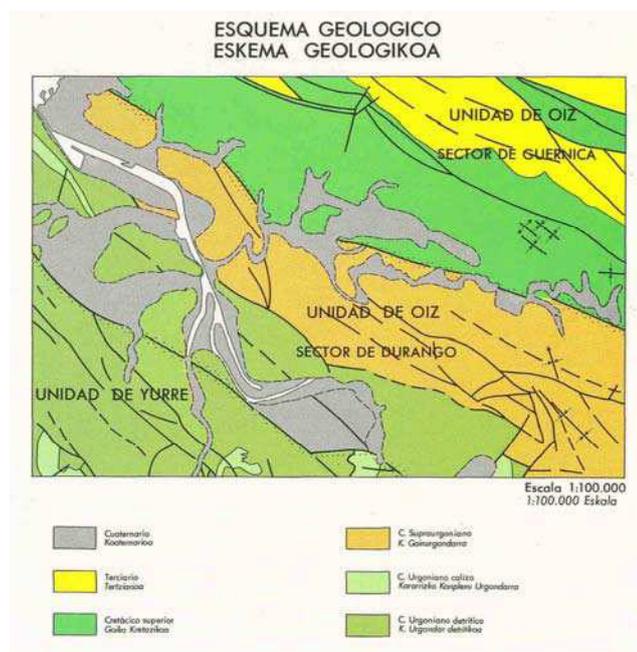
**- Acreditación.**

LURGINTZA INGENIERIA GEOLOGICA S.L. está inscrita en el registro general de laboratorios de ensayos acreditados para el control de la calidad de la edificación (BOE 01/05/2001, BOPV 30/11/2000).

## 2 GEOLOGÍA

### 2.1 ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL

Desde un punto de vista regional la zona se sitúa dentro de la Unidad Oiz, y concretamente en el sector Durango (Plano nº3). Este sector se caracteriza por estar compuesto principalmente por una alternancia de materiales terrígenos denominado como Complejo Supraurgoniano. Dentro del complejo Suparurgoniano se intercala una poderosa formación de rocas volcánicas interestratificadas, denominada como Complejo Volcánico, que origina un resalte de forma plana entre Asua y Las Arenas y que constituye la separación física entre los valles del Nervión y La Avanzada. Esta alineación finaliza bruscamente en la zona de Artaza, contra los sedimentos eólico mareales del estuario del Nervión y está cortada en la zona de estudio por el valle y sedimentos del río Asua. La dirección general de las capas es N-120, y el buzamiento general, según mapa del EVE es de 70 hacia el NE, pero existen muchos repliegues que lo hacen cambiante. La edad de los materiales es Cretácico Superior, y concretamente del piso Albiense Superior.



Estructuralmente la zona pertenece al flanco Sur del Sinclinal de Bizkaia y se sitúa en contacto con la Falla de Durango, importante accidente tectónico que hace cabalgar los materiales del sector Durango hacia el norte, lo que produce una intensa deformación de los mismos.

### 2.2 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El trazado se emplaza en el polígono Sangroniz, T.M. de Sondika. Esa zona está constituida por materiales terrígenos formados por margas y lutitas y niveles interestratificados de rocas volcánicas indiferenciadas. Sobre estos se sitúan los depósitos aluviales del río Asua, sobre los que se han efectuado rellenos para la urbanización del polígono, y para elevar la cota del terreno y evitar el encharcamiento y las inundaciones.

## 2.3 ESTRATIGRAFÍA

### 2.3.1 SUSTRATO ROCOSO

En la zona de estudio diferencian las siguientes litologías:

- Lutitas
- Rocas volcánicas indiferenciadas

#### 2.3.1.1 Lutitas

Es la formación predominante en la zona, se presentan en niveles alternantes, que en ocasiones incluyen estratos poco potentes de arenisca y algunos niveles ferruginosos. Están formadas por materiales de grano fino (limo o arcilla), calcáreos, con brillo micáceo y masivos. En corte fresco presenta coloraciones oscuras debido a que presentan abundante materia orgánica. Son frecuentes las intercalaciones con niveles volcanoclásticos.

#### 2.3.1.2 Rocas volcánicas indiferenciadas

En esta zona se trataría en concreto de rocas volcánicas microgranudas, se disponen concordantemente, bien con rocas sedimentarias o con otros episodios volcánicos. Son rocas compactas, de color oscuro e intensamente fracturadas. En afloramiento presentan textura porfídica con fenocristales de piroxeno y plagioclasa, en matriz microcristalina. El carácter porfídico puede llegar a desaparecer adquiriendo un aspecto microcristalino o vítreo.

### 2.3.2 FORMACIONES SUPERFICIALES

Las principales formaciones superficiales observadas son suelos aluviales y rellenos.

#### 2.3.1.3 Depósitos Aluviales

Por debajo de los rellenos antrópicos y sobre el nivel rocoso, se dispone un nivel de materiales aluviales cuaternarios asociados al río Asua, configurando la antigua llanura de inundación. Pese a que no se trata de niveles diferenciables con contactos netos, sino más bien tránsitos graduales y contactos difusos, se puede distinguir dos subniveles: Limos y arcillas limosas, y gravas con arenas y arenas.

#### 2.3.1.4 Depósitos Antropogénicos

Corresponden a suelos procedentes de la adecuación del terreno en el trasdós de los muros de encauzamiento del río Asua. El espesor de este nivel de materiales es variable. El nivel de rellenos comienza con una solera de hormigón de espesor variable que conforma el piso, y por debajo un paquete de gravas heterogéneas y heterométricas envueltas en una matriz con diferentes proporciones de arenas, limos y arcillas, presentando en algunas zonas restos de hormigón.

## 2.4 TECTÓNICA Y FRACTURACIÓN.

Desde el punto de vista estructural, la zona de estudio se sitúa al oeste del dominio tectónico conocido como Arco Vasco, justo en la zona externa del mismo en su articulación con el Arco de Balmaseda. Se sitúa concretamente en el Sector Durango.

Desde un punto de vista tectónico, el complejo Volcánico está limitado por la Falla de Durango al norte y por el Cabalgamiento de Santo Domingo al Sur, que está cubierto por los sedimentos de la ría. La más importante es la de Durango ya que se trata de un gran cabalgamiento vergente hacia el NE que pone en contacto material de edades muy diferentes.

Ambas fallas, tienen una orientación general NW-SE, que coincide con las directrices tectónicas regionales. El juego de ambas falla ha comprimido la banda de situada entre ellas provocando pliegues vergentes hacia el noroeste con esquistosidad. En ocasiones aparecen fallas oblicuas que desplazan estos materiales.

## 2.5 MORFOLOGÍA

El trazado atraviesa una zona bastante llana, correspondiente a la llanura de inundación del río Asua, que en esta zona desarrolla una curva rodeando el relieve volcánico de Sangriniz, por ello el aluvial se desarrolla más en la margen derecha del río, que en la izquierda donde muere contra los relieves.

## 2.6 CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

Desde el punto de vista hidrológico, la zona de estudio se localiza en el entorno del dominio del Cuaternario, debido a la existencia del aluvial del río Asua. Este aluvial es eminentemente limosos arenoso y de muy poca potencia en la zona de estudio. No constituye acuífero para su explotación y se alimenta principalmente de la infiltración de la precipitación y y del cauce del río Asua.

### 3 INVESTIGACIÓN REALIZADA

Los trabajos de investigación se han desarrollado en cinco apartados correlativos y complementarios:

- Reconocimiento geológico de la zona de estudio.
- Ejecución de sondeos mecánicos.
- Toma de muestras y ejecución de ensayos SPT.
- Ensayos en laboratorio sobre las muestras obtenidas.

Por tanto para definir el Estudio geotécnico para el Proyecto Desglosado de Canalización del Río Asua a su paso por el Polígono Industrial de Sangroniz se engloban los siguientes trabajos de campo:

- Seis (6) sondeos mecánicos

La distribución de los trabajos de investigación geotécnica de campo, puede verse en el plano nº4

#### 3.1 SONDEOS MECÁNICOS

Se han efectuado seis (6) sondeos de testificación continua con una profundidad de 11 m en los sondeos proyectados para los puentes (S2, S3 S5 y S6) y de 15 m en los sondeos proyectados para la pantalla de pilotes (S1 y S4) ver emplazamiento (Plano nº2).

Los sondeos se han efectuado de acuerdo con la norma: ASTM-D2113-99, XP P94-202. Sus características son:

**CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN DE LOS SONDEOS**

SONDEO	PROF.	COTA SONDEO	PROF. ROCA	SITUACIÓN	OBSERVACIONES
SM-1	15.00	+9.36	8.90	Instalaciones Alba	Pantalla de pilotes
SM-2	11.00	+9.10	9.50	Instalaciones Alba	Puente
SM-3	11.00	+9.57	9.40	Instalaciones Alba	Puente
SM-4	15.00	+9.35	9.10	Zona ajardinada	Pantalla de pilotes
SM-5	11.00	+7.45	7.10	Acceso puente existente	Puente
SM-6	11.00	+8.00	8.20	Puente existente	Puente

En cada sondeo se han tomado y registrado datos relativos a:

- Cotas parciales y totales.
- Litologías atravesadas.
- Nivel piezométrico.
- Muestras tomadas.

- RDQ de la roca.
- Grado de meteorización de la roca.
- Porcentaje de fracturas por cada 30 cm. lineales de sondeo.
- Instalación de tubo piezométrico.
- Fotografías del emplazamiento y de las cajas portatestigos.

Estos datos se han representado en el modelo de hoja de parte de sondeos que, junto con las fotografías, constituyen el Anexo nº1.

Con los resultados de los sondeos se han confeccionado cinco perfiles geológicos interpretando la estructura del subsuelo. (Planos nº5.1, 5.2 y 5.3)

### 3.1.1 MUESTRAS EN SONDEO (ASTM-D1587-00 XP P94-202)

La metodología utilizada para la toma de muestras ha sido una MI en el aluvial y un TP por cada sondeo. Las características son las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS EN SUELO

PERFORACIÓN	MUESTRAS	PROF	OBSERVACIONES
SM-1	MI-1	7.00-7.60	Gravas
SM-2	MI-1	6.40-7.00	Limos arenosos
SM-3	MI-1	7.00-7.60	Limos arenosos/gravas
SM-4	MI-1	6.00-6.60	Limos arenosos
SM-5	MI-1	1.00-1.60	Arcillas limosas
	MI-2	4.00-4.60	Limos marrones
SM-6	MI-1	1.00-1.60	Rellenos arcilloarenosos

#### CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS EN ROCA

PERFORACIÓN	MUESTRAS	PROF	OBSERVACIONES
SM-1	TP-1	12.30-12.60	Roca grado II Lutitas calcáreas
SM-2	TP-1	9.55-10.00	Roca grado II Lutitas grises
SM-3	TP-1	10.00-10.30	Roca grado II Lutitas calcáreas
SM-4	TP-1	13.05-13.40	Roca grado II Lutitas grises
SM-5	TP-1	10.30-10.52	Roca grado II Roca ignea
SM-6	TP-1	9.00-9.20	Roca grado II Roca ignea

### 3.1.2 ENSAYOS SPT (UNE-103-800:1992).

Este tipo de ensayo se ha efectuado en los materiales arcillosos. La puntaza utilizada ha sido hueca o abierta, salvo en los materiales más gruesos o problemáticos donde la puntaza ha sido ciega.

En la descripción de los ensayos figura también el valor N que es resultado de la suma de los valores intermedios de golpeteo (avance de 30 cm.). Los resultados aparecen en Anexo nº2

#### CARACTERISTICAS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS SPT

SONDEO	SPT	PROF	GOLPES	N	DESIGNACION	MATERIAL
SM-1	1	3.00-3.45	8-5-4	9	Sueltos	Rellenos
	2	5.00-5.45	4-5-4	9	Sueltos	Rellenos
	3	7.60-8.05	4-10-10	20	Compactas	Gravas
SM-2	1	1.00-1.45	5-16-33	49	Densos	Rellenos
	2	7.00-7.45	1-2-1	3	Muy sueltos	Limos arenosos
SM-3	1	4.75-5.20	3-3-4	7	Sueltos	Limos arenosos
	2	7.60-8.05	8-11-7	18	Compactas	Gravas
SM-4	1	1.00-1.60	3-2-4	6	Sueltos	Rellenos
	2	6.60-7.05	2-4-3	7	Sueltos	Limos arenosos
	3	8.50-8.95	2-2-3	5	Sueltas	Gravas
SM-5	1	1.60-2.05	1-2-2	4	Blandas	Arcillas limosas
	2	4.60-5.05	1-1-1	2	Blandos	Limos
	3	6.50-6.95	3-5-7	12	Compactas	Gravas
SM-6	1	1.60-2.05	2-3-2	5	Sueltos	Rellenos arcilloarenosos
	2	6.50-6.95	6-5-3	8	Sueltas	Gravas

#### 3.1.3 MEDIDAS DE NIVEL FREÁTICO

Se han efectuado medidas del nivel freático durante y después de la ejecución del sondeo. Las mediciones son las siguientes:

SONDEO	MEDIDAS DE NIVEL FREÁTICO			OBSERVACIONES
	PROFUNDIDAD N.F.			
	16-05-14	20-05-14	20-05-14	
SM-1	--	5.54	5.54	--
SM-2	4.54	4.90	4.90	--
SM-3	--	5.00	4.85	--
SM-4	5.35	5.34	5.36	--
SM-5	3.41	3.40	3.43	--
SM-6	--	4.04	--	Vehículo aparcado

#### 3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Se han efectuado ensayos de laboratorio en suelos y rocas. La propuesta de ensayo ha sido para la caracterización de los suelos y rocas respecto a su **granulometría, resistencia, deformabilidad y/o potencial agresividad al hormigón.**

Los ensayos de laboratorio se sintetizan en el cuadro adjunto:

TIPO DE ENSAYO	ENSAYOS INCLUIDOS	Nº	RESULTADOS
Caracterización geotécnica de suelos	Humedad Densidad Granulometría Límites de Atterberg Sedimentación	4 4 4 4	<i>Clasificación y caracterización de suelos.</i>
Compactación de suelos	Próctor modificado CBR		<i>Uso materiales en relleno Explanada</i>
Resistencia de suelos	Compresión simple Corte directo (UU) Corte Directo (CU) Corte directo (CD) Triaxial (CU)	6	<i>Cálculo Presión admisible. Cimentaciones.</i>
Deformabilidad de suelos	Edómetro Hinchamiento Libre Colapso	-- -- --	<i>Asientos. Cimentaciones.</i>
Resistencia de rocas y hormigones	Compresión simple Compresión simple con galgas extensiométricas Compresión a tracción Martillo de Smidt*	6	<i>Cálculo Presión admisible. Cimentaciones.</i>
Químicos	Agresividad suelos EHE Agresividad agua EHE Materia orgánica Carbonatos	3 3	<i>Agresividad de las aguas/ suelos al hormigón.</i>

### 3.2.1 ENSAYOS EN SUELOS.

#### Identificación de suelos

- Determinación del contenido en humedad natural, según UNE 103 300:93.
- Determinación de la densidad de un suelo, según UNE 103 301:94.
- Análisis granulométrico por tamizado en suelos, según UNE 103 101:95.
- Determinación del Límite Líquido por el método del aparato de Casagrande (UNE -103 103:94) y Límite Plástico (UNE 103 104:93) de un suelo.

Los resultados de las muestras analizadas han sido:

Sond.	Muestra nº	Prof.	W%	$\gamma_d$ Tn/m <sup>3</sup>	$\gamma_n$ Tn/m <sup>3</sup>	Límites			GRANULO.		Casag
						Atterberg			T-4	T-200	
SM-2	MI-1	6.40-7.00	33.9	1.453	1.945	No plástico			0	50.4	ML
SM-4	MI-1	6.00-6.60	32.6	1.465	1.942	39.1	27.6	11.5	18	58.7	ML
SM-5	MI-1	1.00-1.60	20.7	1.681	2.029	26.0	19.9	6.1	0	74.1	CL
	MI-2	4.00-4.60	25.8	1.626	2.045	No plástico			0	61.6	ML

#### Resistencia de suelos

- Rotura a compresión simple en suelos, según UNE 103 400:93.

Prosp.	Muestra nº	Prof.	Qu Kp/cm <sup>2</sup>	Ø <sup>o</sup> <sub>CU</sub>	C <sub>CU</sub> KPa	Ø <sup>o</sup> <sub>CD</sub>	C <sub>CD</sub> KPa
SM-1	MI-1	7.00-7.60	0.73	-	-	-	-
SM-2	MI-1	6.40-7.00	0.29	-	-	-	-
SM-3	MI-1	7.00-7.60	0.68	-	-	-	-
SM-4	MI-1	6.00-6.60	0.40	-	-	-	-
SM-5	MI-1	1.00-1.60	1.54	-	-	-	-
	MI-2	4.00-4.60	0.21	-	-	-	-
SM-6	MI-1	1.00-1.60	0.43	-	-	-	-

### 3.2.2 ENSAYOS EN ROCA.

Se han realizado los siguientes ensayos de laboratorio:

- Determinación de la resistencia a compresión simple en rocas, según UNE 22 950-1:90.
- Determinación de carbonatos, según NLT-116/91.

Los resultados de las muestras analizadas han sido:

Perforación	Muestra	Profundidad (m)	W (%)	γ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	γ <sub>n</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	Compresión simple (MPa)	Rotura
SM-1	TP-1	7.00-7.60	-	-	-	25.5	Según eje de carga
SM-2	TP-1	9.55-10.00	-	-	-	10.3	Según eje de carga
SM-3	TP-1	10.00-10.30	-	-	-	11.60	Según eje de carga-
SM-4	TP-1	13.05-13.40	-	-	-	13.30	Según eje de carga
SM-5	TP-1	10.30-10.52	-	-	-	23.00	
SM-6	TP-1	9.0-9.2				5.9	

### 3.2.3 ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD.

#### 3.2.2.1 Análisis químico de agua.

-Determinación de la agresividad del agua de un suelo al hormigón, según EHE 08

ANÁLISIS DE AGUA			
PARÁMETROS	S-1 (5.54)	S4 (5.36)	S5 (3.43)
VALOR DEL PH	7.19	7.29	6.78
RESIDUO SECO A 110 °C (mg/l)	284	352	297
CONTENIDO EN SULFATOS (mg/l)	148	183	133
CONTENIDO EN MAGNESIO (mg/l)	3	2	6
CO2 LIBRE (mg/l)	12	12	55
CONTENIDO EN AMONIO	0	0	0
GRADO DE AGRESIVIDAD	NO AGRESIVO	NO AGRESIVO	MEDIO

Trasponiendo a la Norma Técnica de hormigón los resultados de las analíticas correspondientes a la Clasificación de la agresividad química que se ha efectuado sobre tres muestras de agua, únicamente el agua del S5 ha dado un grado de agresividad medio con respecto al CO<sub>2</sub> libre.

### 3.2.2.2 Análisis químico de suelo.

-Determinación de la Acidez Baumann-Gully, según EHE 08

<i>MUESTRAS</i>	<i>ACIDEZ BAUMANN - GULLY</i>	<i>IÓN SULFATO MG/KG</i>	<i>ATAQUE</i>	<i>AGRESIVIDAD</i>
S-2: MI-1 (6.40-7.00)	51	244	--	No Agresivo
S-4: MI-1 (6.00-6.60)	39	70	--	No Agresivo
S-6: MI-1 (1.00-1.60)	45	147	--	No Agresivo

## 4 GEOTECNIA

### 4.1 CONCLUSIONES DE LA CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN

Todos los sondeos mecánicos han travesado una capa de rellenos artificiales superficial, y después una capa de aluvial y roca. La zona ha sido muy transformada por lo rellenos efectuados que sobre el aluvial. De los seis sondeos realizados, en todos se atraviesa rellenos de todo tipo, después se atraviesa aluvial más o menos potentes y se penetra directamente en roca.

Los sondeos de la margen izquierda presentan rellenos superficiales potentes y tramos de hormigón a 1.8 metros de profundidad. Debajo también aparecen rellenos arcillosos. En la margen derecha debajo de los rellenos aparecen arcillas limosas aluviales.

Todos los sondeos presentaban a los pocos días de su perforación un nivel freático a la misma profundidad. (Planos nº5)

#### 4.1.1 PERFIL GEOTÉCNICO

A partir de la información de los sondeos se ha establecido la configuración del subsuelo en 5 perfiles geotécnicos transversales y longitudinales denominados del P-1 al P-5 (Plano N°5), que coinciden con perfiles topográficos de proyecto. Los perfiles geotécnicos muestran la interpretación del subsuelo y la posición del sustrato rocoso.

#### 4.1.2 NIVELES GEOTÉCNICOS

La zona de proyecto se sitúa sobre rellenos antropogénicos que cubren terrenos aluviales de fondo de valle. Se ha dividido en subsuelo en niveles geotécnicos representativos, dependiendo de su naturaleza y eliminando pequeños niveles de escasa continuidad lateral y baja representatividad. Se han diferenciado:

- Soleras, zapatas y estructuras enterradas
- R: Rellenos antropogénicos
- A: Sedimentos Aluviales
- B: Roca meteorizada
- C: Sustrato rocoso

#### NIVELES GEOTECNICOS DEL SUBSUELO

Nivel geotécnico	Descripción
Soleras, zapatas y estructuras enterradas	Toda la superficie está cubierta por pavimento. En los sondeos 1, 3 y 6 han aparecido diversos tramos de hormigón diversa potencia siempre a profundidades de 1,5-1,8. Se interpretan como antiguas soleras o pavimentos sobre los que se han efectuados rellenos posteriores. El hormigón del sondeo 6 puede ser una arqueta o un macizo relacionado con el apoyo del puente, ya que tiene armadura y una potencia de 2.40

Rellenos granulares <b>R<sub>1</sub></b>	Relleno heterogéneos donde abunda la fracción gravas con trozos de hormigón ladrillo, etc, alternando con capas de arcillas. Aparecen en todos los sondeos con potencias muy irregulares. Se trata del relleno superficial más moderno.
Rellenos Artificiales finos <b>R<sub>2</sub></b>	Aparecen debajo de los rellenos anteriores, pero no están presentes en todas las zonas. Son densos con abundantes finos arcillosos y arenosos. Este nivel tiene potencias que oscilan entre 1,0 y 6.0 metros. En los sondeos de la margen izquierda puede el relleno del trasdós de los muros
Aluvial: Arcillas limosas marrones <b>A<sub>1</sub></b>	Parte superior del aluvial. Arcillas limosas marrones compactas, con alguna gravilla. Se han localizado en los sondeos de la margen derecha, ya que este nivel en la otra margen ha sido eliminado. Tiene una potencia entre 2,1 y 3,8, apareciendo a partir de 1 metro de profundidad.
Aluvial: Limos arenosos <b>A<sub>2</sub></b>	Parte superior del aluvial. Limos arenosos con gravillas de tamaño y milimétrico. Se han localizado en todos los sondeos a profundidades superiores a los 5,0 metros, con potencias entre 1. y 3.0 metros.
Aluvial: Gravas y arenas <b>A<sub>3</sub></b>	Nivel basal del aluvial, formado por gravas estereométricas con matriz arenosa. Se han localizado en todos los sondeos, con potencias entre 1.0 y 2,5 metros. Aparecen siempre en la base del aluvial y en contacto con sustrato rocoso, a profundidades superiores a lo 6,0 metros.
Roca meteorizada V <b>B</b>	Nivel de roca meteorizada V. Se trata de unas arcillas con fragmentos rocosos, producto de la meteorización de lutitas. Aparece en los sondeos 1 y 3 con potencias inferiores 1 metro.
Sustrato rocoso: Lutitas grises <b>C<sub>1</sub></b>	Lutitas grises masivas en apariencia, pero que se abren por la estratificación. Constituye el sustrato rocoso de la mayoría del trazado, y que se sitúa a una profundidad media de 8,0 a 9,0 metros.
Sustrato rocoso: Roca volcánica indiferenciada <b>C<sub>2</sub></b>	Basaltos y lavas grises con vacuolas rellenas de calcita. Es un nivel que se meteroiza y disgrega en la partes superior. Aparece a partir de 7.5 m. de profundidad.

## 4.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS FORMACIONES SUPERFICIALES

Las formaciones superficiales existentes están ligadas a la dinámica fluvial del río Asua, sobre la que se implantó el polígono de Sangroniz. Los rellenos artificiales es la formación superficial más moderna y tapiza la casi totalidad de la superficie.

En función de los datos de sondeo y de la cartografía geológica se han considerados los siguientes tipos de formaciones:

- Rellenos superficiales: ocupan gran parte de la superficie
- Limos marrones, limos arenosos, limos grises, arenas con gravas y gravas: constituyen el relleno cuaternario aluvial del cauce del río Asua.
- Sustrato: Lutitas afloran en el fondo del cauce del río

El proyecto afecta en mayor o menor medida a todos ellos pero especialmente a los rellenos superficiales. Su distribución y potencia por sondeos es:

Prospección	Soleras	R <sub>1</sub> : Rellenos granulares	R <sub>2</sub> : Rellenos arcillosos	A <sub>1</sub> : Arcillas Marrones	A <sub>2</sub> : Limos arenosos	A <sub>3</sub> : Gravas
SM-1	0.8	4.2	1.0	--	1.0	1.8
SM-2		2.0	-	3.8	2.9	-
SM-3	1.35	3.4	-	-	1.5	0.5
SM-4		5.0	-	1.0	1.0	2.1
SM-5		0.6	0.4	2.1	2.9	1.2
SM-6	2.45	-	2.2	-	1.1	2.5

#### 4.2.1 SOLERAS Y CIMENTACIONES ENTERRADAS

Son niveles de hormigón encontrados en los sondeos 1, 3 y 6, que se suponen que son antiguos niveles de soleras, cubiertas por rellenos posteriores o partes de cimentaciones. Se desconoce su extensión pero sus potencias oscilan entre 1.0 y 2.5 metros. Se localizan a profundidades máximas de 2 metros.

#### 4.2.2 RELLENOS ARTIFICIALES (R)

Tapizan toda la superficie del terreno, salvo en la zona del caserío de la margen derecha, donde aparece el aluvial. Aparecen también en todos los sondeos, con potencias que oscilan entre 0.6 y 5.0 metros. De los datos de sondeo se distinguen dos tipos de rellenos:

##### 4.2.1.1 Rellenos granulares (R<sub>1</sub>)

Son los rellenos superiores, que se han efectuado para regularizar la superficie final del parque almacén. Están formados por material granular grueso, generalmente bloques de hormigón, grava y roca, con pocos finos. Se han investigado mediante ensayos SPT en los siguientes sondeos:

SONDEO	SPT	PROF	GOLPES	N	DESIGNACION	MATERIAL
SM-1	1	3.00-3.45	5-8-4	9	Sueltos	Relleno granular
SM-2	1	1.00-1.45	5-16-33	49	Densos	Relleno heterogéneo
SM-4	1	1.00-1.60	3-2-4	6	Sueltos	Relleno heterogéneo

Los valores deducidos de los SPT son:

Estrato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m <sup>3</sup> )	Peso específico saturado (t/m <sup>3</sup> )	Ángulo de resistencia al corte (°)	Módulo Edométrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo Elástico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocidad ondas de corte (m/s)
R1	3,5	9,00	Sin cohesión	1,70	1,91	29,57	45,95	72,00	0,34	512,74	111,15
R1	1,5	49,00*	Sin cohesión	2,23	2,50	41	128,11	392,00	0,26	2521,72	126,06

R1	1,5	6,00	Sin cohesión	1,58	1,89	28,71	39,79	48,00	0,34	350,25	87,66
MEDIA		7.00		1.60	1.90	29	43.0	60	0.34	431	99

\* fuera de la media

#### 4.2.2.2 Rellenos de finos (R<sub>2</sub>)

Aparecen debajo de los rellenos anteriores, y están presentes en los sondeos 1, 5 y 6. Se han investigado mediante ensayos SPT y un muestra en los siguientes sondeos:

SONDEO	SPT	PROF	GOLPES	N	DESIGNACION	MATERIAL
SM-1	2	5.00-5.45	4-5-4	9	Sueltos	Relleno arcilloso
SM-6	1	1.60-2.05	2-3-2	5	Suelta	Rellenos arcilloarenosos

Los valores deducidos de los SPT son:

Estrato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m <sup>3</sup> )	Peso específico saturado (t/m <sup>3</sup> )	Ángulo de resistencia al corte (°)	Módulo Edométrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo Elástico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Kg/cm <sup>2</sup> )	Velocidad ondas de corte (m/s)
R2	5,5	9,00	Sin cohesión	1,70	1,91	29,57	45,95	72,00	0,34	512,74	133,46
R2	2,1	5,00	Sin cohesión	1,54	1,89	28,43	37,73	40,00	0,34	295,08	90,81
MEDIA		7.0		1.63	1.90	29	41.0	56.00	0.34	403.5	111.5

Los valores de ensayos de laboratorio son:

Prosp. n°	Muestra n°	Prof.	Qu Kp/cm <sup>2</sup>	Ø <sup>o</sup> <sub>cu</sub>	C <sub>cu</sub> KPa	Ø <sup>o</sup> <sub>cd</sub>	C <sub>cd</sub> KPa
SM-6	MI-1	1.00-1.60	0.43	-	-	-	-

#### 4.2.3 ALUVIAL (A)

Depósito de origen fluvial que ocupa una posición intermedia entre el sustrato rocoso y los rellenos. La estructura del aluvial es la clásica dentro de los ríos de la cornisa cantábrica con granoselección negativa de más a menos, y formando tres niveles. La base es un nivel de gravas que pasan progresivamente hacia arriba a arenas limos y limos marrones, que cubren la zona más superficial. Se ha localizado en todos los sondeos. Tiene una potencia media de 6,0 metros. Se distinguen las siguientes capas

##### 4.2.3.1 Arcillas limosas marrones (A<sub>1</sub>)

Es un nivel que aparece entre el nivel superior del aluvial pero que en algunas zonas ha sido eliminado. Se han investigado mediante muestras en los siguientes sondeos:

SONDEO	SPT	PROF	GOLPES	N	DESIGNACION	MATERIAL
SM-5	2	4.60-5.05	1-2-2	4	Blandas	Arcillas limosas

Los valores de ensayos de laboratorio son:

Sond.	Muestra n°	Prof.	W%	$\gamma_d$ Tn/m <sup>3</sup>	$\gamma_n$ Tn/m <sup>3</sup>	Limites Atterberg			GRANULO.		Casag
						T-4	T-200				
SM-5	MI-1	1.0-1.6	20.7	1.68	2.02	26	19	6	0.0	74.1	CL

Prosp.	Muestra n°	Prof.	Qu Kp/cm <sup>2</sup>	$\emptyset^{\circ}_{cu}$	C <sub>cu</sub> KPa	$\emptyset^{\circ}_{cd}$	C <sub>cd</sub> KPa
SM-5	MI-1	1.0-1.6	1.54	-	-	-	-

#### 4.2.3.2 Limos arenosos (A<sub>2</sub>)

Nivel intermedio éntrelas arcillas superiores y el nivel basal de gravas. Suele estar el nivel freático en el. Se ha investigado a base de ensayos SPT y muestras.

SONDEO	SPT	PROF	GOLPES	N	DESIGNACION	MATERIAL
SM-2	2	7.00-7.45	1-2-1	3	Muy sueltos	Limos arenosos
SM-3	1	4.75-5.20	3-3-4	7	Sueltos	Limos arenosos
SM-4	2	6.60-7.05	2-4-3	7	Sueltos	Limos arenosos
SM-5	2	1.60-2.05	1-1-1	2	Blandos	Limos

Los valores de ensayos de laboratorio son:

Sond.	Muestra n°	Prof.	W%	$\gamma_d$ Tn/m <sup>3</sup>	$\gamma_n$ Tn/m <sup>3</sup>	Limites Atterberg			GRANULO.		Casag
						T-4	T-200				
SM-2	MI-1	6.4-7.0	33.9	1.45	1.94				0.0	50.4	SM
SM-4	MI-1	6.0-6.6	32.6	1.46	1.94	39	27	11	22	58.7	SC
SM-5	MI-2	4.0-4.6	25.8	1.62	2.04				0.0	61.6	SM

Prosp.	Muestra n°	Prof.	Qu Kp/cm <sup>2</sup>	$\emptyset^{\circ}_{cu}$	C <sub>cu</sub> KPa	$\emptyset^{\circ}_{cd}$	C <sub>cd</sub> KPa
SM-2	MI-1	6.4-7.0	0.29	-	-	-	-
SM-3	MI-1	7.0-7.6	0.68				
SM-4	MI-1	6.0-6.6	0.40				
SM-5	MI-2	4.0-4.6	0.21				

#### 4.2.3.3 Gravas con arenas (A<sub>3</sub>)

Nivel de gravas con arenas que conforma el nivel de base aluvial. Están formadas por material granular grueso, redondeado y muy irregular, de naturaleza areniscosa, con pocos finos. Son firmes y densas. Se han investigado mediante ensayos SPT en los siguientes sondeos:

SONDEO	SPT	PROF	GOLPES	N	DESIGNACION	MATERIAL
SM-1	3	7.60-8.05	4-10-10	20	Compactas	Gravas
SM-3	2	7.60-8.05	8-11-7	18	Compactas	Gravas
SM-4	3	8.50-8.95	2-2-3	5	Sueltas	Gravas
SM-5	3	6.50-6.95	3-5-7	12	Compactas	Gravas
SM-6	2	6.50-6.95	6-5-3	8	Sueltas	Gravas

Estrato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m <sup>3</sup> )	Peso específico saturado (t/m <sup>3</sup> )	Ángulo de resistencia al corte (°)	Módulo Edométrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo Elástico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Kg/cm <sup>2</sup> )
A3	8,1	20,00	Sin cohesión	1,94	1,96	32	63,41	140,00	0,32	958,01
A3	8,1	18,00	Sin cohesión	1,92	1,96	31,71	61,36	132,00	0,32	906,46
A3	9,0	5,00	Sin cohesión	1,54	1,89	28,43	37,73	40,00	0,34	295,08
A3	7,0	12,00	Sin cohesión	1,79	1,93	30,43	52,11	96,00	0,33	671,96
A3	7,0	8,00	Sin cohesión	1,66	1,91	29,29	43,90	64,00	0,34	459,01
MEDIA		12		1.77	1.93	30	51.2	94.4	0.33	749

### 4.3 CARACTERIZACIÓN DEL SUSTRATO ROCOSO

#### 4.3.1 LITOLOGÍAS CONSIDERADAS

Solo aparece dos categorías de sustrato: lutitas carbonatadas (C<sub>1</sub>) y rocas volcánicas indiferenciadas (C<sub>2</sub>)

Las lutitas son la litología predominante en el trazado. Se ha detectado en los sondeos en todos los a profundidades comprendidas entre 6.60 y 7,50 metros y afloran en el cauce del río Asua, de hecho el muro de Alba está apoyado en ellas.

Las rocas volcánicas solo se han detectado en los sondeos SM-5 y SM-6, pero ha salido totalmente disgregada sin que se haya podido tomar muestra.

#### 4.3.2 CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS.

- Dureza

Son materiales moderadamente duros.

Perforación	Muestra	Profundidad (m)	Compresión simple (MPa)	Rotura
SM-1	TP-1	7.00-7.60	25.5	Según eje de carga
SM-2	TP-1	9.55-10.00	10.3	Según eje de carga
SM-3	TP-1	10.00-10.30	11.60	Según eje de carga-
SM-4	TP-1	13.05-13.40	13.30	Según eje de carga
SM-5	TP-1	10.30-10.52	23.00	Seg
Max			25.5	
Min			10.3	
Media			16.74	

- Fracturación

En general toda secuencia de las columnas de todos los sondeos muestra abundantes tramos fracturados y la roca abierta por la estratificación. Y esto es debido en parte al buzamiento de las capas que favorecen se abran por los planos de estratificación. Las discontinuidades observadas son:

- E: estratificación. Es la más marcada porque aparece asociada a niveles más areniscos. Buza entre 45° y 60°
- D<sub>1</sub>: diaclasa 1: es una fractura perpendicular a la estratificación y con buzamiento muy vertical. En ocasiones es un poco oblicua. Son planas y rugosas.
- D<sub>2</sub>: Es otro juego paralelo a la estratificación pero con menor buzamiento. Son onduladas y rugosas

En profundidad la roca parece más masiva, pero se abre por la estratificación. No se observan en los sondeos y afloramientos fallas o grandes fracturas de importancia.

- RQD

El RQD es una medida de la calidad del macizo rocoso. En general es bastante variable en todos los sondeos. En la tabla siguiente se presenta la profundidad del tramo de roca y RQD

Sondeo	Muy mala 0.0-25%	Mala 25-50%	Media 50-75%	Buena 75-90%	Excelente 90-100%
SM-1					8.9-15.0
SM-2	9.0-9.5				9.5-11.0
SM-3	8.8-9.4				9.4-11.0
SM-4			8.2-9.0		9.0-15.0
SM-5	7.1-7.8	7.8-9.9		9.9-11.0	
SM-6		8.2-11.0			

- Meteorización

La roca está sana. En los sondeos 1, 2 y 3 aparece un nivel de hasta 0.5 m de roca meteorizada grado V debajo de las gravas.

- Agua

Son materiales de muy baja permeabilidad, que no son capaces de acumular agua, y esta solo circula por fracturas presenciales si existe un gradiente para ello.

#### 4.4 NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD

El nivel piezométrico se ha localizado entre 4,5 y 5,5 metros, situado en los niveles de relleno arcillosos y arcillas limosas. Este nivel parece que está influenciado por el nivel del cauce.

#### 4.5 SISMICIDAD

Según la norma de construcción sismorresistente NCSR-02 la zona de Asua tiene una aceleración sísmica inferior 0,04 g, lo que hace que no sea obligatorio su cumplimiento.

Esta aceleración sísmica equivale a una intensidad sísmica de V de la escala MSK. La probabilidad de ocurrencia de un sismo de grado V es de 1 para un periodo de 500 años.

#### 4.6 ACCIONES SOBRE EL TERRENO

Las acciones sobre el terreno que se efectúan para el proyecto son:

- **Cimentaciones:** De los puentes
- **Muros:** Con pantallas de micropilotes ancladas.

Se analizan en los capítulos siguientes:

## 5 CIMENTACIÓN DE LOS PUENTES

### 5.1 CARACTERÍSTICAS

Tanto el puente de Alba como el de Nacon se han a sustituir ya que se incrementa la anchura del cauce.

El puente de Alba pasa tener 17,5 metros de luz, y una anchura 8.4 m. El de Nacon pasa a tener longitud de 19.6 metros y una anchura de 10.5 metros.

### 5.2 CONDICIONANTES GEOTECNICOS

Se han efectuado dos sondeos mecánicos en cada lado de los puentes con las siguientes características:

#### 5.2.1 PUENTE ALBA

Se disponen de los sondeos SM-2 y SM-3, con las siguientes características:

SM-2: Margen derecha	SM-3: Margen izquierda
0.0-2.0: Rellenos compactos	0.0-3.4: Rellenos
	3.4-4.7: Losa hormigón
2.0-5.8: Arcilla limosas medias	4.7-6.0: arcilla limosa blanda
	6.0-7.5: Limos arenosos
5.85-8.60: Limos arenosos blandos	7.5-8.0 Gravas
8.60-9.5: Roca meteorizada	8.0-9.4: Roca meteorizada
9.5: Roca sana	9.4: Roca sana

Los principales condicionantes geotécnicos son:

- Se trata de una zona con rellenos variables a ambos lados y con estructuras enterradas en la margen izquierda.
- Debajo la secuencia aluvial de arcillas y limos arenosos muy blandos
- El sustrato rocoso en el puente de Alba se sitúa a 9.5 metros de profundidad y son lutitas carbonatadas.
- El nivel freático se ha localizado entre 3.5 y 4.0 en el aluvial.

La cimentación superficial se apoyaría en la margen derecha sobre arcillas limosas con baja resistencia y muy deformables. En el lado izquierdo ocurría lo mismo. Se aconseja una solución de cimentación profunda por medio de pilotes empotrados en roca.

#### 5.2.1.1 Presión admisible

Se ha calculado la Presión admisible para un pilote de 800 mm empotrado en roca sin considerar el rozamiento por fuste de la zona de aluvial y rellenos. El sistema de cálculo seguido ha sido el de la "Guía de Cimentaciones de obras de Carreteras del Ministerio de Fomento".

Para determinar la Presión admisible de la roca, se ha tomado el valor medio inferior de los valores de compresión simple (14.4 MPa). Los resultados son:

Empotramiento	Presión de hundimiento en roca $Q_h$	Presión admisible en roca	FS empleado
3D	389.52 Tn	129.84 Tn	3

Resistencia unitaria por pilotes =  $129.84 \text{ T}/0.8 \text{ m}^2 = 162.3 \text{ Tn/m}^2 = 16.2 \text{ kp/cm}^2$ .

Los cálculos aparecen en el anexo nº4

### 5.2.1.2 Tope estructural

El valor del tope estructural para pilotes entubados de 800 mm es el siguiente:

$$Q_{\text{tope}} = \sigma \cdot A$$

Siendo

- $\sigma$ : tensión del pilote = 6 MPa = 611 Tn/m<sup>2</sup>
- A: área de la sección = 0.504 m<sup>2</sup>

$$Q_{\text{tope}} = 0.504 \times 611 = 305.5 \text{ T}$$

El pilote soporta menos que su tope estructural.

Para un axil máximo 250 Tn =  $250/129.84 = 1.92$ . Necesario 2 pilotes por apoyo

### 5.2.2 PUENTE NACON

Se disponen de los sondeos SM-5 y SM-6, con las siguientes características:

SM-5: Margen derecha	SM-5: Margen izquierda
0.0-0.8: Rellenos compactos	0.0-2.2: Rellenos
0.9-3.0: Arcilla limosas medias	2.2-4.65: Losa hormigón
3.0-5.9: Limos arenosos blandos	4.6-5.7: Limos arenosos
5.9-7.1: Gravas	5.7-8.2 Gravas
7.1-7.8: Roca meteorizada	8.2: Roca sana
7.8: Roca sana	

Los principales condicionantes geotécnicos son:

- Se trata de una zona con rellenos variables a ambos lados y con estructuras enterradas en la margen izquierda.
- Debajo la secuencia aluvial de arcillas y limos arenosos muy blandos
- El sustrato rocoso en el puente de Nacon se sitúa entre 7.8 y 8.2 metros de profundidad y es una roca volcánica.
- El nivel freático se ha localizado entre 3.5 y 4.0 en el aluvial.

La cimentación superficial se apoyaría en la margen derecha sobre arcillas limosas con baja resistencia y muy deformables. En el lado izquierdo ocurría lo mismo. Se aconseja una solución de cimentación profunda por medio de pilotes empotrados en roca.

### 5.2.2.1 Presión admisible

Se ha calculado la Presión admisible para un pilote de 800 mm empotrado en roca sin considerar el rozamiento por fuste de la zona de aluvial y rellenos. El sistema de cálculo seguido ha sido el de la “Guía de Cimentaciones de obras de Carreteras del Ministerio de Fomento”.

Para determinar la Presión admisible de la roca, se ha tomado el valor medio inferior de los valores de compresión simple (14.4 MPa). Los resultados son:

Empotramiento	Presión de hundimiento en roca $Q_h$	Presión admisible en roca	FS empleado
3D	537.54 Tn	179.18 Tn	3

Resistencia unitaria por pilotes =  $179.18 \text{ T} / 0.8 \text{ m}^2 = 223.97 \text{ Tn/m}^2 = 22.3 \text{ kp/cm}^2$ .

Los cálculos aparecen en el anexo nº4

### 5.2.2.2 Tope estructural

El valor del tope estructural para pilotes entubados de 800 mm es el siguiente:

$$Q_{\text{tope}} = \sigma \cdot A$$

Siendo

- $\sigma$ : tensión del pilote = 6 MPa = 611 Tn/m<sup>2</sup>
- A: área de la sección = 0.504 m<sup>2</sup>

$$Q_{\text{tope}} = 0.504 \times 611 = 305.5 \text{ T}$$

El pilote soporta menos que su tope estructural.

Para un axil máximo 250 Tn =  $250 / 179.18 = 1.39$ . Necesario 2 pilotes por apoyo

### 5.3 TIPO DE PILOTE

Se recomienda pilote perforado in situ y empotrado en roca entre 2 y 3 D. No es aconsejable realizar el pilotaje amparado con lodos bentoníticos para sostener la perforación en el tramo de gravas, por la elevada permeabilidad de estas y la posibilidad de provocar una contaminación que aflore en el cauce del Asua. Es preferible usar camisa recuperable.

Para su perforación puede usarse una hélice ripable para rocas de una resistencia máxima de 23 MPa.

## 6 MUROS DE MICROPILOTES ANCLADO.

El proyecto de ampliación del cauce retranquea el muro actual de la margen izquierda unos 6.0 metros, y el de la derecha desde Alba hasta Nacon entre 2.0 y 6 .0 metros para mantener una anchura de cauce homogénea de 15.0 metros.

Los muros se van a construir con una pantalla de micropilotes de 160x10, empotrados en roca 4 metros y separados 0.5 metros. Se sostiene con dos filas de anclajes de cable de 60 tn cada 3 metros e inclinado 30° de la horizontal. Las fases de ejecución son las siguientes:

1ª fase: excavación hasta 2 metros.

2ª fase: Ejecución de los micropilotes hasta 3.5 metros de profundidad

3ª fase: Anclaje a 3 metros y excavación hasta 6 metros.

4ª fase: Anclaje a 5.5 metros y excavación completa.

5ª fase: Ejecución de la estructura de hormigón y a losa de compensación.

La sobrecarga sobre la superficie es de 2 t/m<sup>2</sup>.

### 6.1 MURO MARGEN IZQUIERDO.

Los condicionantes geotécnicos son:

Se han efectuado los sondeos SM-1, SM-3, Sm-4 y SM-6 en la zona de ampliación. Los sondeos ponen manifiesto las siguientes características del lugar: (perfiles 5.1 a 5.3)

- Se trata de una zona con rellenos granulares principalmente hasta 5-6 metros y debajo la secuencia aluvial de arcillas y gravas, con potencia total de relleno-suelos de 9.0 metros
- El sustrato rocoso es sano a partir de los 9.0 metros.
- La naturaleza del sustrato es variable de un sitio a otro.
- La parte de muro cara vista tiene un altura de 6.0 metros desde el fondo del cauce.
- Tiene una longitud de 200 metros.

El nivel freático se ha medido a 4.50 metros de profundidad, en la base de los rellenos, y lo intercepta la excavación.

#### 9.2.1 TIPO DE MICROPILOTE

El micropilotaje deberá tener las siguientes características:

- Diámetro: superior a 180 mm, aconsejable 220 mm
- Tipo: entubado
- Resistencia: por fuste en el tramo empotrado en roca

- Empotramiento: mínimo 4 metros
- Perforación: Rotopercusión

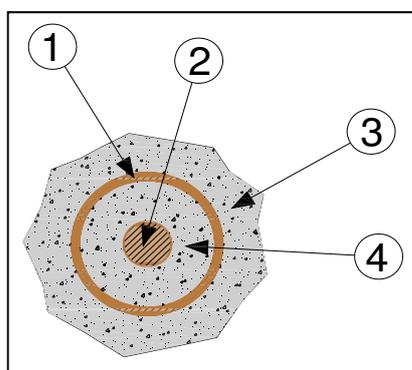
### 6.1.1.1 Tope estructural del micropilote

Se ha establecido el tope estructural para un micropilote de esta categoría de acuerdo con la EHE.

Cliente: <b>DAIR</b>
Obra: <i>Encauzamiento río Asua: Muro izquierdo</i>
Localidad: <b>Lujua</b>
Fecha: <i>7 julio 2014</i>

#### Datos geométricos

<i>Diámetro del micropilotes (cm)</i>	20,00	cm
<i>Diámetro de la camisa (cm)</i>	11,40	cm
<i>Espesor camisa (cm)</i>	0,90	cm
<i>Diámetro de la barra Gewi (cm)</i>	5,00	cm



1. Camisa de Acero
2. Barra Gewi
3. Hormigón Estructural
4. Hormigón de Recubrimiento

#### Resistencia de los materiales

<i>Resistencia característica del mortero</i>	250,00	Kg/cm <sup>2</sup>
<i>Límite elástico de la camisa</i>	5500,00	Kg/cm <sup>2</sup>
<i>Límite elástico de la barra gewi</i>	5500,00	N/mm <sup>2</sup>
<i>Módulo elástico del hormigón</i>	30000,00	N/mm <sup>2</sup>
<i>Módulo elástico del acero de la camisa</i>	210000,00	N/mm <sup>2</sup>

#### Coefficientes de seguridad

<i>Coef. de seguridad del mortero</i>	1,50
<i>Coef. de seguridad de la camisa</i>	1,15
<i>Coef. de seguridad de la barra gewi</i>	1,15
<i>Coef. de mayoración de acciones</i>	2,50

#### Parámetros resistentes y esfuerzos últimos

<i>Inercia</i>	3637,94	cm <sup>4</sup>
<i>Módulo resistente</i>	355,00	N/mm <sup>2</sup>

Área de hormigón	264,84	cm <sup>2</sup>
Área de la camisa de acero	29,69	cm <sup>2</sup>
Área de la barra gewi	19,63	cm <sup>2</sup>

El cálculo del tope estructural de los micropilotes se realizar según la fórmula para soportes de la EHE.

$$T = \frac{\left( \frac{0.85 A_c \times f_{ck}}{\gamma_c} + \frac{A_s \times f_{yk}}{\gamma_s} \right)}{F_1}$$

• Axil resistido por el hormigón	37518,46	Kg
• Axil resistido por la armadura		
Axil resistido por la barra gewi	93906,30	Kg
Axil resistido por la camisa	141986,62	Kg

Queda un axil total de cálculo de:

$$N_{comp\ max} = 273411,39 \text{ Kg}$$

Dividiendo por el coeficiente de mayoración de acciones:

$$\text{Queda un axil total último de servicio de: } 109364,554 \text{ Kg} = 109,365 \text{ Tn}$$

### 6.1.1.2 Empotramiento

El Código Técnico de la Edificación no considera el cálculo de los micropilotes inyectados. Aplicamos la normativa propuesta en el manual GUIA PARA EL PROYECTO Y LA EJECUCION DE MICROPILOTES EN OBRAS DE CARRETERA del Ministerio de Fomento (2005) por ser la más extendida en proyectos de micropilotes.

Se considera que el pilote está empotrado en roca cuando se cumple que (cap. 3.3.1.2):

- La roca presenta un grado de alteración de III o menor según la escala ISMR.
- El RQD es superior al 60%
- La resistencia a compresión simple de la roca es igual o superior a 20 MPa.
- El micropilote se empotra un mínimo de 6 diámetros.

En el caso estudiado la roca presenta variación en los resultados de los ensayos de compresión simple por lo que se ha seguido el siguiente procedimiento:

Se ha despreciado la resistencia por punta del micropilote y se ha considerado la transmisión de tensiones al terreno exclusivamente por el fuste en el tramo empotrado, calculando un empotre tal que agote las cargas y asegure que no se produce transmisión de tensiones por la punta.

Se ha aplicado asimismo el factor de seguridad  $F_r$  de 1.65 previsto en la tabla 3.2 para obras en las que los micropilotes tienen una función estructural de duración superior a tres meses.

DURACIÓN	$F_r$
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración inferior o igual a seis (6) meses	1,45
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración superior a seis (6) meses	1,65

### 6.1.1.3 Rozamiento unitario por fuste en roca

El valor de rozamiento unitario para el tramo empotrado en roca se estima mediante la tabla 3.3 del manual:

RESISTENCIA UNITARIA DE CÁLCULO EN EL EMPOTRAMIENTO EN ROCA, POR FUSTE Y PUNTA  
(GRADO ISRM  $\leq$  III)

TIPO DE ROCA	$f_{r,d}$ (MPa)	$q_{p,d}$
Margas y margocalizas	0,15 - 0,40	$0,07 \cdot q_u$
Pizarras y otros esquistos	0,20 - 0,30	$0,07 \cdot q_u$
Areniscas	0,30 - 0,45	$0,07 \cdot q_u$
Calizas y dolomias	0,40 - 0,50	$0,10 \cdot q_u$
Granitos y basaltos	0,40 - 0,60	$0,10 \cdot q_u$

$q_u$ : Resistencia a compresión simple de la roca, determinada preferiblemente según UNE 22950-1, o en su defecto mediante correlación con otros ensayos. Deberá determinarse este parámetro en la zona de influencia de la punta, definida conforme a lo especificado en el epígrafe 3.3.1.2.

Se recomiendan los valores siguientes:

- Nivel B de roca sana grado II: 0.30 MPa

### CÁLCULO PARA MICROPILOTES Encauzamiento río Asua

Fck kg/cm <sup>2</sup> (resist. característica hormigón)	250,000
Fyk kg/cm <sup>2</sup> (resist. característica acero)	5.500,000
diam. nominal perfor. Cm	20,000
<i>empotre</i>	
superficie por m. de micropilote cm <sup>2</sup>	6.280,000
coeficiente de rozamiento $Q_u$ kg/cm <sup>2</sup>	3,000
resistencia por m. de empotre T	18,840
tensiones al micropilote T	50,000
<i>empotre requerido m</i>	2,654
factor de seguridad	1,650
<i>empotre recomendado</i>	4,379

De un tope estructural de 109 Tn, se ha establecido una tensión de trabajo de 50T por cada micropilote. El empotramiento mínimo en el sustrato rocoso sano es de 4.3 metros (> a 4,0 mts)

#### 6.1.1.4 Longitud necesaria

Sus longitudes se han establecido en función de los perfiles de proyecto y los sondeos más cercanos. En el cálculo de la longitud de pilote necesaria se considera 4.5 metros de empotramiento mínimo en roca.

PK	Longitud libre	Empotre	Longitud total
1+940	9.0	4.5	14.5
1+980	9.5	4.5	15.0
2+000	9.0	4.5	14.5
2+040	9.0	4.5	14.5
2+080	8.5	4.5	13.0

#### 6.1.1.5 Separación de micropilotes

El empuje de la sección libre es triangular, donde la tensión unitaria en el fondo es  $e_h = K_a \cdot \gamma \cdot H$ . Se considera que el tramo es cohesivo.

Siendo:

$$K_a = 1 - \frac{1.6 \text{ Cu}}{\gamma H} = 1 - \frac{1.6 \cdot 0.68 \text{ kg/cm}^2}{2.04 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \cdot 9.5 \text{ m}} = 0.59$$

$$E_h = 0.59 \cdot 2.04 \times 9.5 = 11.34 \text{ tn/m}^2$$

El empuje total  $E_h$  por unidad de longitud será:

$$E_h = \frac{H+0.75H}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H = \frac{9.5+7.12}{2} \cdot 11.34 = 94.26 \text{ t/ml}$$

Usando la resistencia a flexión del micropilote = 45 Kg/m.

$$W_x = 4.398 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_n = 5.500 \text{ kg/cm}^2 \text{ (minorado)}$$

$$\sigma_n \times W_x = 241 \text{ T/m}$$

Momento a 2/3 de la base de excavación:  $94.26 \times 2.0 = 192.52 \text{ tn/ml} < 241 \text{ t/m}$ .

Los micropilotes soportan los empujes, su distancia viene determinada por la granulometría y cohesión del material a sostener. Se aconseja 1 micropilote/0.5 m.

## 9.2.2 ANCLAJES

La resistencia de los micropilotes soporta los empujes pero su factor de seguridad es inferior a 1,3:  $241\text{t/m}/192\text{ t/m} = 1.2$ . Se recomienda el uso de anclajes que elevan el factor de seguridad por encima de 1,3.

El proyecto contempla dos filas de anclajes de tensados a 60 tn cada 3 metros y colocados en un ángulo de 30°.

### 6.2.2.1 Tensión de anclaje

Se ha calculado la tensión de anclaje necesaria para el bloque inestable, que comprende la excavación más el tramo de muro existente. El cálculo se ha efectuado en condiciones de drenaje deficiente y con una sobre carga de  $2.0\text{ t/m}^2$ .

En base a la cuna afectada es de niveles de suelo, se ha tomado un ángulo de plano de deslizamiento de 45°.

La tensión de anclaje necesaria es:

a	Angulo plano deslizamiento en grados	45
j	Angulo de rozamiento interno en grados	29
b	Angulo del anclaje en grados	30
c	cohesión T/m <sup>2</sup>	6
L	longitud del plano de deslizamiento en m.	12
a	area de la cuña potencialmente inestable en m <sup>2</sup>	60
P	peso de la cuña potencialmente inestable en T/m	152
F	coeficiente de seguridad	1,5
K1		0,724
K2		1,495
A	esfuerzo de anclaje necesario en T/m	32,09

Se propone 2 filas de anclajes con anclajes separados 3.0 metros, a 60 Tn

$$(60 \times 2) / 3 \text{ m} = 40 \text{ Tn/m}$$

Para un FS de 1,5 la necesidad de sostenimiento es de 32 t/m, con 40 Tn/m se eleva el factor de seguridad.

### 6.2.2.2 Longitud necesaria

Sus longitudes se han establecido en función de los perfiles de proyecto y los sondeos más cercanos. En el cálculo de la longitud del anclaje necesaria se considera necesario que penetre 2,0 metros en roca y después 4.5 metros de longitud mínima de bulbo de anclaje

Fila 1

PK	Longitud libre	Empotre	Longitud total
1+940	11.0	4.5	15.5
1+980	12.0	4.5	16.5
2+000	11.5	4.5	16.0
2+040	14.0	4.5	18.5
2+080	12.0	4.5	15.0

Fila 2

PK	Longitud libre	Empotre	Longitud total
1+940	7.0	4.5	11.5
1+980	10.0	4.5	14.5
2+000	8.0	4.5	13.5
2+040	10.0	4.5	14.5
2+080	7.0	4.5	11.5

### 9.2.3 DRENAJE

El trados del muro será drenante. Aplicarán las disposiciones del apartado 2.1.2: Condiciones de las soluciones constructivas, del punto 2.1 Muros del CTE-DB: HS-1 Protección frente a la humedad.

### 6.3 MURO MARGEN IZQUIERDO.

Los condicionantes geotécnicos son:

Se han efectuado los sondeos SM-2 y SM-6 en la zona de ampliación. Los sondeos ponen manifiesto las siguientes características del lugar: (perfiles 5.1 a 5.3)

- Se trata de una zona con pocos rellenos, y debajo está la secuencia aluvial de arcillas y gravas, de 7,0 metros.
- El sustrato rocoso es sano a partir de los 7.0-8,0 metros.
- La naturaleza del sustrato es variable de un sitio a otro.
- El muro se realiza a partir del puente de Alba pk 1+994
- La parte de muro cara vista tiene un altura de 4.0 metros desde el fondo del cauce.
- Tiene una longitud de 100 metros

El nivel freático se ha medido a 3.5 metros de profundidad, en el aluvial limoso, y lo intercepta la excavación.

### 9.3.1 MICROPILOTES

Se adopta la misma solución que para el muro izquierdo. Muro de micropilotes empotrados en roca y anclados.

#### 6.3.1.1 Longitud necesaria

Sus longitudes se han establecido en función de los perfiles de proyecto y los sondeos más cercanos. En el cálculo de la longitud de pilote necesaria se considera 4.5 metros de empotramiento mínimo en roca.

PK	Longitud libre	Empotre	Longitud total
2+000	7.0	4.5	11.5
2+040	7.0	4.5	11.5
2+080	7.0	4.5	11.5

### 9.3.2 ANCLAJES

El proyecto contempla dos filas de anclajes de tensados a 60 tn cada 3 metros y colocados en un ángulo de 30°. Cada anclaje constará de 4 cables. La longitud libre mínima de cada anclaje será superior a 6 m y la longitud del bulbo superior a 3 m. La ejecución de los anclajes se llevará a cabo de acuerdo a l *Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera* del Ministerio de Fomento

#### 6.3.3.2 Longitud necesaria

Sus longitudes se han establecido en función de los perfiles de proyecto y los sondeos más cercanos. En el cálculo de la longitud del anclaje necesaria se considera necesario que penetre 2,0 metros en roca y después 4.5 metros de longitud mínima de bulbo de anclaje

#### Fila 1

PK	Longitud libre	Empotre	Longitud total
2+000	14.0	4.5	18.5
2+040	10.0	4.5	14.5
2+080	9.0	4.5	13.5

#### Fila 2

PK	Longitud libre	Empotre	Longitud total
2+000	9.0	4.5	13.5
2+040	7.0	4.5	11.5
2+080	8.0	4.5	12.5

#### 6.4 COMPROBACIÓN DE LA SOLUCIÓN.

Las comprobaciones necesarias para verificar que una estructura de contención cumplen con los requisitos necesarios se basan en los estados límite:

Estados límites últimos: son los siguientes

- Estabilidad
- Capacidad estructural
- Fallo combinado del terreno y el elemento estructural

Los estados límite de servicio son:

- Movimiento o deformaciones de la estructura
- Infiltración de agua
- Afecciones al freático en el entorno con repercusión sobre edificios y vienes próximos a la obra.

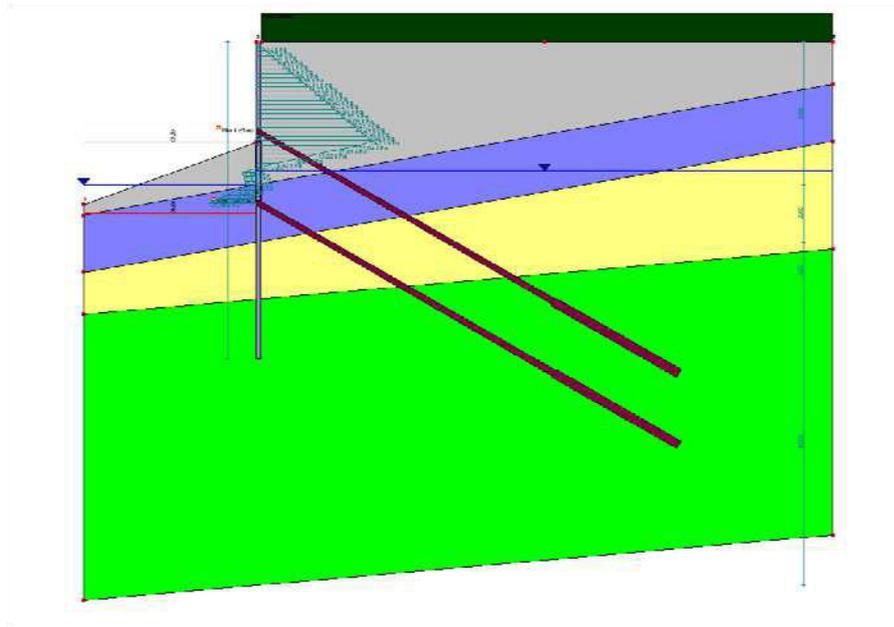
Los cálculos de la estabilidad deben de verificar los siguientes estados límite:

- Estabilidad global
- Estabilidad del fondo de excavación
- Estabilidad propia del muro de micropilotes
- Estabilidad de los elementos de sujeción.
- Estabilidad de las edificaciones próximas.

##### 9.4.1 ESTABILIDAD DEL FONDO DE LA EXCAVACIÓN.

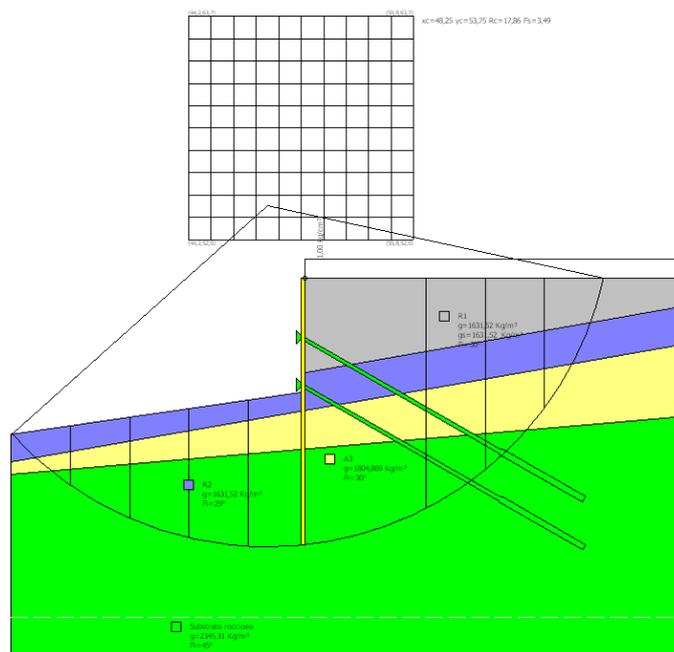
Se ha verificado la solución propuesta por medio del software SWP, de la casa Geostru, diseñado para pantallas flexibles que permite disponer de anclajes. El modelo numérico ha sido realizado por el perfil más desfavorable, que contiene la sección de muro vencido 2+040. Los resultado aparecen en el anexo nº5.

El diagrama de esfuerzos aparece en el grafico siguiente:



#### 9.4.2 ESTABILIDAD GLOBAL

Se realizado con el software Slope. La pantalla diseñada cumple con el criterio de estabilidad global. Los cálculos aparecen el anexo nº6.



## 7 EXCAVACIONES

La ejecución de la obra conlleva la excavación de los intradoses de los muros una vez realizadas las pantallas de micropilotes, y la excavación del fondo del cauce. En el fondo del cauce se aprecia roca, bajo el muro de Alba, sin embargo los sondeos sitúan la roca más profunda.

Independientemente de los muros también se profundiza en el cauce entre 1,5 y 2,5 metros de profundidad.

Los rellenos y el aluvial, son de excavación FACIL, es decir, excavables por medios convencionales (cazo) La roca meteorizada B que se excava, requerirá el ripado previo con el cazo. Las soleras deberán demolidas con martillo romperrocas, que deberá ser usado eventualmente cuando aparezcan estructuras enterradas

## 8 SUPERVISIÓN Y CONTROL

Todo el proceso constructivo debe estar supervisado por el Director de Obra que tomará las decisiones más adecuadas a cada momento.

Se recomienda que los trabajos de excavación y cimentación estén supervisados por personal especialista en geotecnia que compruebe su correcta ejecución.

Debe tenerse en cuenta que la definición de la estructura geotécnica del terreno se basa en la interpretación de ensayos puntuales, lo que conlleva necesariamente cierto grado de interpolación, sin que pueda nunca excluirse por completo la posibilidad de cambios puntuales de las cualidades del terreno. Es necesario contrastar el comportamiento previsto con la información que se obtenga durante la fase de obra.

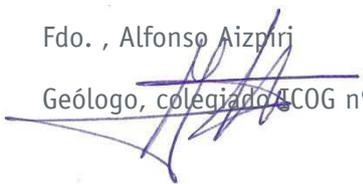
Atendiendo a lo especificado en el cap. 3.4. del documento SE-C SEGURIDAD ESTRUCTURAL – CIMENTACIONES del CTE, una vez iniciada la obra e iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el Director de Obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico.

En caso de apreciar discrepancias deberá ponerlas en conocimiento del técnico autor del presente informe para que se efectúen los trabajos adicionales que fueran necesarios. Recomendamos que durante esta fase la Dirección de obra cuente con la asistencia técnica de un geotécnico con experiencia capaz de tomar sobre el terreno las decisiones que sean pertinentes

En Bilbao, a 30 de Junio de 2014

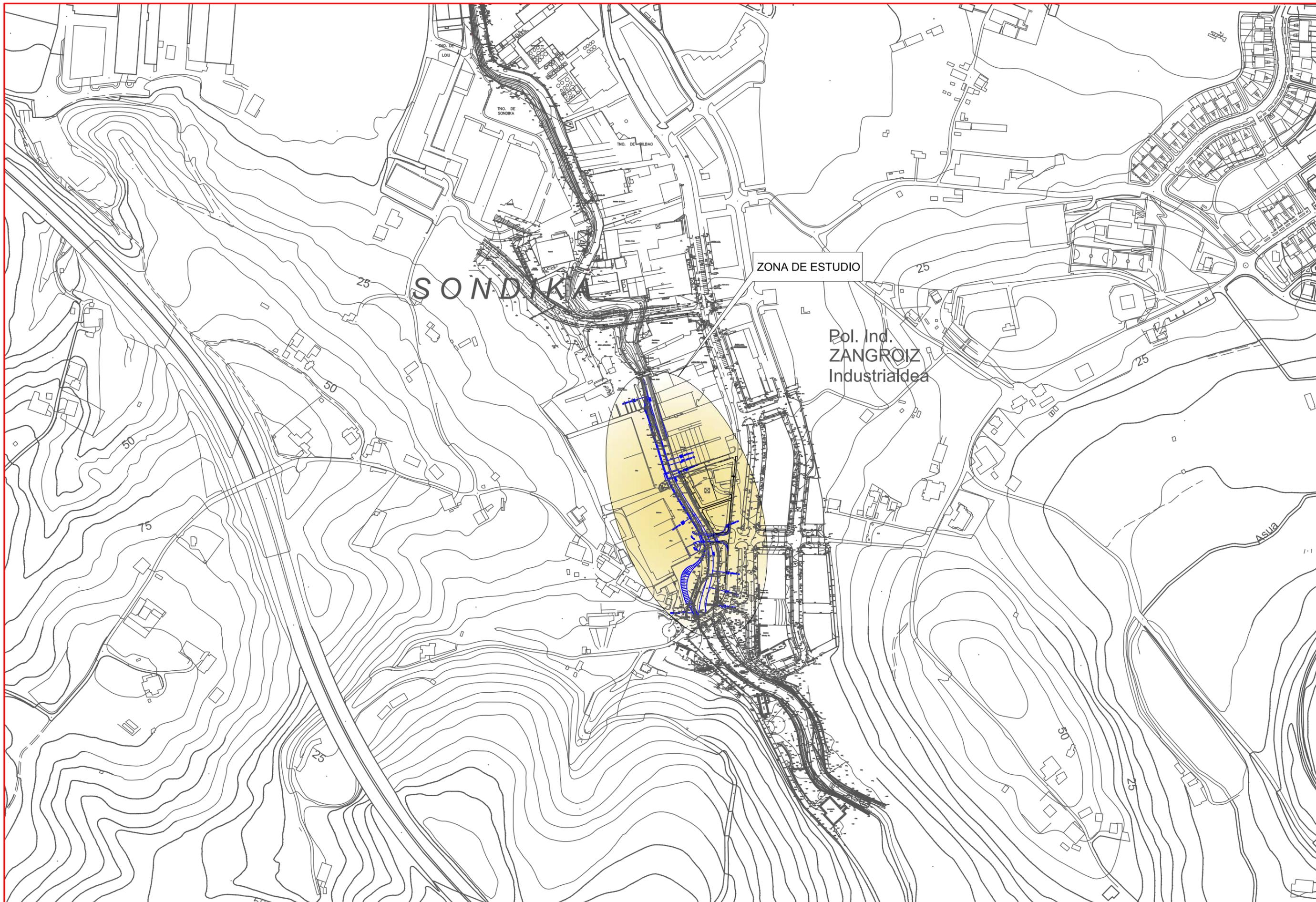
Fdo. , Alfonso Aizpuri

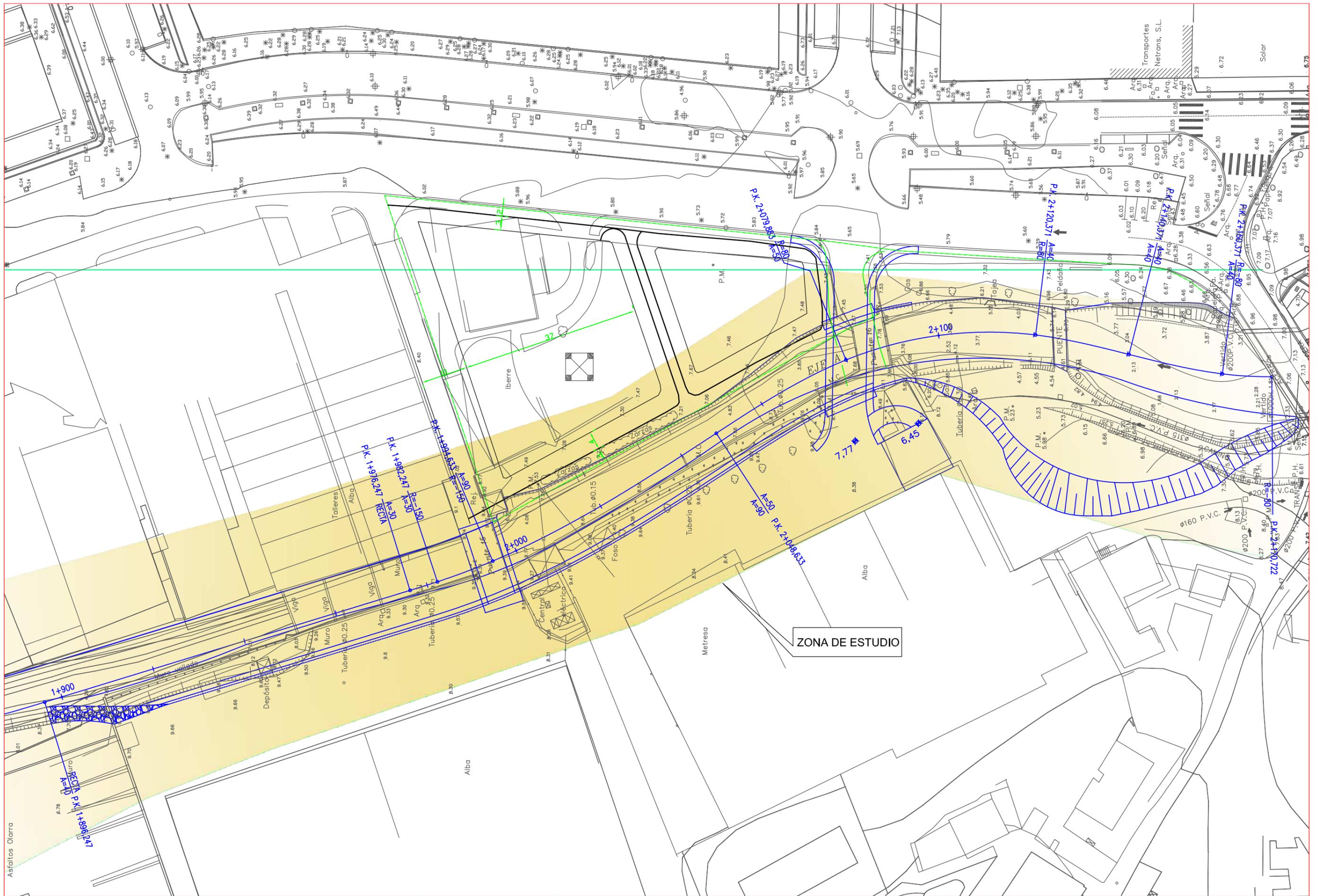
Geólogo, colegiado ICOG nº 2.160



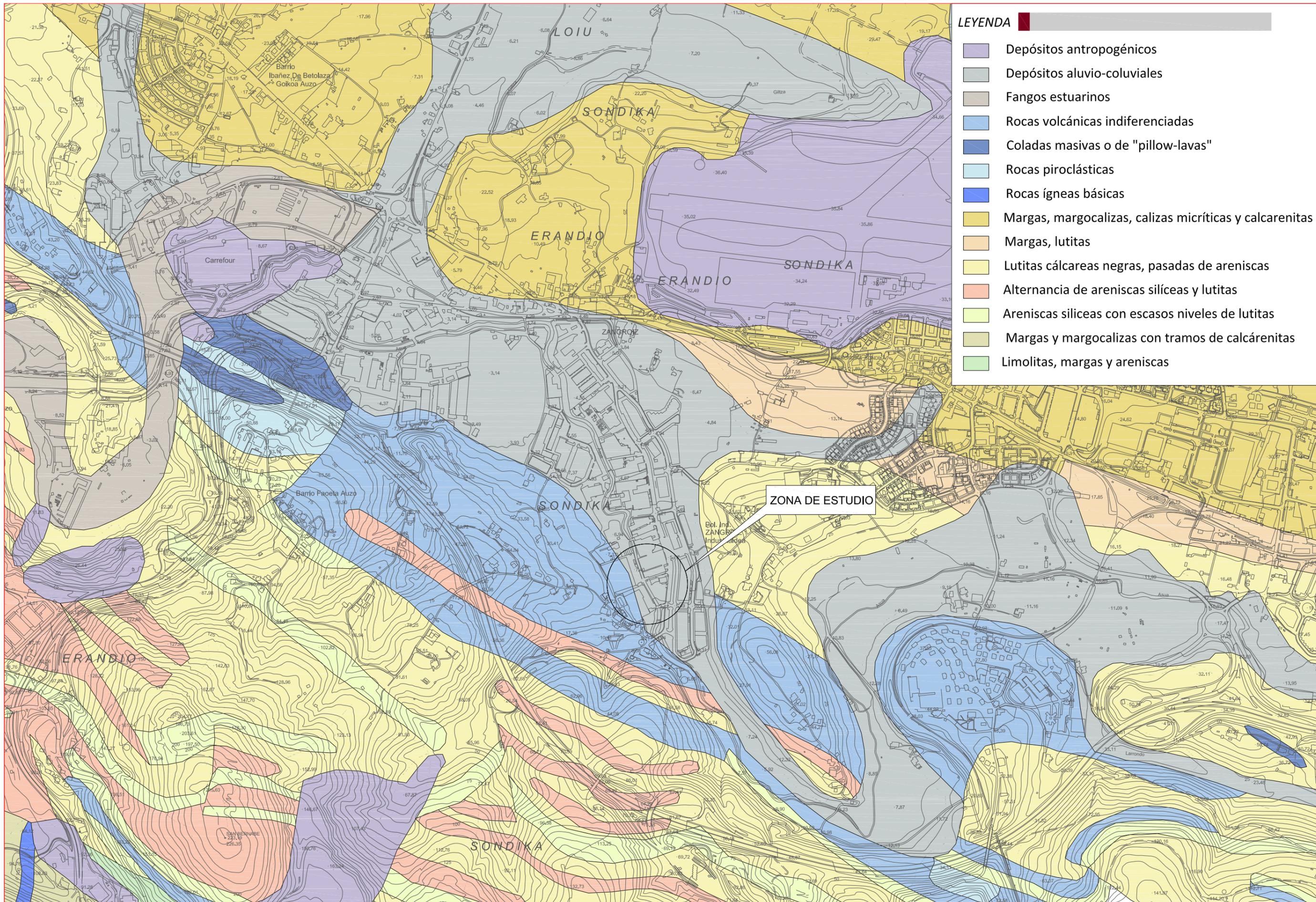
## PLANOS

- ✓ *Plano 01: Situación*
- ✓ *Plano 02: Emplazamiento*
- ✓ *Plano 03: Situación geológica*
- ✓ *Plano 04: Geotecnia*
- ✓ *Plano 05.1: Perfiles geotécnicos 1 y 2*
- ✓ *Plano 05.2: Perfiles geotécnicos 3 y 4*
- ✓ *Plano 05.3: Perfil geotécnico 5*



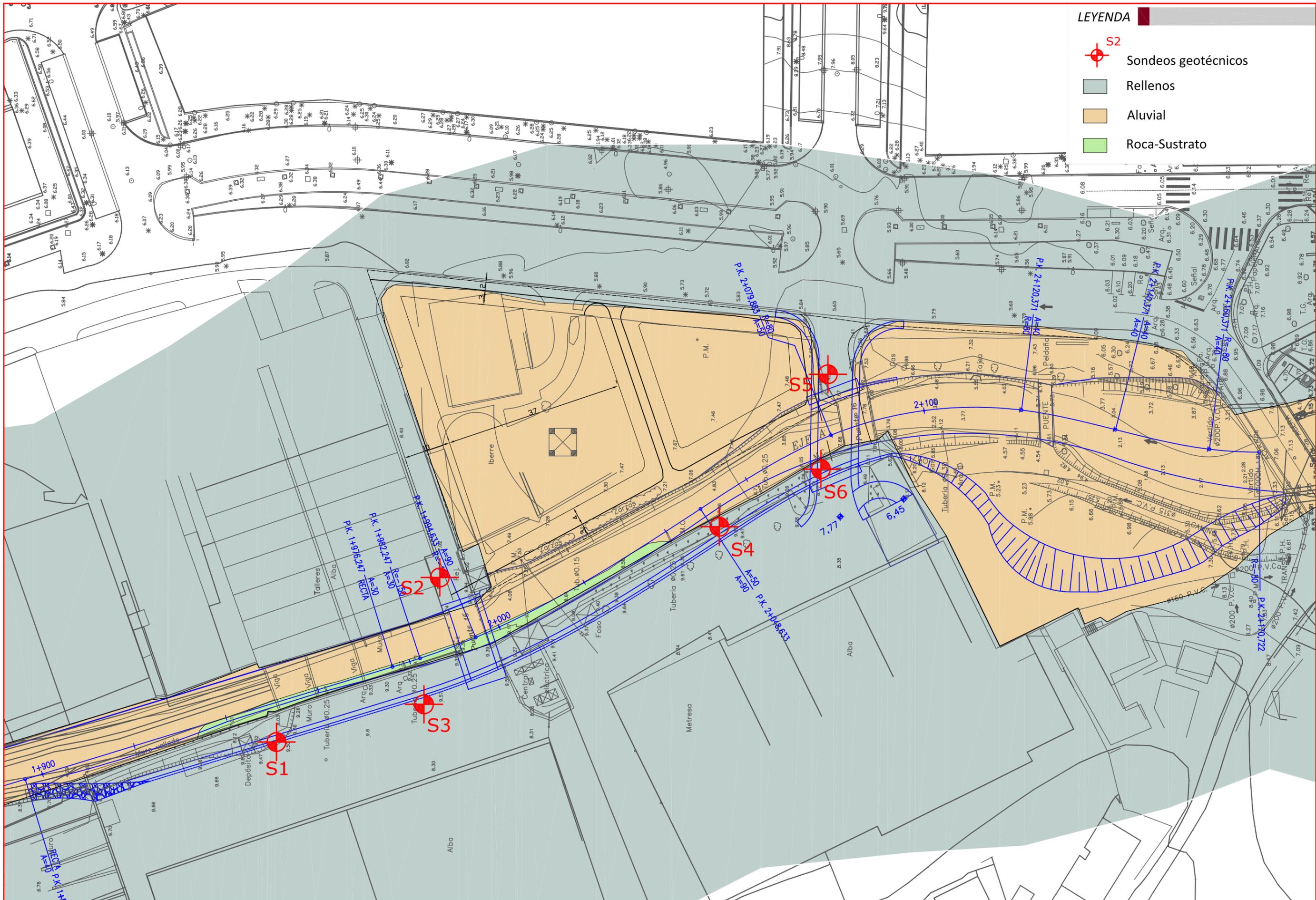


ZONA DE ESTUDIO



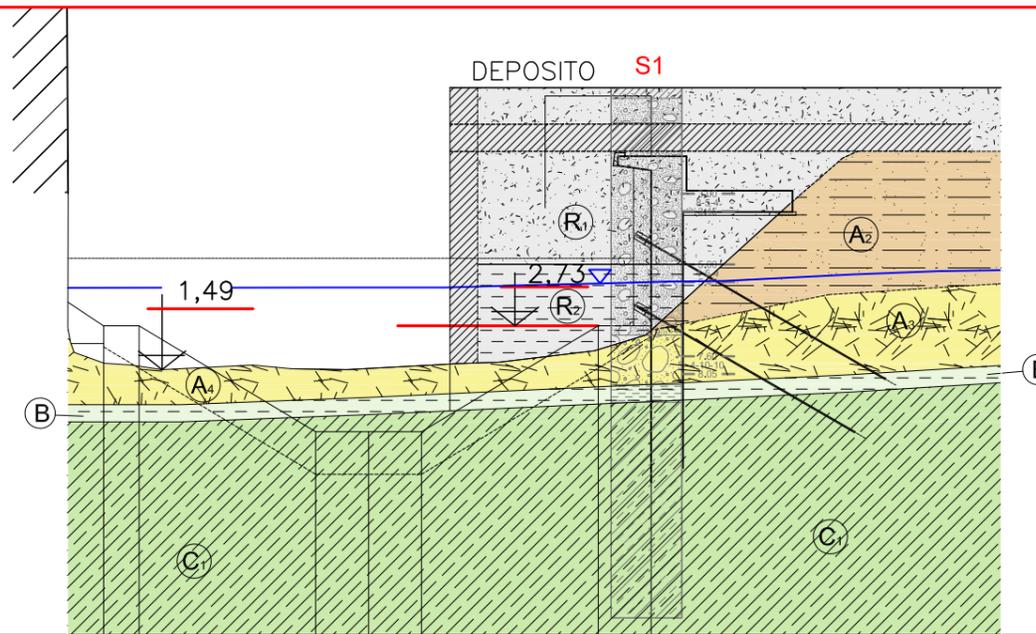
- LEYENDA**
- Depósitos antropogénicos
  - Depósitos aluvio-coluviales
  - Fangos estuarinos
  - Rocas volcánicas indiferenciadas
  - Coladas masivas o de "pillow-lavas"
  - Rocas piroclásticas
  - Rocas ígneas básicas
  - Margas, margocalizas, calizas micríticas y calcarenitas
  - Margas, lutitas
  - Lutitas cálcneas negras, pasadas de areniscas
  - Alternancia de areniscas silíceas y lutitas
  - Areniscas silíceas con escasos niveles de lutitas
  - Margas y margocalizas con tramos de calcárenitas
  - Limolitas, margas y areniscas

ZONA DE ESTUDIO



- LEYENDA**
- S2 Sondeos geotécnicos
  - Rellenos
  - Aluvial
  - Roca-Sustrato

EUROPEA DE CINTAS S.R.L.



PLANO DE COMPARACION -6.00

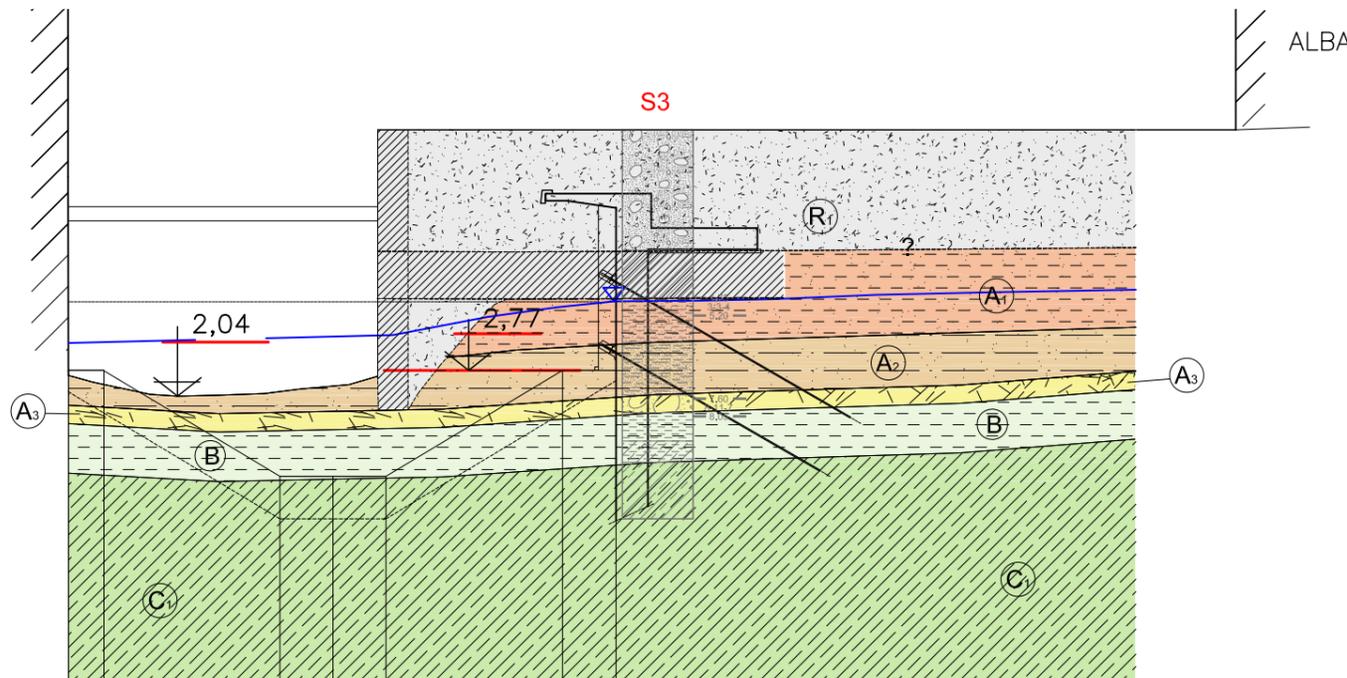
DISTANCIA	-7.50	-6.50	-1.50	0.00	1.50	6.50	8.00
COTAS ENCAUZAMIENTO	2.734	2.734	-0.266	-0.266	-0.266	2.734	2.734 7.528

P.K. 1+940.000

LEYENDA

- R1: Rellenos granulares
- R2: Rellenos arcillosos
- A1: Arcillas limosas
- A2: Limos arenosos
- A3: Gravas
- B: Roca grado V
- C1: Roca grado II (Lutitas calcáreas)
- C2: Roca grado II (Roca volcánica indiferenciada)
- Nivel piezométrico
- Nivel piezométrico interpretado
- Hormigón

TALLERES ALBA



PLANO DE COMPARACION -6.00

DISTANCIA	-7.50	-6.50	-1.50	-0.00	1.50	6.50	8.00
COTAS ENCAUZAMIENTO	2.774	2.774	-0.226	-0.226	-0.226	2.774	2.774 7.770

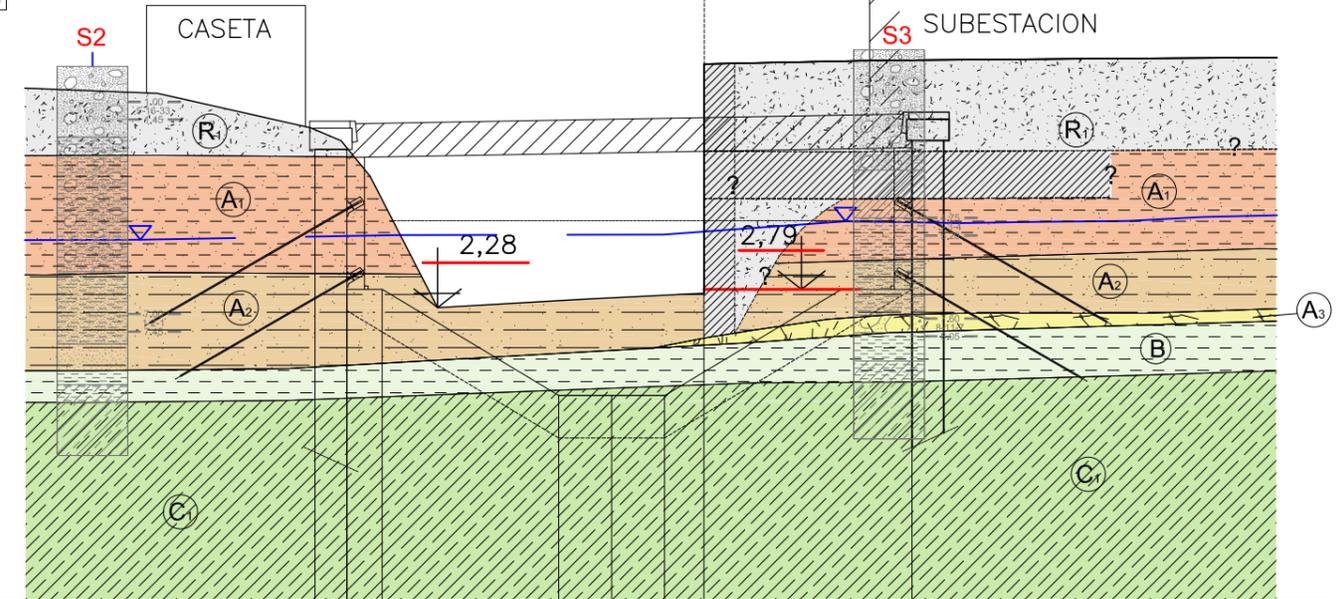
P.K. 1+980.000

MARGEN DERECHA

(NUEVO PUENTE DE ALBA P.K. 1+993,35)

CASETA (P.K. 2+005)

MARGEN IZQUIERDA

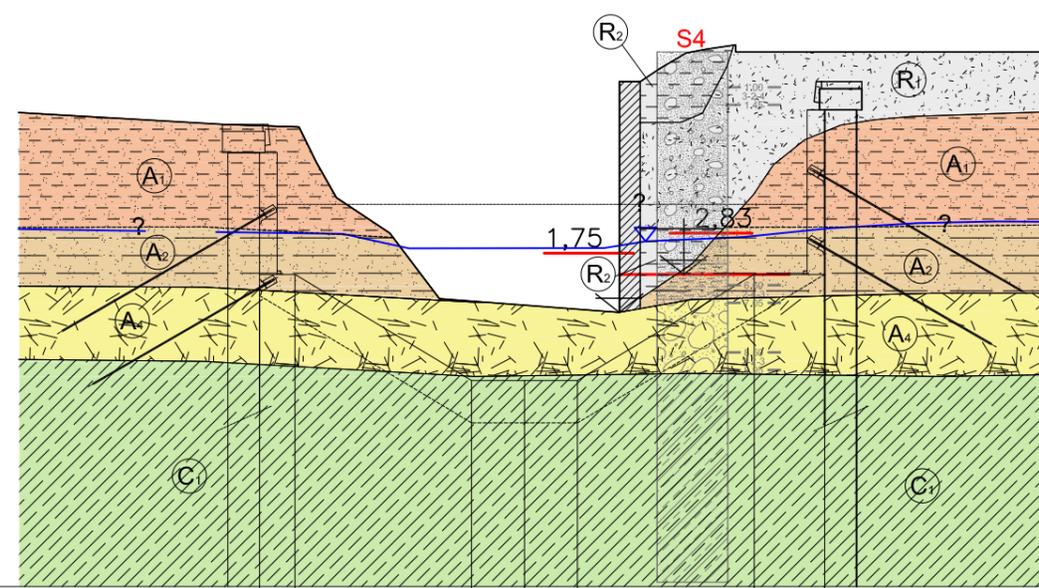


PLANO DE COMPARACION -6.00

DISTANCIA	-7.50	-6.50	-1.50	-0.00	1.50	2.61	8.50
COTAS ENCAUZAMIENTO	2.102	2.102	-0.206	-0.206	-0.206	2.794	2.794 7.822

P.K. 2+000.000

- LEYENDA**
- R1: Rellenos granulares
  - R2: Rellenos arcillosos
  - A1: Arcillas limosas
  - A2: Limos arenosos
  - A3: Gravas
  - B: Roca grado V
  - C1: Roca grado II (Lutitas calcáreas)
  - C2: Roca grado II (Roca volcánica indiferenciada)
  - Nivel piezométrico
  - Nivel piezométrico interpretado
  - Hormigón



PLANO DE COMPARACION -6.00

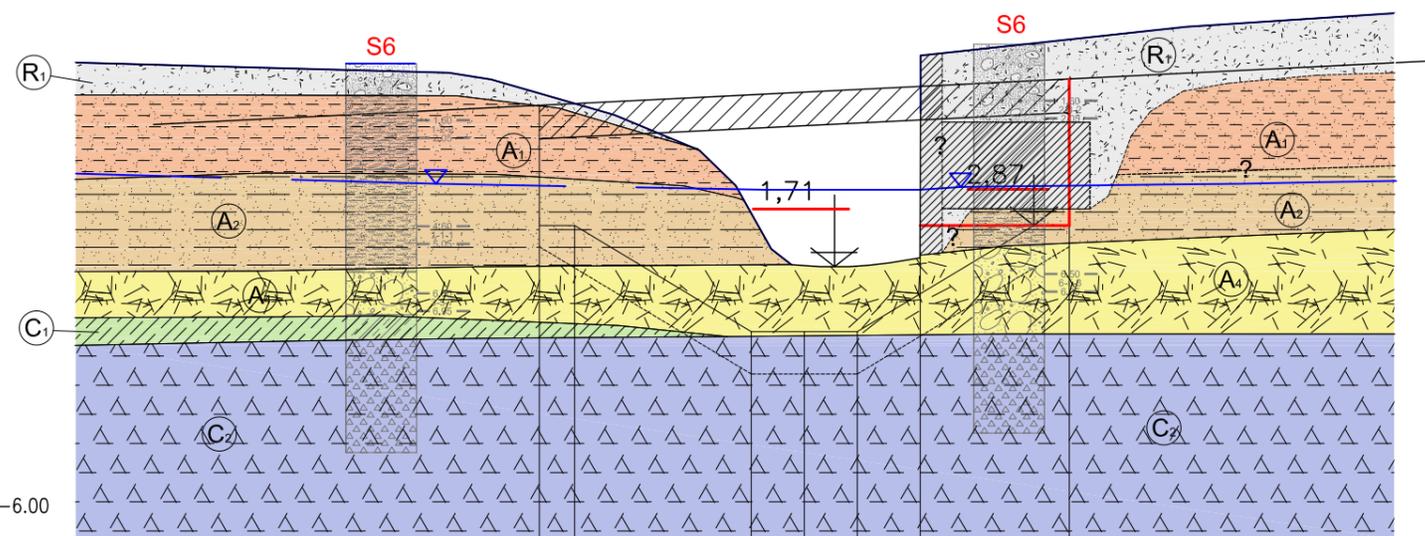
DISTANCIA	-7.50	-6.50	-1.50	-0.00	1.50	6.50	8.50
COTAS ENCAUZAMIENTO	7.075	2.137	2.137	-0.170	-0.170	-0.170	2.830 2.830 8.283

P.K. 2+040.000

LEYENDA

-  R1: Rellenos granulares
-  R2: Rellenos arcillosos
-  A1: Arcillas limosas
-  A2: Limos arenosos
-  A3: Gravas
-  B: Roca grado V
-  C1: Roca grado II (Lutitas calcáreas)
-  C2: Roca grado II (Roca volcánica indiferenciada)
-  Nivel piezométrico
-  Nivel piezométrico interpretado
-  Hormigón

(PUENTE NACON P.K. 2+080,50)



PLANO DE COMPARACION -6.00

DISTANCIA		-7.50	-6.50	-1.50	-0.00	1.50	3.28	7.50	
COTAS ENCAUZAMIENTO		6.311	2.870	2.870	-0.130	-0.130	-0.130	2.870	2.870 7.056

P.K. 2+080.000

## ANEXOS

- *01.Sondeos mecánicos*



Trabajo: ESTUDIO GEOTECNICO PARA EL PROYECTO DESGLOSADO DE ENCAUZAMIENTO DEL RIO ASUA

Fecha inicio: 15/05/2014

Fecha final: 16/05/2014



Fecha: 23/05/2014

Calle: Poligono Sangroniz

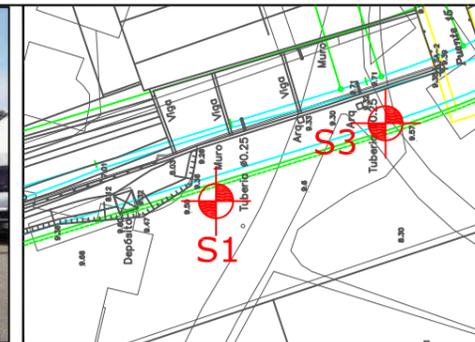
Municipio: ERANDIO

Empresa de sondeos: LURGINTZA ingeniería geológica, S.L

Tipo de sonda: MULTIDRILL ML

Sistema de perforación: ROTACION Ø 86

Supervisor: M.J. HERRERO



X= 505116.6378  
Y= 4793635.5794  
Z= +9.50  
Marco geodésico: ETRS89

SONDEO: S-1

PROFUNDIDAD	NIVEL FREÁTICO	RECUPERACION	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	COLUMINA LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	PERFORACION		ROCA			ESTRUCTURA			MUESTRAS		ENSAYOS LABORATORIO							REGISTRO FOTOGRÁFICO	PROFUNDIDAD FINAL: De 0 a 15 m
						PERFORACION Ø mm	MANIOBRAS	GRADO DE METEORIZACIÓN	FRACTURAS - Nº / 30 cm	RQD %	ESTRATIFICACIÓN	JUNTA PRINCIPAL	JUNTAS	TIPO DE MUESTRA	Nº DE MUESTRA	Nº DE GOLPES / 15 cm. (VALOR N EN SPT)	% FINOS	LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	HUMEDAD %	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3)	COMPRESION SIMPLE EN SUELO Y ROCA MPa		
0.00					De 0,00 a 0,30 Hormigón sin armaduras con coqueras de hasta 8 mm	101																		0.00
0.30					De 0,30 a 1,00 Rellenos de color marrón con gravs y matriz granular.	86																		1.00
1.00					De 1,00 a 1,80 Hormigón sin armaduras																			2.00
1.80					De 1,80 a 5,00 Rellenos formados por gravas y tramos arcillosos en matriz granular de color marrón.																			3.00
5.00					De 5,00a 7,00 Rellenos arcillosos con matriz granular, y gravas sueltas																			4.00
7.00					De 7,00 a 8,40 m de profundidad Gravas de hasta 10 cm de diámetro en matriz arenosa de color marrón.																			5.00
8.40					De 8,40 a 8,90 m de profundidad Roca grado V Arcillas grises se observa la estructura interna de la roca.																			6.00
8.90					De 8,90 a 15,00 m de profundidad Roca grado II, lutitas calcáreas grises, de grano fino con brillo micáceo.																			7.00
12.30																								8.00
12.70																								9.00
13.00																								10.00
14.00																								11.00
15.00																								12.00

<p>NIVEL FREÁTICO</p> <p>▼ Durante el sondeo</p> <p>▼ Final (Corto plazo)</p> <p>▼ Después del sondeo (Largo plazo)</p>		<p>■ MUESTRA ALTERADA - MA</p> <p>■ MUESTRA INALTERADA - MI</p> <p>■ MUESTRA PARAFINADA - MP</p> <p>● MUESTRA DE AGUA - MAG</p> <p>□ LONGITUD DE MANIOBRA Y % DE RECUPERACIÓN DE TESTIGO</p> <p>■ ENSAYO DE PENETRACION STANDARD - SPT</p>		<p>TIPO DE MUESTRAS</p> <p>U TW SPT E PG</p>		<p>Ø EXTERIOR (mm)</p> <p>82.6 62.6 50.8 72 85.0 75.0</p>		<p>Ø INTERIOR (mm)</p> <p>61.1 61.1 35.0 61.1 75.2 63.2</p>	
---	--	--	--	--	--	---	--	---	--











- *02.Ensayos SPT*

# ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO

Cliente: URA  
Obra: Estudio geotécnico para el proyecto desglosado de encauzamiento del río Asua  
Localidad: Sondika

Cliente: URA  
Obra: Estudio geotécnico para el proyecto desglosado de encauzamiento del río Asua  
Localidad: Sondika

## Características Técnico-Instrumentales Sonda: PROVE SPT IN FORO

Ref. Norma	DIN 4094
Peso masa de golpeo	63,5 Kg
Altura de caída libre	0,76 m
Peso sistema de golpeo	4,2 Kg
Diámetro puntaza cónica	50,46 mm
Área de base puntaza	20 cm <sup>2</sup>
Largo del varillaje	1 m
Peso varillaje al metro	7 Kg/m
Profundidad niple primer varillaje	0,80 m
Avance puntaza	0,60 m
Número golpes por puntaza	N(60)
Coefic. correlación	1
Revestimiento/lodos	NO

Signature 1

Signature 2

**ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA**  
**(DYNAMIC PROBING)**  
**DPSH – DPM (... *scept ecc.*)**

**Notas ilustrativas – Diferentes tipologías de penetrómetros dinámicos**

El ensayo penetrométrico dinámico consiste en hincar en el terreno una punta cónica (en trectos consecutivos  $\delta$ ) midiendo el número de golpes N necesarios.

Los ensayos Penetrométricos Dinámicos son muy conocidos e utilizados en el campo por los geólogos y geotécnicos dada su simplicidad ejecutiva, economía y rapidez de ejecución.

Su elaboración, interpretación y visualización gráfica consiente "catalogar y crear parámetros" del suelo atravesándolo con una imagen continua, que permite también hacer una comparación de las durezas de los diferentes niveles atravesados y una correlación directa con sondeos para la determinación estratigráfica.

La sonda penetrométrica permite además reconocer bastante bien el espesor de los mantos del subsuelo, la cota de eventuales niveles freáticos y superficies de rotura sobre los taludes, así como la consistencia del terreno en general.

La utilización de los datos recabados de correlaciones indirectas y haciendo referencia a varios autores, debe de todas formas hacerse con cautela y si es posible, después de experiencias geológicas adquiridas en la zona.

Los elementos característicos del penetrómetro dinámico son los siguientes:

- peso masa de golpeo M
- altura de caída libre H
- punta cónica: diámetro base cono D, área base A (ángulo de apertura  $\alpha$ )
- Avance (penetración)  $\delta$
- presencia o no del revestimiento externo (lodos bentoníticos).

Con referencia a la clasificación ISSMFE (1988) de los diferentes tipos de penetrómetros dinámicos (ver la tabla abajo) se da una primer subdivisión en cuatro clases (con base en el peso M de la masa de golpeo):

- tipo LIVIANO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESADO (DPH)
- tipo SUPERPESADO (DPSH)

Clasificación ISSMFE de los penetrómetros dinámicos:

Tipo	Sigla de referencia	peso de la masa M (Kg)	Prof. Máx. estudio golpeo (m)
Liviano	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesado	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Súper pesado (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

**Correlación con Nspt**

Ya que el ensayo de penetración estándar (SPT) representa hoy en día uno de los medios más conocidos y económicos para adquirir información sobre el subsuelo, la mayor parte de las correlaciones existentes tienen que ver con los valores del número de

---

golpes  $N_{spt}$  obtenido con dicha prueba, por lo tanto se presenta la necesidad de relacionar el número de golpes de un ensayo dinámico con  $N_{spt}$ . El pasaje se da por:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Donde:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{spt}}$$

en donde  $Q$  es la energía específica por golpe y  $Q_{spt}$  es la referida a la prueba SPT.

La energía específica por golpe se calcula como sigue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

donde

$M$  = peso masa de golpeo;

$M'$  = peso varillaje;

$H$  = altura de caída;

$A$  = área base punta cónica;

$\delta$  = intervalo de avance.

### Valuación resistencia dinámica a la punta (Rpd)

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

$Rpd$  = resistencia dinámica punta (área  $A$ )

$e$  = hincas promedio por golpe  $\delta / N$

$M$  = peso masa de golpeo (altura caída  $H$ )

$P$  = peso total varillaje sistema golpeo

### Metodología de Elaboración

Las elaboraciones han sido efectuadas mediante un programa de cálculo automático, Dynamic Probing, de GeoStru Software.

El programa calcula el porcentaje de energías transmitidas (coeficiente de correlación con SPT) con las elaboraciones propuestas por Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permite además utilizar los datos obtenidos de la realización de ensayos de penetración dinámica para extrapolar útiles informaciones geotécnicas y geológicas.

Una vasta experiencia adquirida, unida a una buena interpretación y correlación permiten a menudo obtener datos útiles para el proyecto y frecuentemente datos más verídicos que muchos de los de las bibliografías sobre litologías y datos geotécnicos determinados en las verticales litológicas de pocos ensayos de laboratorio efectuados como representación general de una vertical heterogénea no uniforme y/o compleja.

En particular obtener información sobre:

- El avance vertical y horizontal de los intervalos estratigráficos,
- la caracterización litológica de las unidades estratigráficas,
- los parámetros geotécnicos sugeridos por varios autores en función de los valores del número de golpes y de la resistencia en la punta.

---

## Evaluaciones estadísticas y correlaciones

### Elaboración estadística

Permite la elaboración estadística de los datos numéricos de Dynamic Probing, utilizando en el cálculo valores representativos del estrato considerado un valor inferior o mayor al promedio aritmético del estrato (de por sí el dato mayormente utilizado); los valores posibles son:

#### Promedio

Promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

#### Promedio mínimo

Valor estadístico inferior al promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

#### Máximo

Valor máximo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

#### Mínimo

Valor mínimo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

#### Desviación estándar

Valore estadístico de desviación de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

#### Promedio + s

Promedio + desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

#### Promedio - s

Promedio - desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

### Presión admisible

Presión admisible específica en el íter estrato (con efecto de reducción energía por plegamiento varillaje o no) calculada según las conocidas elaboraciones propuestas por Herminier, aplicando un coeficiente de seguridad (generalmente = 20-22) que corresponde a un coeficiente de seguridad standard de las cimentaciones igual a 4, con una geometría standard de longitud igual a 1 mt. Y empotramiento  $d = 1$  mt.

### Correlaciones geotécnicas terrenos sin cohesión

#### Liquefacción

Permite calcular, utilizando datos  $N_{spt}$ , el potencial de licuefacción de los suelos (predominantemente arenosos).

Con la relación de SHI-MING (1982), aplicable a terrenos arenosos poco finos, la licuefacción resulta posible solamente si  $N_{spt}$  del estrato considerado resulta inferior a  $N_{spt}$  crítico calculado con la elaboración de SHI-MING.

#### Corrección $N_{spt}$ en presencia de nivel freático

$N_{spt}$  correcto =  $15 + 0.5 * (N_{spt} - 15)$

$N_{spt}$  es el valor promedio en el estrato

La corrección se aplica en presencia de nivel freático solo si el número de golpes es mayor que 15 (la corrección se efectúa si todo el estrato está en nivel freático).

#### ángulo de rozamiento interno

- (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956) válida para suelos que no sean blandos en prof. < 5 mt.; correlación válida para arenas y gravas representa valores medios. - Correlación histórica muy usada, válida para prof. < 5 mt. para suelos sobre nivel freático y < 8 mt. para terrenos en nivel freático (tensiones < 8-10 t/mq).
- (Meyerhof 1956) Correlación válida para suelos arcillosos y arcillosos-margosos fracturados, terrenos sueltos mantos fragmentados (en variación experimental de datos).
- (Sowers 1961) Ángulo de rozamiento interno en grados válido para arenas en general (cond. óptimas para prof. < 4 mt. sobre nivel freático y < 7 mt. para terrenos en nivel freático)  $\sigma > 5$  t/mq.

- (De Mello) Correlación válida para suelos predominantemente arenosos y arenosos-gravosos (en variación experimental de datos) con ángulo de rozamiento interno  $< 38^\circ$ .
- (Malcev 1964) Ángulo de rozamiento interno en grados válido para arenas en general (cond. óptimas para prof.  $> 2$  mt. y para valores de ángulo de rozamiento interno  $< 38^\circ$ )
- (Schmertmann 1977) Ángulo de rozamiento interno (grados) para varios tipos litológicos (valores máximos). Nota: valores a menudo demasiado optimistas ya que se deducen de correlaciones indirectas de  $D_r$  %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Ángulo de rozamiento interno en grados válido para arenas - arenas finas o limosas y limos orgánicos (cond. óptimas para prof.  $> 8$  mt. sobre nivel freático y  $> 15$  mt. para terrenos en nivel freático)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY). Ángulo de rozamiento interno válido arenas medias gruesas a gravosas.
- Ángulo de rozamiento interno en grados (Owasaki & Iwasaki) válido para arenas - arenas medias y gruesas-gravosas (cond. óptimas para prof.  $> 8$  mt. sobre nivel freático y  $> 15$  mt. para terrenos en nivel freático)  $s > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlación válida para terrenos por arenas con % de limo  $< 5\%$  a profundidad  $< 5$  mt. y con % de limo  $> 5\%$  a profundidad  $< 3$  mt.
- Mitchell y Katti (1965) - Correlación válida para arenas y gravas.

#### **Densidad relativa ( %)**

- Gibbs & Holtz (1957) correlación válida para cualquier presión eficaz, para gravas  $D_r$  se sobre estima, para limos es subestimado.
- (Skempton 1986) elaboración válida para limos y arenas y arenas de finas a gruesas NC en cualquier presión eficaz, para gravas el valor de  $D_r$  % se sobreestima, para limos se subestima.
- Meyerhof (1957).
- (Schultze & Menzenbach 1961) para arenas finas y gravosas NC, método válido para cualquier valor de presión eficaz en depósitos NC, para gravas el valor de  $D_r$  % se sobreestima, para limos es subestimado.

#### **Modulo De Young (Ey)**

- Terzaghi- elaboración válida para arena limpia y arena con grava sin considerar la presión eficaz.
- Schmertmann (1978), correlación válida para varios tipos litológicos.
- Schultze-menzenbach, correlación válida para varios tipos litológicos.
- D'Appollonia y otros (1970), correlación válida para arena, arena SC, arena NC y grava
- Bowles (1982), correlación válida para arena arcillosa, arena limosa, limo arenoso, arena media, arena y grava.

#### **Modulo Edométrico**

- Begemann (1974) elaboración derivada de experiencias en Grecia, correlación valida para limo con arena, arena y grava.
- Buisman-sanglerat, correlación valida para arena y arena arcillosa.
- Farrent (1963) valida para arenas, algunas veces para arenas con grava (en variación experimental de datos).
- Menzenbach y Malcev valida para arenas finas, arena gravosa y arena y grava.

#### **Estado de consistencia**

- Clasificación A.G.I. 1977

#### **Peso Específico Gama**

- Meyerhof y otros, válida para arenas, gravas, limos, limo arenoso.

#### **Peso Específico saturado**

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlación valida para específico del material igual a cerca  $G = 2,65$  t/mc) y para peso específico seco variable de 1,33 ( $N_{spt}=0$ ) a 1,99 ( $N_{spt}=95$ )

#### **Modulo de poisson**

- Clasificación A.G.I.

#### **Potencial de licuefacción (Stress Ratio)**

- Seed-Idriss 1978-1981. Tal correlación es valida solamente para arenas, gravas y limos arenosos, representa la relación entre el esfuerzo dinámico promedio Tau y la tensión vertical de consolidación para la valuación del potencial de licuefacción de las arenas y suelos areno-gravosos con gráficos de los autores.

#### **Velocidad ondas transversales $V_s$ (m/sec)**

- Tal correlación es válida solamente para suelos sin cohesión arenosos y gravosos.

#### **Modulo de deformación de corte (G)**

- Ohsaki & Iwasaki – elaboración válida para arenas con finos plásticos y arenas limpias.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaboración válida sobretodo para arenas y para tensiones litostáticas comprendidas entre 0,5 - 4,0 kg/cmq.

#### **Modulo de reacción (Ko)**

- Navfac 1971-1982 - elaboración válida para arenas, gravas, limos, limos arenosos.

#### **Resistencia a la punta del Penetrómetro Estático (Qc)**

- Robertson 1983 Qc

### **Correlaciones geotecnicas terrenos cohesivos**

#### **Cohesión no drenada**

- Benassi & Vannelli- correlaciones provenientes de experiencias de la empresa constructora Penetrometri SUNDA 1983
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlación valida para arcillas arenosas –orgánicas NC con Nspt <8, arcillas limosas-orgánicas medianamente plásticas, arcillas margosas alteradas-fracturadas.
- Terzaghi-Peck (1948). *Cu mín.-máx.*
- Sanglerat, de datos Penetr. Estático para suelos cohesivos saturados, tal correlación no es válida para arcillas sensitivas con sensibilidad >5, para arcillas sobre consolidadas fracturadas y para limos de baja plasticidad.
- Sanglerat, (para arcillas limo-arenosas con poca cohesión), valores válidos para resistencias penetrométricas < 10 golpes. Para resistencias penetrométricas > 10 la elaboración válida es siempre la de las "arcillas plásticas " de Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Cohesión sin drenaje Cu (Kg/cmq) para arcillas limosas y arcillas de baja, media y alta plasticidad, (Cu-Nspt-grado de plasticidad).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valores medios), válida para arcillas y limos arcillosos con Nc=20 y Qc/Nspt=2
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valores mínimos), valida para arcillas NC.
- Fletcher 1965 - (Arcilla de Chicago) Cohesión sin drenaje Cu (Kg/cmq), columna valores válidos para arcillas de media-baja plasticidad
- Houston (1960) - arcilla de media-alta plasticidad.
- Shioi-Fukuni 1982, valida para suelos poco cohesivos y plásticos, arcilla de media-alta plasticidad.
- Begemann.
- De Beer.

#### **Resistencia a la punta del Penetrómetro Estático (Qc)**

- Robertson 1983 Qc

#### **Modulo Edométrico-Confinado (Mo)**

- Stroud e Butler (1975) - para litotipos de media plasticidad, válida para litotipos arcillosos de media-medio-alta plasticidad - de experiencias con arcillas glaciales.
- Stroud e Butler (1975), para litotipos de media-baja plasticidad (IP< 20), válida para litotipos arcillosos de media-baja plasticidad (IP< 20) - de experiencias con arcillas glaciales.
- Vesic (1970) correlación válida para arcillas blandas (valores mínimos y máximos).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinado -Mo (Eed) (Kg/cmq)-, válida para litotipos arcillosos y limosos-arcillosos (relación Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida para arcillas compactas ( Nspt <30) medias y blandas ( Nspt <4) y arcillas arenosas (Nspt=6-12).

#### **Modulo De Young (Eγ)**

- Schultze-Menzenbach - (Mín. e Máx.), correlación válida para limos coherentes y limos arcillosos con I.P. >15
- D'Appollonia y otros (1983) - correlación válida para arcillas saturadas-arcillas fracturadas.

#### **Estado de consistencia**

- 
- Clasificación A.G.I. 1977

***Peso Específico Gama***

- Meyerhof y otros, valida para arcillas, arcillas arenosas y limosas predominantemente con cohesión.

***Peso Específico saturado***

- Correlación Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida para condiciones específicas: peso específico del material igual a cerca  $G=2,70$  (t/mc) y para índices de vacío variables da 1,833 (Nspt=0) a 0,545 (Nspt=28)

ENSAYO...S1

Equipo utilizado...  
 Ensayo realizado el  
 No se encontró NF

PROVE SPT IN FORO  
 09/07/2014

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes
3,15	8
3,30	5
3,45	4
5,15	4
5,30	5
5,45	4
7,75	4
7,90	10
8,05	10

**ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO S1**

Estrato	Prof . (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m³)	Peso específico saturado Saturado (t/m³)	Ángulo de resistencia al corte (°)	Módulo Edométrico (Kg/cm²)	Módulo Elástico (Kg/cm²)	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Kg/cm²)	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Relleno	3,5	9,00	Sin cohesión	1,70	1,91	29,57	45,95	72,00	0,34	512,74	111,15
[2] - Relleno	5,5	9,00	Sin cohesión	1,70	1,91	29,57	45,95	72,00	0,34	512,74	133,46
[3] - Gravas	8,1	20,00	Sin cohesión	1,94	1,96	32	63,41	140,00	0,32	958,01	162,26

ENSAYO...S2

Equipo utilizado...  
 Ensayo realizado el  
 No se encontró NF

PROVE SPT IN FORO  
 09/07/2014

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes
1,15	5
1,30	16
1,45	33
7,15	1
7,30	2
7,45	1

**ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO S2**

Estrato	Prof . (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m³)	Peso específico saturado Saturado (t/m³)	Ángulo de resistencia al corte (°)	Cohesión no drenada (Kg/cm²)	Módulo Edométrico (Kg/cm²)	Módulo Elástico (Kg/cm²)	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Kg/cm²)	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Relleno	1,5	49,00	Sin cohesión	2,23	2,50	41	--	128,11	392,00	0,26	2521,72	126,06
[2] - Limos	7,5	3,00	Cohesivo	1,63	1,86	--	0,19	37,50	30,00	--	--	110,36

ENSAYO...S3

Equipo utilizado...  
 Ensayo realizado el  
 No se encontró NF

PROVE SPT IN FORO  
 09/07/2014

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes
4,90	3
5,05	3
5,20	4
7,75	8
7,90	11
8,05	7

**ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO S3**

Estrato	Prof (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m³)	Peso específico saturado (t/m³)	Ángulo de resistencia al corte (°)	Módulo Edométrico (Kg/cm²)	Módulo Elástico (Kg/cm²)	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Kg/cm²)	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Limos	5,2	7,00	Cohesivo	1,86	1,90	--	87,50	70,00	--	--	115,19
[2] - gravas	8,1	18,00	Sin cohesión	1,92	1,96	31,71	61,36	132,00	0,32	906,46	160,04

ENSAYO...S4

Equipo utilizado...  
 Ensayo realizado el  
 No se encontró NF

PROVE SPT IN FORO  
 09/07/2014

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes
1,15	3
1,30	2
1,45	4
6,75	2
6,90	4
7,05	3
8,65	2
8,80	2
8,95	3

**ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO S4**

Estrato	Prof (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m³)	Peso específico saturado (t/m³)	Ángulo de resistencia al corte (°)	Cohesión no drenada (Kg/cm²)	Módulo Edométrico (Kg/cm²)	Módulo Elástico (Kg/cm²)	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Kg/cm²)	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Rellenos	1,5	6,00	Sin cohesión	1,58	1,89	28,71	--	39,79	48,00	0,34	350,25	87,66
[2] - Limos	7,1	7,00	Cohesivo	1,86	1,90	--	0,44	87,50	70,00	--	--	126,65
[3] - Gravas	9,0	5,00	Sin cohesión	1,54	1,89	28,43	--	37,73	40,00	0,34	295,08	135

ENSAYO...S5

Equipo utilizado...  
 Ensayo realizado el  
 No se encontró NF

PROVE SPT IN FORO  
 09/07/2014

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes
1,75	1
1,90	2
2,05	2
4,75	1
4,90	1
5,05	1
6,65	3
6,80	5
6,95	7

**ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO S5**

Estrato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m³)	Peso específico saturado (t/m³)	Ángulo de resistencia al corte (°)	Cohesión no drenada (Kg/cm²)	Módulo Edométrico (Kg/cm²)	Módulo Elástico (Kg/cm²)	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Kg/cm²)	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Arcillas limosas	2,1	4,00	Cohesivo	1,70	1,87	--	0,25	50,00	40,00	--	--	87,37
[2] - Limos	5,1	2,00	Cohesivo	1,56	1,85	--	0,13	25,00	20,00	--	--	98,49
[3] - Gravas	7,0	12,00	Sin cohesión	1,79	1,93	30,43	--	52,11	96,00	0,33	671,96	148,59

ENSAYO...S6

Equipo utilizado...  
 Ensayo realizado el  
 No se encontró NF

PROVE SPT IN FORO  
 09/07/2014

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes
1,75	2
1,90	3
2,05	2
6,65	6
6,80	5
6,95	3

**ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO S6**

Estrato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso específico (t/m³)	Peso específico saturado (t/m³)	Ángulo de resistencia al corte (°)	Módulo Edométrico (Kg/cm²)	Módulo Elástico (Kg/cm²)	Módulo Poisson	Módulo de corte G (Kg/cm²)	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Relleno	2,1	5,00	Sin cohesión	1,54	1,89	28,43	37,73	40,00	0,34	295,08	90,81
[2] - Gravas	7,0	8,00	Sin cohesión	1,66	1,91	29,29	43,90	64,00	0,34	459,01	131,05

- *3. Ensayos de laboratorio*



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2637	371	15636	AG.2014/21	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, (5,54 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 26/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Análisis químico de aguas para determinar su agresividad hacia el hormigón, realizando los ensayos según normas UNE 83,952, UNE-EN 13,577, UNE 83,954, UNE 83,955, UNE 83,956 y UNE 83,957. Clasificación del conjunto según EHE-08.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2637	371	15636	AG.2014/21	02/06/2014

LAC-R-04-06

AGRESIVIDAD DE UN AGUA HACIA EL HORMIGÓN. Según EHE-08 y Normas UNE		
VALOR DEL pH (UNE 83,952)		
pH		<b>7,19</b>
CO <sub>2</sub> AGRESIVO (UNE-EN 13,577)		
CO <sub>2</sub> agresivo	mg/l	<b>12</b>
IÓN AMONIO (UNE 83,954)		
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	<b>Exento</b>
IÓN MAGNESIO (UNE 83,955)		
Mg <sup>2+</sup>	mg/l	<b>3</b>
IÓN SULFATO (UNE 83,956)		
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	<b>148</b>
RESIDUO SECO (UNE 83,957)		
Residuo seco	mg/l	<b>284</b>

EVALUACIÓN DEL CONJUNTO	
Grado de agresividad	<b>NO AGRESIVO</b>

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2631	365	15658	S .2014/382	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, MI-1 (De 7,00 m a 7,60 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 15/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2631	365	15658	S .2014/382	02/06/2014

LAC-R-04-06

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro.	cm	7,1
Altura.	cm	14,2
Superficie.	cm <sup>2</sup>	39,6
Volumen.	cm <sup>3</sup>	562,3
Peso húmedo.	g	1166,3
Humedad.	%	38,8
Densidad húmeda.	g/cm <sup>3</sup>	2,074
Densidad seca.	g/cm <sup>3</sup>	1,494
RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga	Kg	29,00
Resistencia a la Compresión Simple.	Kg/cm <sup>2</sup>	<b>0,73</b>
Resistencia a la Compresión Simple.	KPa	<b>72</b>
Deformación en Rotura.	%	<b>15,0</b>

**Observaciones:** 1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.07 KPa.

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2626	360	15650	S .2014/374	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-1, TP-1 (De 12,30 m a 12,60 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 16/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca (incluido tallado) según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.**

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2626	360	15650	S .2014/374	02/06/2014

LAC-R-04-06

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	<b>S-1, TP-1 (De 12,30 m a 12,60 m)</b>
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm 70,7
Altura	mm 208
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura	N 100244
Resistencia a compresión uniaxial	MPa <b>25,5</b>
Desviaciones respecto a la Norma	No

**Observaciones:** 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10.2 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2633	367	15656	S .2014/380	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-2, MI-1 (De 6,40 m a 7,00 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 14/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.  
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94  
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE 103,300:93  
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.  
Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008.  
Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

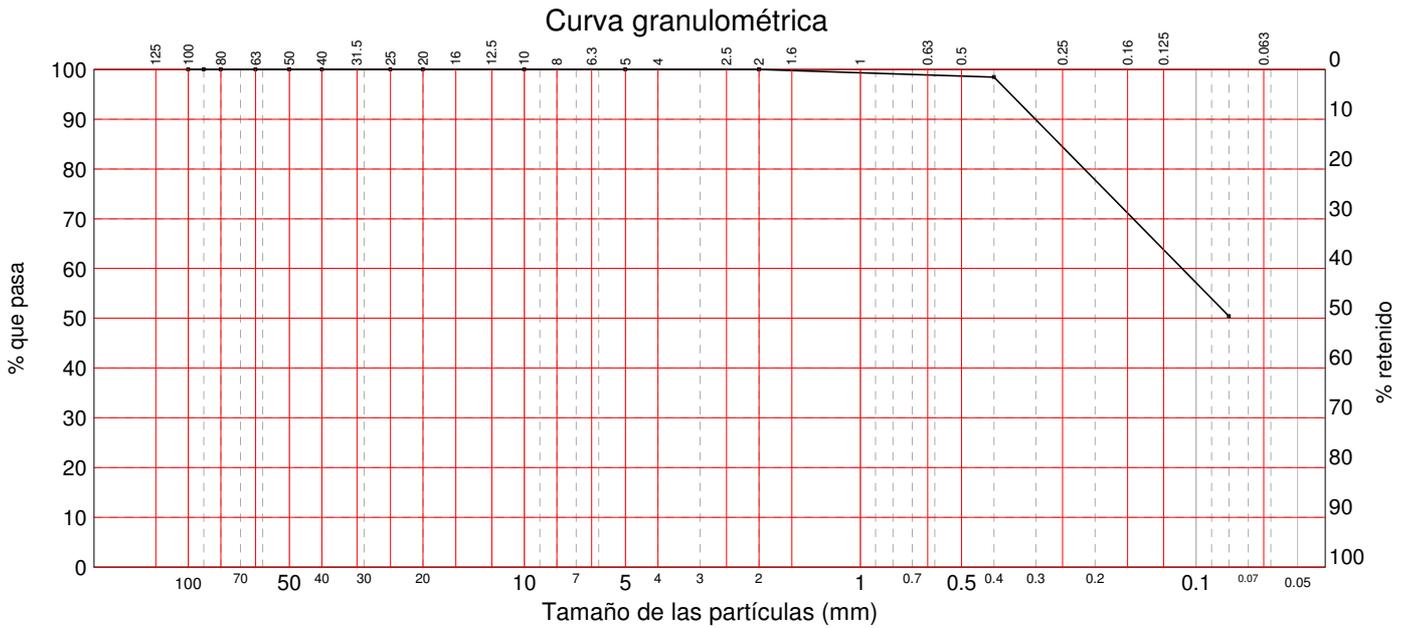
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2633	367	15656	S .2014/380	02/06/2014

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95													
Tamiz (mm)	100	90	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	50,4



LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	-----
Límite plástico	-----
Índice de plasticidad	<b>No plástico</b>

HUMEDAD	
SEGÚN UNE 103,300 :93	
Humedad (%)	<b>33,9</b>

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	<b>1,945</b>
Humedad	%	33,9
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	<b>1,453</b>

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2633	367	15656	S .2014/380	02/06/2014

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008		
ACIDEZ BAUMANN - GULLY		
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg	<b>51</b>
IÓN SULFATO		
Contenido en ión sulfato	mg/Kg	<b>244</b>
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO		
Grado de agresividad		<b>NO AGRESIVO</b>

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro.	cm	7,2
Altura.	cm	15,9
Superficie.	cm <sup>2</sup>	40,7
Volumen.	cm <sup>3</sup>	647,1
Peso húmedo.	g	1294,2
Humedad.	%	33,9
Densidad húmeda.	g/cm <sup>3</sup>	2,000
Densidad seca.	g/cm <sup>3</sup>	1,494
RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga	Kg	12,00
Resistencia a la Compresión Simple.	Kg/cm <sup>2</sup>	<b>0,29</b>
Resistencia a la Compresión Simple.	KPa	<b>28</b>
Deformación en Rotura.	%	<b>15,0</b>

Observaciones: 1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.07 KPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2632	366	15649	S .2014/373	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-2, TP-1 (De 9,55 m a 10,00 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 15/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca (incluido tallado) según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2632	366	15649	S .2014/373	02/06/2014

LAC-R-04-06

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	<b>S-2, TP-1 (De 9,55 m a 10,00 m)</b>
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro mm	71,2
Altura mm	208
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura N	40905
Resistencia a compresión uniaxial MPa	<b>10,3</b>
Desviaciones respecto a la Norma	No

**Observaciones:** 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10.2 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2636	370	15659	S .2014/383	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-3, MI-1 (De 7,00 m a 7,60 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 19/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2636	370	15659	S .2014/383	02/06/2014

LAC-R-04-06

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro.	cm	7,1
Altura.	cm	14,9
Superficie.	cm <sup>2</sup>	39,6
Volumen.	cm <sup>3</sup>	590,0
Peso húmedo.	g	1187,3
Humedad.	%	20,3
Densidad húmeda.	g/cm <sup>3</sup>	2,012
Densidad seca.	g/cm <sup>3</sup>	1,673
RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga	Kg	27,00
Resistencia a la Compresión Simple.	Kg/cm <sup>2</sup>	<b>0,68</b>
Resistencia a la Compresión Simple.	KPa	<b>67</b>
Deformación en Rotura.	%	<b>15,0</b>

**Observaciones:** 1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.07 KPa.

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2630	364	15648	S .2014/372	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-3, TP-1 (De 10,00 m a 10,30 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 19/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca (incluido tallado) según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.**

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2630	364	15648	S .2014/372	02/06/2014

LAC-R-04-06

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	<b>S-3, TP-1 (De 10,00 m a 10,30 m)</b>
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm 71,4
Altura	mm 210
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura	N 46462
Resistencia a compresión uniaxial	MPa <b>11,6</b>
Desviaciones respecto a la Norma	No

**Observaciones:** 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10.2 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2638	372	15637	AG.2014/22	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-4, (5,36 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 26/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Análisis químico de aguas para determinar su agresividad hacia el hormigón, realizando los ensayos según normas UNE 83,952, UNE-EN 13,577, UNE 83,954, UNE 83,955, UNE 83,956 y UNE 83,957. Clasificación del conjunto según EHE-08.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2638	372	15637	AG.2014/22	02/06/2014

LAC-R-04-06

AGRESIVIDAD DE UN AGUA HACIA EL HORMIGÓN. Según EHE-08 y Normas UNE		
VALOR DEL pH (UNE 83,952)		
pH		<b>7,29</b>
CO <sub>2</sub> AGRESIVO (UNE-EN 13,577)		
CO <sub>2</sub> agresivo	mg/l	<b>12</b>
IÓN AMONIO (UNE 83,954)		
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	<b>Exento</b>
IÓN MAGNESIO (UNE 83,955)		
Mg <sup>2+</sup>	mg/l	<b>2</b>
IÓN SULFATO (UNE 83,956)		
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	<b>183</b>
RESIDUO SECO (UNE 83,957)		
Residuo seco	mg/l	<b>352</b>

EVALUACIÓN DEL CONJUNTO	
Grado de agresividad	<b>NO AGRESIVO</b>

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2624	358	15654	S .2014/378	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-4, MI-1 (De 6,00 m a 6,60 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 13/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.  
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94  
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE 103,300:93  
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.  
Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.  
Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico , S.A.L

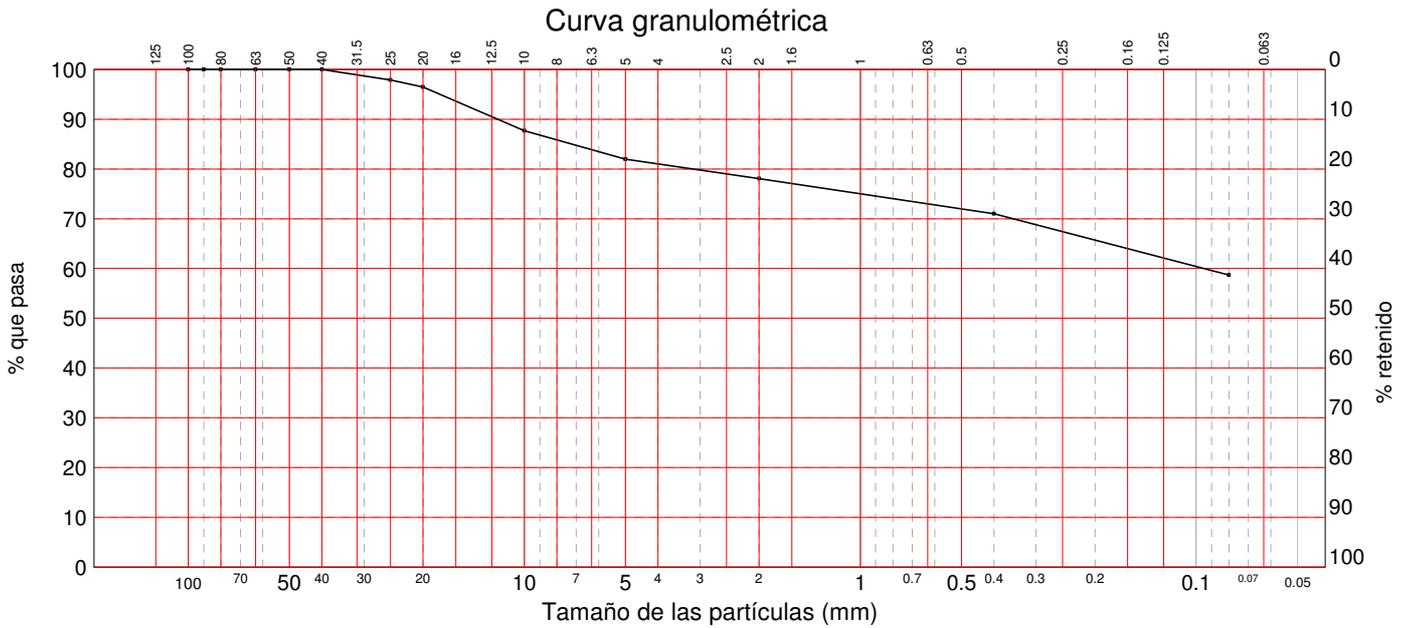
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2624	358	15654	S .2014/378	02/06/2014

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95													
Tamiz (mm)	100	90	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	98	96	88	82	78	71	58,7



LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	39,1
Límite plástico	27,6
Índice de plasticidad	11,5

HUMEDAD	
SEGÚN UNE 103,300 :93	
Humedad (%)	32,6

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1,942
Humedad	%	32,6
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1,465

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2624	358	15654	S .2014/378	02/06/2014

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro.	cm	7,1
Altura.	cm	16,0
Superficie.	cm <sup>2</sup>	39,6
Volumen.	cm <sup>3</sup>	633,6
Peso húmedo.	g	1217,9
Humedad.	%	32,6
Densidad húmeda.	g/cm <sup>3</sup>	1,922
Densidad seca.	g/cm <sup>3</sup>	1,450
RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga	Kg	16,00
Resistencia a la Compresión Simple.	Kg/cm <sup>2</sup>	<b>0,40</b>
Resistencia a la Compresión Simple.	KPa	<b>39</b>
Deformación en Rotura.	%	<b>4,4</b>

Observaciones: 1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.07 KPa.

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008		
ACIDEZ BAUMANN - GULLY		
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg	<b>39</b>
IÓN SULFATO		
Contenido en ión sulfato	mg/Kg	<b>70</b>
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO		
Grado de agresividad		<b>NO AGRESIVO</b>

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2629	363	15647	S .2014/371	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-4, TP-1 (De 13,05 m a 13,40 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 14/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca (incluido tallado) según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2629	363	15647	S .2014/371	02/06/2014

LAC-R-04-06

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	<b>S-4, TP-1 (De 13,05 m a 13,40 m)</b>
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm 71,2
Altura	mm 204
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura	N 52998
Resistencia a compresión uniaxial	MPa <b>13,3</b>
Desviaciones respecto a la Norma	No

**Observaciones:** 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10.2 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2639	373	15638	AG.2014/20	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-5, (3,43 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 26/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Análisis químico de aguas para determinar su agresividad hacia el hormigón, realizando los ensayos según normas UNE 83,952, UNE-EN 13,577, UNE 83,954, UNE 83,955, UNE 83,956 y UNE 83,957. Clasificación del conjunto según EHE-08.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2639	373	15638	AG.2014/20	02/06/2014

LAC-R-04-06

AGRESIVIDAD DE UN AGUA HACIA EL HORMIGÓN. Según EHE-08 y Normas UNE		
VALOR DEL pH (UNE 83,952)		
pH		<b>6,78</b>
CO <sub>2</sub> AGRESIVO (UNE-EN 13,577)		
CO <sub>2</sub> agresivo	mg/l	<b>55</b>
IÓN AMONIO (UNE 83,954)		
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	<b>Exento</b>
IÓN MAGNESIO (UNE 83,955)		
Mg <sup>2+</sup>	mg/l	<b>6</b>
IÓN SULFATO (UNE 83,956)		
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	<b>133</b>
RESIDUO SECO (UNE 83,957)		
Residuo seco	mg/l	<b>297</b>

EVALUACIÓN DEL CONJUNTO	
Grado de agresividad	<b>MEDIO</b>

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2635	369	15657	S .2014/381	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-5, MI-1 (De 1,00 m a 1,60 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 08/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.  
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94,  
103-104-94  
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE 103,300:93  
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática,  
según norma UNE 103,301:1994.  
Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

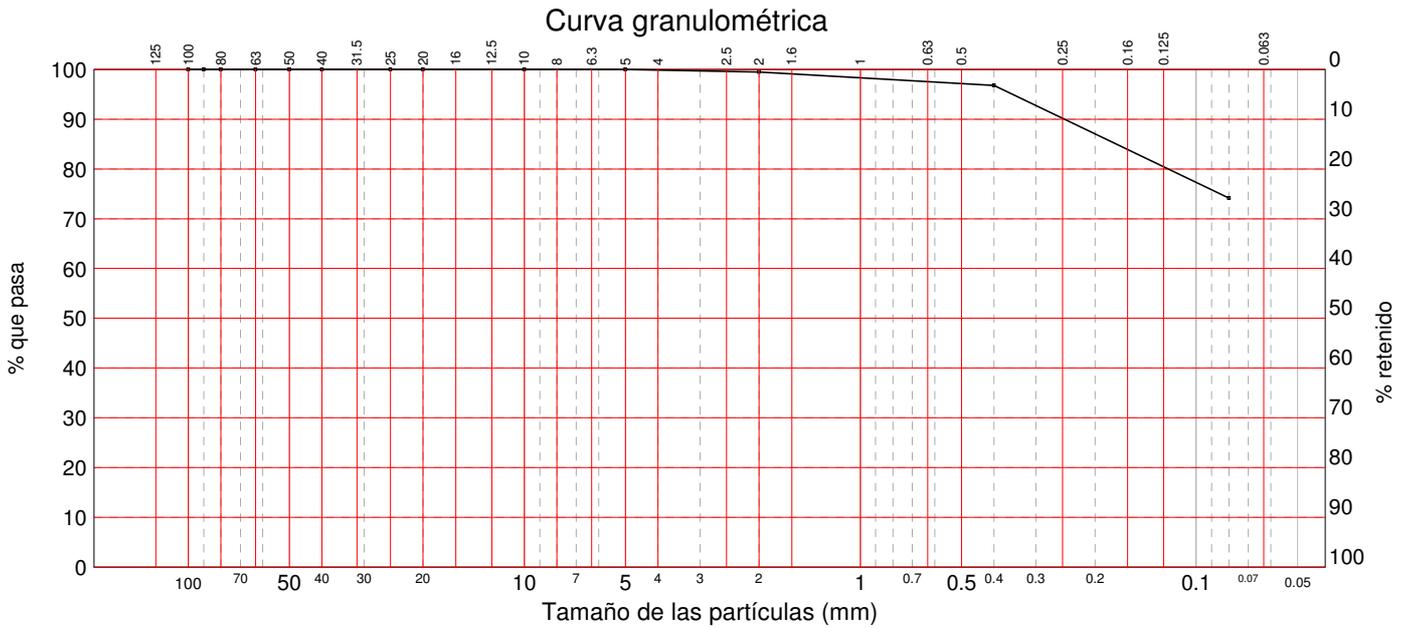
De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2635	369	15657	S .2014/381	02/06/2014

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95													
Tamiz (mm)	100	90	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	97	74,1



LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	26,0
Límite plástico	19,9
Índice de plasticidad	6,1

HUMEDAD	
SEGÚN UNE 103,300 :93	
Humedad (%)	20,7

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2,029
Humedad	%	20,7
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1,681

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2635	369	15657	S .2014/381	02/06/2014

LAC-R-04-06

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro.	cm	7,1
Altura.	cm	17,7
Superficie.	cm <sup>2</sup>	39,6
Volumen.	cm <sup>3</sup>	700,9
Peso húmedo.	g	1435,4
Humedad.	%	20,7
Densidad húmeda.	g/cm <sup>3</sup>	2,048
Densidad seca.	g/cm <sup>3</sup>	1,697
RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga	Kg	61,00
Resistencia a la Compresión Simple.	Kg/cm <sup>2</sup>	<b>1,54</b>
Resistencia a la Compresión Simple.	KPa	<b>151</b>
Deformación en Rotura.	%	<b>6,8</b>

**Observaciones:** 1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.07 KPa.

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2634	368	15655	S .2014/379	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-5, MI-2 (De 4,00 m a 4,60 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 08/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Análisis granulométrico por tamizado en suelos s/UNE 103-101-95.  
Determinación de los límites de Atterberg, según Normas UNE 103-103-94, 103-104-94  
Determinación del contenido de humedad natural, según UNE 103,300:93  
Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática, según norma UNE 103,301:1994.  
Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.

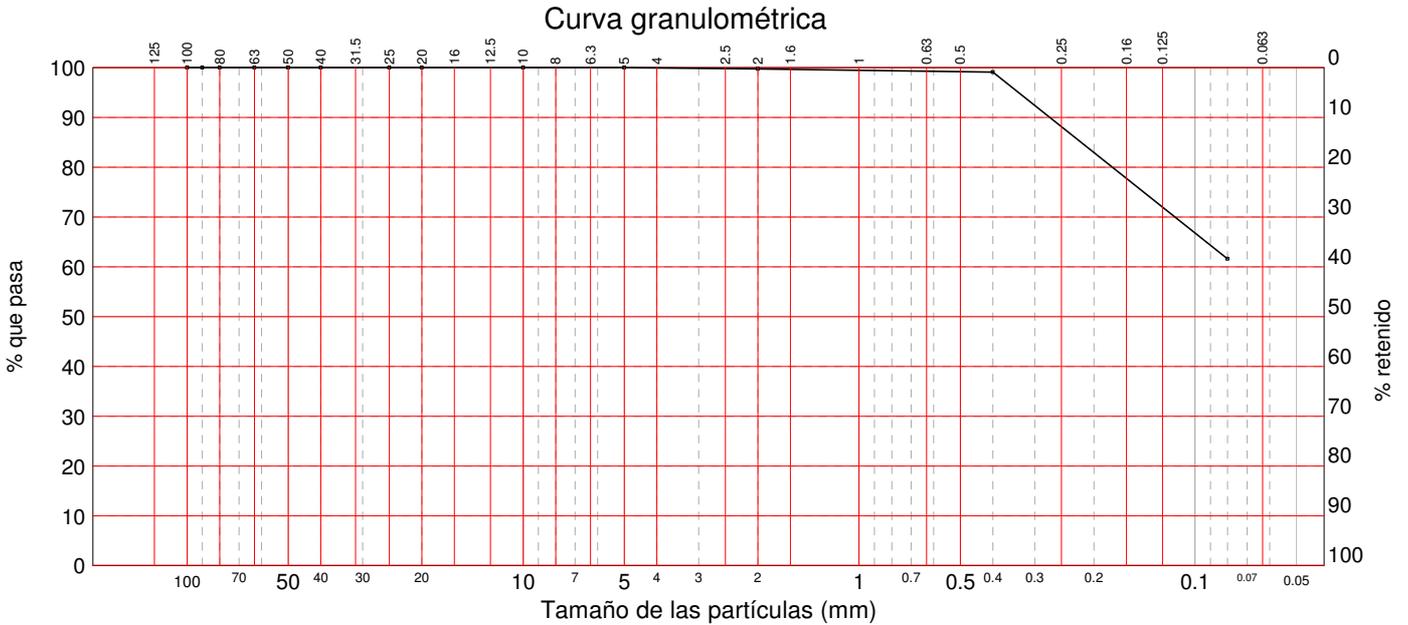


Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2634	368	15655	S .2014/379	02/06/2014

LAC-R-04-06

Ident-Granulom. tamiz. suelos S/UNE 103,101/95

Tamiz (mm)	100	90	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
Pasa (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	61,6



LÍMITES DE ATTERBERG	
SEGÚN UNE 103,103/94-UNE103,104/93	
Límite líquido	-----
Límite plástico	-----
Índice de plasticidad	<b>No plástico</b>

HUMEDAD	
SEGÚN UNE 103,300 :93	
Humedad (%)	<b>25,8</b>

DENSIDAD DE UN SUELO. Según UNE 103,301:1994.		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	<b>2,045</b>
Humedad	%	25,8
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	<b>1,626</b>

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA



Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO



Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2634	368	15655	S .2014/379	02/06/2014

LAC-R-04-06

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro.	cm	7,0
Altura.	cm	15,2
Superficie.	cm <sup>2</sup>	38,5
Volumen.	cm <sup>3</sup>	585,2
Peso húmedo.	g	1100,2
Humedad.	%	25,8
Densidad húmeda.	g/cm <sup>3</sup>	1,880
Densidad seca.	g/cm <sup>3</sup>	1,495
RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga	Kg	8,00
Resistencia a la Compresión Simple.	Kg/cm <sup>2</sup>	<b>0,21</b>
Resistencia a la Compresión Simple.	KPa	<b>21</b>
Deformación en Rotura.	%	<b>15,0</b>

Observaciones: 1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.07 KPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2628	362	15652	S .2014/376	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-5, TP-1 (De 10,30 m a 10,52 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 08/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca (incluido tallado) según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2628	362	15652	S .2014/376	02/06/2014

LAC-R-04-06

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	<b>S-5, TP-1 (De 10,30 m a 10,52 m)</b>
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm 71,4
Altura	mm 191
Forma de rotura	Según eje de carga
Carga de rotura	N 91914
Resistencia a compresión uniaxial	MPa <b>23,0</b>
Desviaciones respecto a la Norma	No

**Observaciones:** 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10.2 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.

CL "A" .Parcela 3, Nave 1  
33428.Llanera(Asturias)  
laboratorio@lacotec.es  
T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2625	359	15653	S .2014/377	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296

450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-6, MI-1 (De 1,00 m a 1,60 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 09/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Determinación de la agresividad de un suelo hacia el hormigón según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008.

Ensayo de compresión simple en suelos, según Norma UNE 103,400:1993.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2625	359	15653	S .2014/377	02/06/2014

AGRESIVIDAD DE UN SUELO AL HORMIGÓN Según UNE 83,962, UNE 83,963 y EHE 2008		
ACIDEZ BAUMANN - GULLY		
Grado de acidez Baumann - Gully	ml/Kg	<b>45</b>
IÓN SULFATO		
Contenido en ión sulfato	mg/Kg	<b>147</b>
EVALUACIÓN DEL CONJUNTO		
Grado de agresividad		<b>NO AGRESIVO</b>

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELO, Según UNE 103,400:1993.		
DATOS INICIALES DE LA PROBETA		
Diámetro.	cm	7,1
Altura.	cm	15,1
Superficie.	cm <sup>2</sup>	39,6
Volumen.	cm <sup>3</sup>	598,0
Peso húmedo.	g	1076,5
Humedad.	%	24,8
Densidad húmeda.	g/cm <sup>3</sup>	1,800
Densidad seca.	g/cm <sup>3</sup>	1,442
RESULTADOS DEL ENSAYO		
Carga	Kg	17,00
Resistencia a la Compresión Simple.	Kg/cm <sup>2</sup>	<b>0,43</b>
Resistencia a la Compresión Simple.	KPa	<b>42</b>
Deformación en Rotura.	%	<b>4,3</b>

Observaciones: 1 Kg/cm<sup>2</sup> = 98.07 KPa.

OBSERVACIONES:

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2627	361	15651	S .2014/375	02/06/2014

## ACTA DE RESULTADOS

**CLIENTE / OBRA:** 450 / 100296450: Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L., C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha, 48008-Bilbao, Bizkaia  
ESB48646558

Ensayos varios de geotecnia

**DESTINATARIO**

LAC-R-04-06

Lurgintza Ingeniería Geológica, S.L.  
C/. Euskalduna 5 exterior 1º derecha  
48008-Bilbao  
Bizkaia

### DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE MUESTRA: S-6, TP-1 (De 9,00 m a 9,20 m)

PROCEDENCIA: GTC 14010 - OT1. Asua

FECHA DE MUESTREO: 12/05/2014

### ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de compresión uniaxial en roca (incluido tallado) según UNE 22950-1:1990.

Los ensayos comprendidos en este informe se han realizado según la normativa correspondiente y a nuestro leal saber y entender, directamente sobre los materiales ensayados y/o sobre las muestras tomadas 'in situ' o remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y la aplicación de los procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial o total está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento previo de Laboratorio Asturiano de Control Técnico, S.A.L.

De conformidad con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos personales facilitados por usted en el presente formulario, serán incorporados a un fichero titularidad de LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) cuya finalidad es el mantenimiento, gestión y prestación de los servicios solicitados a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC), así como el mantenimiento de comunicaciones de carácter informativo. Por último, se le informa de que le asisten los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, que podrá ejercitar mediante petición escrita gratuita dirigida a LABORATORIO ASTURIANO DE CONTROL TECNICO S.A.L. (LACOTEC) POLIGONO DE ASIPO, PARCELA Nº 3, NAVE 1 CAYES - LLANERA - 33428 (ASTURIAS), a la atención del Responsable del Tratamiento.



**LABORATORIO AST. DE CONTROL TECNICO, S.A.L.**

CL "A" .Parcela 3, Nave 1

33428.Llanera(Asturias)

laboratorio@lacotec.es

T.985,26,63,75 / F. 985,73,35,35



Nº ACTA	ACTA DE OBRA Nº	Nº ALBARAN	Nº REGISTRO	FECHA DE ACTA
2014/2627	361	15651	S .2014/375	02/06/2014

LAC-R-04-06

COMPRESIÓN UNIAXIAL EN ROCA Según norma UNE 22-950-90 Parte 1.	
Localización	<b>S-6, TP-1 (De 9,00 m a 9,20 m)</b>
Orientación del eje de carga.	Aspecto masivo
Número de probetas ensayadas	1 (testigo de sondeo facilitado por el cliente)
Diámetro	mm 71,3
Altura	mm 181
Forma de rotura	Plano inclinado
Carga de rotura	N 23510
Resistencia a compresión uniaxial	MPa <b>5,9</b>
Desviaciones respecto a la Norma	No

**Observaciones:** 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup> = 10.2 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

RESP. TÉCNICO DE ÀREA

Raúl Alonso Fernández  
Geólogo

Vº Bº DTOR DEL LABORATORIO

Laudelino Orviz González  
Ingeniero T. Industrial

- *4. Calculo de pilotes*

**Guía de cimentaciones en obra de carreteras /Pag. 141/Capitulo 5,10,1. Pilotes empotrados roca.**

Puente Nacon	Sondeo	Muestra	Meteor.	Espac. S(m)	R.Q.D	q <sub>u</sub> (MPa)	α <sub>1</sub>	α <sub>2</sub>	α <sub>3</sub>	P <sub>adm</sub> (MPa)
Derecha	SM-2	TP(79,55-10,00)	II	0,60	100	10,3	0,60	0,70	0,77	1,04
Izquierda	SM-3	TP(10,0-10,3)	II	0,40	90	5,9	0,60	0,70	0,63	0,65
<b>Media</b>										<b>0,84</b>

Espac. S(m)	α <sub>3</sub> a √S(m)/1m	RQD	RQD/100	α <sub>3</sub> b √RQD/100
0,60	0,77	100	1	1,00
0,40	0,63	90	0,9	0,95

$$P_{y_{adm}} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \frac{q_u}{P_o}$$

α <sub>2</sub>	Roca
1,00	G-I
0,70	G-II
0,50	G-III

**α<sub>1</sub>=0,6** - Rocas sedimentarias y algunas metamórficas: Calizas margosas, argilitas, limolitas, areniscas y conglomerados

P<sub>o</sub>=1MPa

Pilotes de 800 mm ø  
Empotramiento 3D

$$q_p = 2 \cdot P_{v adm} \cdot d_f$$

2	P <sub>v adm</sub>	d <sub>f</sub>	q <sub>p</sub> (Mpa)/FS	q <sub>p</sub> (tm/m <sup>2</sup> )
2	0,84	2	1,13	114,84

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

A <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	q <sub>p</sub> (tm/m <sup>2</sup> )	Q <sub>p</sub> (tn)
0,50	114,84	<b>57,72</b>

Q<sub>p</sub> = Carga de hundimiento por punta

$$\tau_f = 0,1 \cdot q_p$$

0,1	q <sub>p</sub> (tm/m <sup>2</sup> )	τ <sub>f</sub> (tn/m <sup>2</sup> )/FS
0,1	344,52	<b>11,48</b>

τ<sub>f</sub> = Resistencia unitaria por fuste

$$Q_f = A_f \cdot \tau_f$$

Q <sub>f</sub> (tn)	A <sub>f</sub> (m <sup>2</sup> )	τ <sub>f</sub> (tn/m <sup>2</sup> )
<b>72,12</b>	6,28	11,48

Q<sub>f</sub> = Carga de hundimiento por fuste

$$Q_h = Q_p + Q_f$$

Q <sub>p</sub> (tn)	Q <sub>f</sub> (tn)	Q <sub>h</sub> (tn)
57,72	72,12	<b>129,84</b>

Q<sub>h</sub> = Carga de hundimiento en roca

**Guía de cimentaciones en obra de carreteras /Pag. 141/Capitulo 5,10,1. Pilotes empotrados roca.**

Puente Nacon	Sondeo	Muestra	Meteor.	Espac. S(m)	R.Q.D	q <sub>u</sub> (MPa)	α <sub>1</sub>	α <sub>2</sub>	α <sub>3</sub>	P <sub>adm</sub> (MPa)
Derecha	SM-5	TP(710,30-10,50)	II	0,30	80	23	0,80	0,70	0,55	1,47
Izquierda	SM-6	TP(9,0-9,2)	II	0,40	60	5,9	0,80	0,70	0,63	0,86
<b>Media</b>										<b>1,17</b>

Espac. S(m)	α <sub>3</sub> a √S(m)/1m	RQD	RQD/100	α <sub>3</sub> b √RQD/100
0,30	0,55	80	0,8	0,89
0,40	0,63	60	0,6	0,77

$$P_{yadm} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \frac{q_u}{P_o}$$

α <sub>2</sub>	Roca
1,00	G-I
0,70	G-II
0,50	G-III

**α<sub>1</sub>=0,8 - Rocas ígneas y metamórficas**

P<sub>o</sub>=1MPa

Pilotes de 800 mm ø  
Empotramiento 3D

$$q_p = 2 \cdot P_{v adm} \cdot d_f$$

2	P <sub>v adm</sub>	d <sub>f</sub>	q <sub>p</sub> (Mpa)/FS	q <sub>p</sub> (tm/m <sup>2</sup> )
2	1,17	2	1,55	158,48

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

A <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	q <sub>p</sub> (tm/m <sup>2</sup> )	Q <sub>p</sub> (tn)
0,50	158,48	<b>79,65</b>

Q<sub>p</sub> = Carga de hundimiento por punta

$$\tau_f = 0,1 \cdot q_p$$

0,1	q <sub>p</sub> (tm/m <sup>2</sup> )	τ <sub>f</sub> (tn/m <sup>2</sup> )/FS
0,1	475,44	<b>15,85</b>

τ<sub>f</sub> = Resistencia unitaria por fuste

$$Q_f = A_f \cdot \tau_f$$

Q <sub>f</sub> (tn)	A <sub>f</sub> (m <sup>2</sup> )	τ <sub>f</sub> (tn/m <sup>2</sup> )
<b>99,53</b>	6,28	15,85

Q<sub>f</sub> = Carga de hundimiento por fuste

$$Q_h = Q_p + Q_f$$

Q <sub>p</sub> (tn)	Q <sub>f</sub> (tn)	Q <sub>h</sub> (tn)
79,65	99,53	<b>179,18</b>

Q<sub>h</sub> = Carga de hundimiento en roca

- *5. Cálculo de muro anclado*

---

# RELACIÓN DE CÁLCULO

## **Introducción**

Las pantallas son obras de ingeniería civil usadas para resolver problemas relacionados con la estabilidad de taludes o con la contención de terraplenes. No obstante, se emplean también en las obras portuarias para el atraque de embarcaciones, en las excavaciones para apuntalar las paredes, o en trabajos subacuáticos para realizar obras estancas. Por lo tanto, es posible intuir la importancia que se debe dar al diseño de tales obras, especialmente a todo lo que tiene que ver con el proyecto estructural y geotécnico.

En cuanto al cálculo, vale la pena señalar que hasta la fecha no existen métodos exactos y esto es debido a la interacción tan compleja que existe entre la profundidad de excavación, la rigidez del material de la pantalla y la resistencia debida a la presión pasiva. En todo caso, los métodos comúnmente utilizados se pueden clasificar en dos categorías:

1. Métodos basados en la discretización del modelo de pantalla (diferencias finitas o de elementos finitos).
2. Métodos hipotéticos, cuya finalidad es afrontar el problema estudiando el equilibrio de un cuerpo rígido.

Entre estas dos categorías, el método de los elementos finitos resulta ser el más racional, ya que se basa en consideraciones que implican tanto la estática del problema (equilibrio) como la cinemática (congruencia).

## **Tipos de pantallas.**

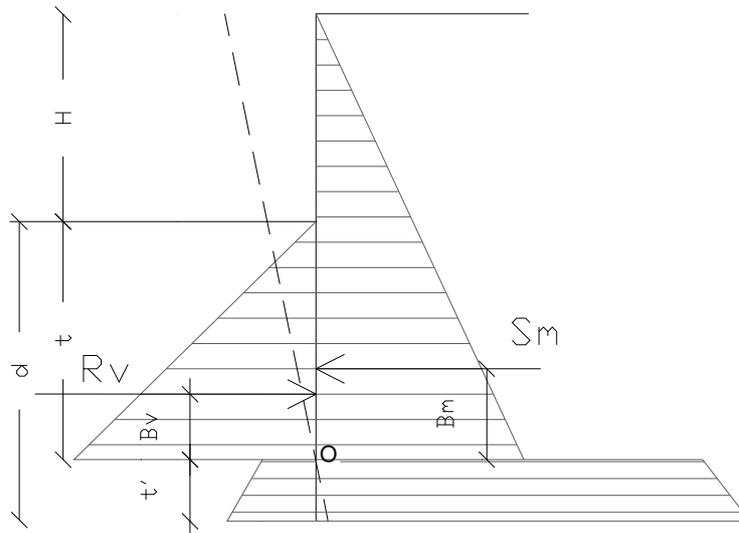
Los tipos de pantalla más utilizados actualmente se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. Pantallas en hormigón armado, de pilotes o continuas
2. Pantallas de madera
3. Pantallas de acero

## **Análisis de la pantalla**

### **Algunas consideraciones preliminares.**

Son varios los elementos a considerar para el cálculo de una pantalla. De hecho, son elementos concernientes a la flexibilidad de los pilotes, al cálculo del empuje del relleno, a la rigidez del terreno, etc.



**Figura 1: Esquema de las presiones agentes en la pantalla**

Como se muestra en la figura anterior, las presiones laterales que participan en el equilibrio son la presión activa que se produce detrás de la pantalla (en el trasdós) y la presión pasiva que se produce en la parte delantera de la pantalla (intradós). El cálculo, ya sea con métodos simplificados que con métodos numéricos, del empuje en el trasdós y en el intradós generalmente se efectúa con el método de Rankine y/o con el de Coulomb. Se observa sin embargo que el método de Coulomb proporciona resultados más precisos visto que, siendo la pantalla una obra por lo general a flexión y por lo tanto con mayores corrimientos, se generan fenómenos de rozamiento en la interfaz pantalla-terreno que solo se pueden tener en cuenta con los coeficientes de empuje de Coulomb.

Con el método de los elementos finitos se debe calcular el coeficiente de balasto, junto con el empuje activo y pasivo del terreno. Si se trata de análisis en condiciones no drenadas, se debe además conocer el valor de la cohesión no drenada. También es importante considerar que si se desea tomar en cuenta el rozamiento terreno-obra, entonces es necesario saber el respectivo ángulo de rozamiento. En resumen, los parámetros (en términos de propiedades del terreno) necesarios para el análisis son los siguientes:

1. Ángulo de rozamiento interno del terreno
2. Cohesión del terreno
3. Peso específico del terreno;
4. Ángulo de rozamiento entre el terreno y el material de la obra.

### Cálculo de los empujes.

Como se ha indicado anteriormente, en todos los casos se debe calcular el empuje activo y pasivo. Por lo tanto en esta sección se expone el cálculo de los empujes con el método de Coulomb.

### Cálculo del empuje activo.

El empuje activo se puede calcular con el método de Coulomb o alternativamente utilizando la Teoría de Caquot.

#### Método de Coulomb.

El método de Coulomb toma en cuenta las variables más importantes, sobre todo las que tienen que ver con el fenómeno de rozamiento pantalla-terreno. Con suelo homogéneo y seco el diagrama de las presiones es lineal con distribución (calculada a profundidad  $z$ ):

$$\sigma_h(z) = k_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

El empuje total, que es la integral de la relación precedente en toda la altura, se aplica a 1/3 de H y se calcula con la siguiente expresión:

$$S_t(z) = \frac{1}{2} k_a \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Indicando con  $k_a$  el valor del coeficiente de presión activa, se determina con la siguiente relación:

$$\left\{ \begin{array}{l} k_a = \frac{\sin^2(\phi + \beta)}{\sin^2 \beta \times \sin(\beta - \delta) \times \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \times \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2} \\ \text{con } \delta < (\beta - \phi - \varepsilon) \text{ según Muller - Breslau} \end{array} \right.$$

$\gamma_t$  = Peso específico del terreno;

$\beta$  = Inclinación de la pared interna con respecto al plano horizontal pasante por la base

$\phi$  = Ángulo de resistencia al corte del terreno;

$\delta$  = Ángulo de rozamiento terreno-pantalla positivo si es en el sentido de las manecillas del reloj

$\varepsilon$  = Inclinación del plano del terreno con respecto al plano horizontal positiva si es al contrario de las manecillas del reloj

#### Método de Caquot.

El método de Coulomb es bastante preciso al calcular los coeficientes de presiones al estado límite, aunque se basa en la suposición de una superficie de deslizamiento plana. Esta hipótesis se puede superar aplicando la teoría de Caquot, la cual se basa en la utilización de una superficie de

deslizamiento de forma espiral logarítmica. Según esta teoría, el coeficiente de presión activa se determina con la siguiente fórmula:

$$K_a = \rho \cdot K_a^{\text{Coulomb}}$$

Donde:

- $K_a^{\text{Coulomb}}$  es el coeficiente de presión activa calculado con la teoría de Coulomb;
- $\rho$  es un coeficiente multiplicativo calculado con la siguiente fórmula:

$$\rho = \left( [1 - 0.9 \cdot \lambda^2 - 0.1 \cdot \lambda] \cdot [1 - 0.3 \cdot \lambda^3] \right)^{-n}$$

Donde:

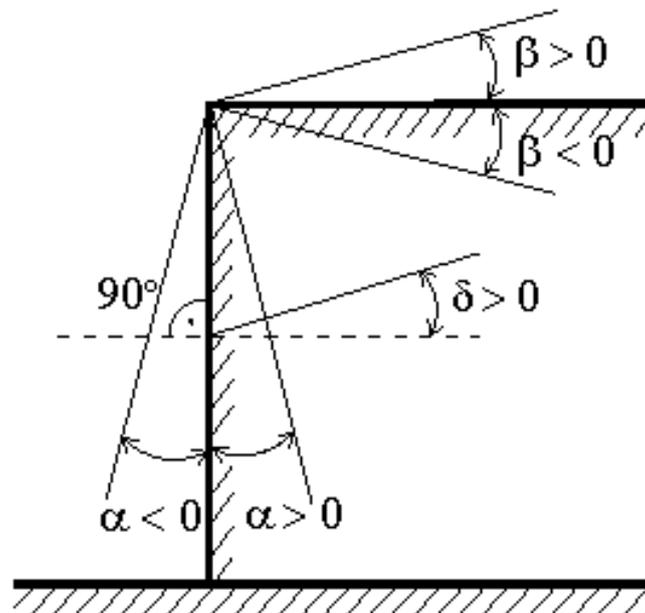
$$\lambda = \frac{\Delta + \beta - \Gamma}{4 \cdot \varphi - 2 \cdot \pi \cdot (\Delta + \beta - \Gamma)}$$

$$\Delta = 2 \cdot \tan^{-1} \left( \frac{|\cot(\delta)| - \sqrt{\cot^2(\delta) - \cot^2(\varphi)}}{1 + \cos ec(\varphi)} \right)$$

$$\Gamma = \sin^{-1} \left( \frac{\sin(\beta)}{\sin(\varphi)} \right)$$

Donde (véase también la figura siguiente):

- $\beta$  es la inclinación del perfil del trasdós medida con respecto a la horizontal
- $\varphi$  es el ángulo de rozamiento interno del terreno que empuja
- $\delta$  es el ángulo de rozamiento obra-terreno



**Figura: Convención utilizada en el cálculo del coeficiente de presión según la teoría de Caquot**

### Carga uniforme sobre el relleno

Una carga  $Q$ , uniformemente repartida en el plano del terreno produce presiones constantes iguales a:

$$\sigma_q(z) = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Integrando la tensión de la fórmula se obtiene el empuje total debido a la sobrecarga:

$$S_q = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)} \cdot H$$

Con punto de aplicación en  $H/2$  (siendo la distribución de tensiones constante). En las fórmulas anteriores:

$\beta$  = Inclinación de la pared interna con respecto al plano horizontal pasante por la base

$\varepsilon$  = Inclinación del plano del terreno con respecto al plano horizontal, positiva si es al contrario de las manecillas del reloj

$K_a$  = Coeficiente de presión activa calculado en el párrafo anterior

### Franja de carga en plano terreno inclinado

La carga agente se descompone en una carga ortogonal y una tangencial al relleno, las presiones inducidas en la pared se calculan como se indica a continuación.

### Franja de carga ortogonal al plano de acción

Una carga repartida de forma parcial con abscisa inicial  $x_1$  y abscisa final  $x_2$  genera un diagrama de presiones en la pared cuyos valores se determinan según la fórmula de Terzaghi, que expresa la presión en la genérica profundidad  $z$  como sigue:

$$\sigma_q(z) = \frac{Q}{2\pi \times (2\Delta\theta + A)}$$

$$\tau_{xz} = -\frac{Q}{2\pi B}$$

Con:

$$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2;$$

$$A = \sin(2\theta_1) - \sin(2\theta_2)$$

$$B = \cos(2\theta_1) - \cos(2\theta_2)$$

$$\theta_1 = \arctg(z/x_1)$$

$$\theta_2 = \arctg(z/x_2)$$

Por integración se obtiene el resultado y el brazo relativo.

### Franja de carga tangencial al plano del terreno

$$\sigma_x = \frac{t}{2\pi \times (D - 2E)}$$

T = Intensidad de la carga [F/L<sup>2</sup>]

D = 4 × log[senθ<sub>1</sub>/senθ<sub>2</sub>]

E = sen<sup>2</sup>θ<sub>1</sub> - sen<sup>2</sup>θ<sub>2</sub>

### Líneas de carga sobre el relleno

Las líneas de carga generan un incremento de presiones en la pared que, según BOUSSINESQ, en la profundidad z, se puede expresar como:

$$\sigma_x(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x^2 \cdot z \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

$$\tau_{xz}(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x \cdot z^2 \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

Donde:

V = Intensidad de la carga en [F/L];

X = Distancia, en proyección horizontal, del punto de aplicación de la carga desde la pared

Si el plano de acción es inclinado ε, se rota el sistema de referencia de xz a XZ, con la siguiente transformación:

$$\begin{cases} X = x \cdot \cos(\varepsilon) - z \cdot \sin(\varepsilon) \\ Z = z \cdot \cos(\varepsilon) + x \cdot \sin(\varepsilon) \end{cases}$$

### Empuje en presencia de acuífero

El nivel freático con superficie distante H<sub>w</sub> de la base de la estructura, induce presiones hidrostáticas normales en la pared que, en profundidad z, se expresan:

$$u(z) = \gamma_w \cdot z$$

El empuje hidrostático total se obtiene por integración a lo largo de toda la altura relación precedente:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

Indicando con H la altura total de empuje y con  $\gamma_w$  el peso específico del agua. El empuje del terreno sumergido se obtiene sustituyendo  $\gamma_t$  con  $\gamma'_t$  ( $\gamma'_t = \gamma_{\text{saturado}} - \gamma_w$ ), peso específico del material sumergido en agua. En condiciones sísmicas, el empuje que el agua produce se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta S_w = \frac{7}{12} \gamma_w \cdot H_w^2 \cdot C$$

aplicada a 2/3 de la altura del nivel freático  $H_w$  [Matsuo O'Hara (1960) Geotecnia, R. Lancellotta]

### Efecto debido a la presencia de cohesión

La cohesión induce presiones negativas constantes iguales a:

$$P_c = -\frac{2 \cdot c}{\sqrt{k_a}}$$

No siendo posible establecer a priori el decremento que produce el empuje por efecto de la cohesión, se calcula la altura crítica  $Z_c$  como a continuación:

$$Z_c = \frac{2c}{\gamma_t \times \sqrt{K_a}} - \left\{ \frac{\left[ \frac{Q \times \sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)} \right]}{\gamma_t} \right\}$$

Donde:

Q = Carga agente sobre el relleno (si existe)

$\gamma_t$  = Peso específico del terreno

$\beta$  = Inclinación de la pared interna con respecto al plano horizontal pasante por la base

$\varepsilon$  = Inclinación del plano del terreno con respecto al plano horizontal, positiva si es al contrario de las manecillas del reloj

C = Cohesión del material

$K_a$  = Coeficiente de presión activa, calculado en los pasos anteriores

Si se da el caso de que la  $Z_c$  calculada con la fórmula precedente es menor que cero, es posible sobreponer directamente los efectos de los diagramas, estableciendo un decremento en el diagrama de empuje original calculado como sigue:

$$S_c = P_c \cdot H$$

Donde H es la altura total del empuje.

## Sismo

### Empuje activo en condiciones sísmicas

En presencia de sismo la fuerza de cálculo que ejerce el relleno sobre la pared está dada por:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Donde:

H = altura excavación

K<sub>v</sub> = coeficiente sísmico vertical

γ = peso específico del terreno

K = coeficientes de empuje activo total (estático + dinámico) (véase Mononobe & Okabe)

E<sub>ws</sub> = empuje hidrostático del agua

E<sub>wd</sub> = empuje hidrodinámico.

En suelos impermeables el empuje hidrodinámico E<sub>wd</sub> = 0, pero se lleva a cabo una corrección en el cálculo del ángulo β de la fórmula de Mononobe & Okabe:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

En suelos de alta permeabilidad, en condiciones dinámicas vale siempre la corrección anterior, pero el empuje hidrodinámico asume la siguiente expresión:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H' altura de nivel freático (de la sección del cálculo del empuje hidrostático).

### Resistencia pasiva

También para calcular la resistencia pasiva se pueden utilizar los dos métodos usados en el cálculo de la presión al estado límite activo (método de Coulomb y método de Caquot).

#### *Método de Coulomb*

En suelos homogéneos el diagrama de las presiones en condiciones de estado límite pasivo es lineal con el siguiente tipo de ley:

$$\sigma_p(z) = k_p \gamma_t z$$

De nuevo, integrando la relación anterior en la altura de empuje (la cual para las pantallas se debe estimar atentamente) se obtiene el empuje pasivo total:

$$S_t = \frac{1}{2} k_p \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Donde H es la altura de empuje,  $\gamma_t$  el peso específico del terreno y  $k_p$  el coeficiente de presión pasiva (en condiciones de estado límite pasivo). Este coeficiente se determina mediante la siguiente fórmula:

$$k_p = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \times \sin(\beta + \delta) \times \left[ 1 - \frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi + \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \times \sin(\beta + \varepsilon)} \right]^2}$$

con  $\delta < \beta - \phi - \varepsilon$  secondo Muller - Breslau

con valores límite a:  $\delta < \beta - \phi - \varepsilon$  (Muller-Breslau).

### Método de Caquot

El método de Caquot difiere del método de Coulomb por el cálculo del coeficiente de presión al estado límite pasivo. Con este método, el coeficiente de presión pasiva se calcula interpolando los valores de la siguiente tabla:

Coefficient of passive earth pressure $K_p$ for $\delta = -\phi$											
$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	$K_p$ when $\beta$									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	10	1,17	1,41	1,53							
	15	1,30	1,70	1,92	2,08						
	20	1,71	2,08	2,42	2,71	2,92					
	25	2,14	2,81	2,98	3,88	4,22	4,43				
-30	30	2,78	3,42	4,18	5,01	5,98	8,94	7,40			
	35	3,75	4,73	5,87	7,21	8,78	10,80	12,50	13,80		
	40	5,31	8,87	8,77	11,00	13,70	17,20	24,80	25,40	28,40	
	45	8,05	10,70	14,20	18,40	23,80	90,60	38,90	49,10	60,70	69,10
	10	1,36	1,58	1,70							
	15	1,68	1,97	2,20	2,38						
	20	2,13	2,52	2,92	3,22	3,51					
	25	2,78	3,34	3,99	4,80	5,29	5,57				
-20	30	3,78	4,81	8,58	8,81	7,84	9,12	9,77			
	35	5,38	8,89	8,28	10,10	12,20	14,80	17,40	19,00		
	40	8,07	10,40	12,00	18,50	20,00	25,50	38,50	37,80	42,20	
	45	13,2	17,50	22,90	29,80	38,30	48,90	82,30	78,80	97,30	111,04
	10	1,52	1,72	1,83							
	15	1,95	2,23	2,57	2,88						
	20	2,57	2,98	3,42	3,75	4,09					

	25	3,50	4,14	4,90	5,82	8,45	8,81				
-10	30	4,98	8,01	7,19	8,51	10,10	11,70	12,80			
	35	7,47	9,24	11,30	13,80	18,70	20,10	23,70	26,00		
	40	12,0	15,40	19,40	24,10	29,80	37,10	53,20	55,10	61,80	
	45	21,2	27,90	38,50	47,20	80,80	77,30	908,20	124,00	153,00	178,00
	10	1,84	1,81	1,93							
	15	2,19	2,46	2,73	2,91						
	20	3,01	3,44	3,91	4,42	4,66					
	25	4,28	5,02	5,81	8,72	7,71	8,16				
0	30	8,42	7,69	9,19	10,80	12,70	14,80	15,90			
	35	10,2	12,60	15,30	18,80	22,30	28,90	31,70	34,90		
	40	17,5	22,30	28,00	34,80	42,90	53,30	78,40	79,10	88,70	
	45	33,5	44,10	57,40	74,10	94,70	120,00	153,00	174,00	240,00	275,00
	10	1,73	1,87	1,98							
	15	2,40	2,65	2,93	3,12						
	20	3,45	3,90	4,40	4,96	5,23					
10	25	5,17	5,99	6,90	7,95	9,11	9,67				
	30	8,17	9,69	11,40	13,50	15,90	18,50	19,90			
	35	13,8	16,90	20,50	24,80	29,80	35,80	42,30	46,60		
	40	25,5	32,20	40,40	49,90	61,70	76,40	110,00	113,00	127,00	
	45	52,9	69,40	90,90	116,00	148,00	188,00	239,00	303,00	375,00	431,00
	10	1,78	1,89 I	2,01							
	15	2,58	2,821	3,11	3,30						
	20	3,90	4,38	4,92	5,53	5,83					
20	25	6,18	7,12	8,17	9,39	10,70	11,40				
	30	10,4	12,30	14,40	16,90	20,00	23,20	25,00			
	35	18,7	22,80	27,60	33,30	40,00	48,00	56,80	62,50		
	40	37,2	46,90	58,60	72,50	89,30	111,00	158,00	164,00	185,00	
	45	84,0	110,00	143,00	184,00	234,00	297,00	378,00	478,00	592,00	680,00

**Tabla: Evaluación del coeficiente de presión pasiva con la teoría de Caquot**

### ***Carga uniforme sobre el relleno***

La resistencia inducida por una carga uniformemente distribuida  $S_q$  vale:

$$S_q = k_p \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\text{sen}\beta}{\text{sen}(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto de aplicación  $H/2$  (siendo el diagrama de las tensiones horizontales constante a lo largo de toda la altura). En la fórmula anterior,  $k_p$  es el coeficiente de empuje pasivo calculado en el párrafo precedente.

### **Cohesión**

La cohesión determina un incremento de resistencia igual a:

$$P_c = 2c \times \sqrt{k_p}$$

Tal incremento se suma directamente al diagrama principal de empuje.

### **Método del equilibrio límite (LEM)**

El método del equilibrio límite consiste en la búsqueda de soluciones compatibles con el aspecto estático del problema (de comprobación o de proyecto). Básicamente se razona en términos del equilibrio de una estructura rígida, sin tener en cuenta la congruencia cinemática de los desplazamientos. Los principales esquemas de cálculo a los cuales se hará referencia son los siguientes:

1. Pantalla en voladizo
2. Pantalla con un punto de sujeción, método de base libre
3. Pantalla con un punto de sujeción, método de base empotrada

#### **Pantalla en voladizo: cálculo de la profundidad de empotramiento límite**

En el caso de las pantallas en voladizo, la estabilidad está dada por la resistencia pasiva del terreno del intradós; del equilibrio de momentos respecto al centro de rotación se obtiene:

$$S_m \cdot B_m - R_v \cdot B_v = 0$$

Donde:

$S_m$  = componente horizontal del empuje activo

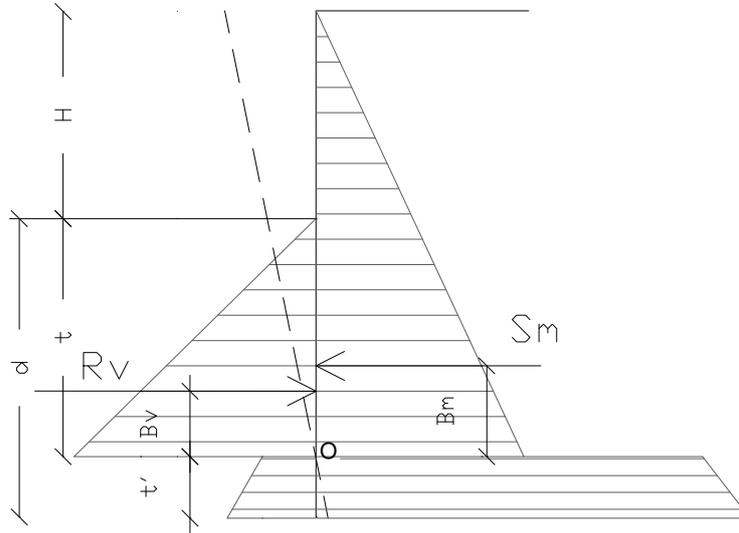
$B_m$  = brazo de  $S_m$  respecto a O centro de rotación

$R_v$  = componente horizontal de la resistencia pasiva

$B_v$  = brazo de  $R_v$  respecto a O centro de rotación

Cada uno de los términos está función de  $t$ , donde  $t$  es la profundidad del centro de rotación con respecto al plano del terreno del intradós. La longitud necesaria para asegurar el equilibrio de traslación horizontal se obtiene aumentando  $t$  como a continuación:

$$t' = a \cdot t \quad d = t \cdot (1 + a) \quad \text{donde } a = 0.2 \text{ (Método de Blum)}$$



**Figura 2: Esquema de referencia para el cálculo del equilibrio de la pantalla**

### **Coefficiente de seguridad resistencia pasiva**

La longitud de empotramiento  $d$  anterior está relacionada con la condición límite de incipiente colapso, mediante un coeficiente  $F$ . Se puede introducir un margen de seguridad en las resistencias pasivas como a continuación:

$$S_m \cdot B_m - \frac{R_v}{F} \cdot B_v = 0$$

### **Pantalla con un punto de sujeción, método de base libre: Cálculo de la profundidad de empotramiento límite**

La estabilidad de la obra está asegurada también con un punto de sujeción próximo a la coronación. Para utilizar el método de cálculo de base libre, la pantalla debe ser suficiente corta y rígida. La longitud de empotramiento se determina estableciendo el equilibrio de rotación al origen del anclaje indicado B1

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - R_v \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Donde:

$S_m$  = componente horizontal del empuje activo

H = altura terreno a sostener

T = profundidad de empotramiento calculada

$B_m$  = brazo de  $S_m$  respecto a la base de la pantalla

$P_m$  = ordenada del punto de aplicación del anclaje en el trasdós

$R_v$  = componente horizontal de la resistencia pasiva

$B_v$  = brazo de  $R_v$ .

Conociendo t, se determinan  $S_m$  y  $R_v$  y el relativo esfuerzo del anclaje.

### **Coefficiente de seguridad F resistencias pasivas**

La longitud de empotramiento se aumenta para tener más margen de seguridad en condiciones de servicio, usando el coeficiente de seguridad F:

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - \frac{R_v}{F} \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

### **Pantalla con un punto de sujeción, método de base empotrada: Cálculo de la profundidad de empotramiento límite**

Si la sección más profunda de la pantalla no se mueve y no gira, puede asimilarse a un empotramiento y en tal caso se usa el método de la base empotrada. El procedimiento elaborado por Blum permite establecer la profundidad de empotramiento (t+t'), imponiendo condiciones cinemáticas de desplazamiento nulos en la base de la obra y en el origen del anclaje (B1) y las condiciones estáticas de momento y corte nulo en la base de la pantalla. Esto conduce a una ecuación de 5° grado en (t+t') que se puede resolver fácilmente.

### **Coefficiente de seguridad F resistencias**

Para aumentar el factor de seguridad se han introducido valores de las resistencias pasivas reducidas.

## Método de elementos finitos (FEM)

El método de elementos finitos (MEF) es el método que cuenta con más bases teóricas sólidas y racionales. De hecho, el método presupone que el problema se trate teniendo en cuenta ya sea el aspecto estático (y por lo tanto el equilibrio del problema) que el aspecto cinemático (y por lo tanto la congruencia de los desplazamientos y deformaciones).

Con el MEF la pantalla se modela como un conjunto de vigas (elementos beam), vinculadas en continuidad al terreno por medio de resortes elásticos cuyas rigidez se estima en función de las propiedades elásticas del terreno. En la siguiente figura se muestra el esquema del modelo utilizado para el análisis con elementos finitos:

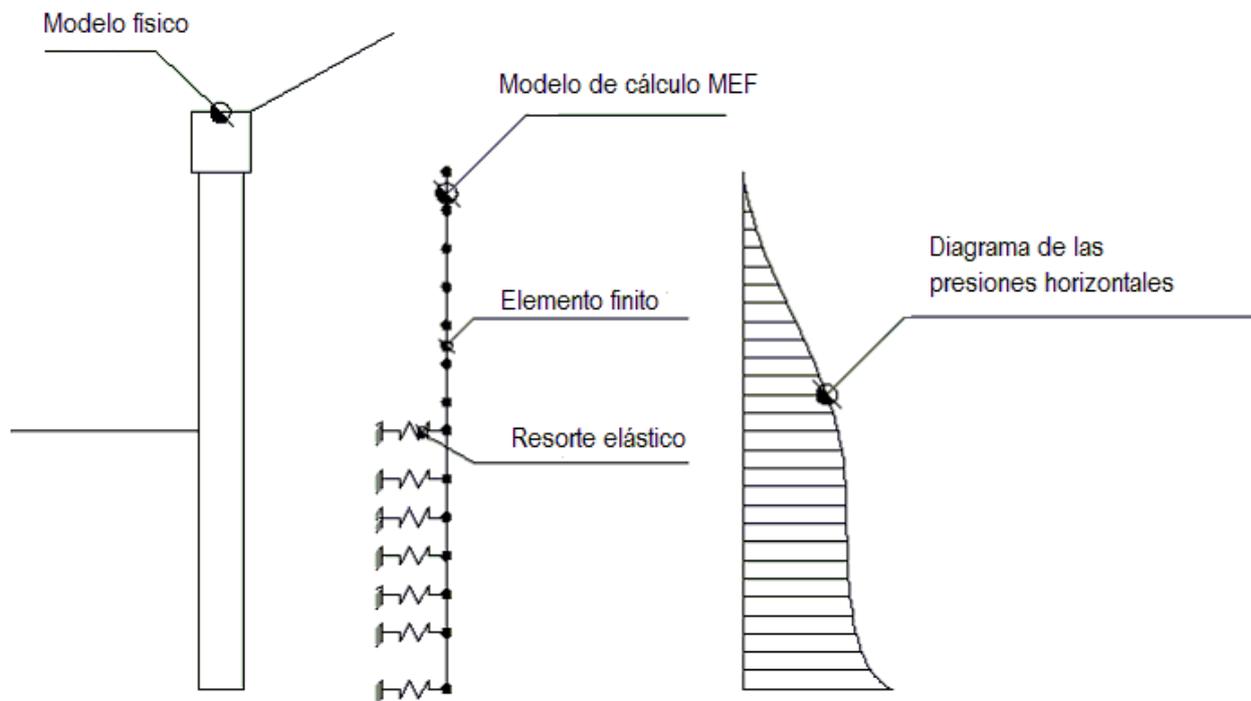


Figura 3: Esquema de la pantalla con elementos finitos

Con este método de cálculo es necesario conocer varios aspectos. Las principales partes que componen la aplicación del método son las siguientes:

### Cálculo del módulo de reacción $K_s$ del terreno

Como ya se ha mencionado, el suelo se modela con resortes de rigidez  $K_s$  aplicados en los nodos de los segmentos comprendidos entre el nodo de fondo excavación y la extremidad del empotramiento. La rigidez  $K_s$  se estima con base en la capacidad portante de las cimentaciones según la siguiente fórmula:

$$k_s = A_s + B_s \cdot z^n$$

Donde:

$A_s$  = constante, calculada como:  $A_s = C \times (c \times N_c + 0.5 \times G \times B \times N_g)$

$B_s$  = coeficiente función de la profundidad  $B_s = C \times G \times N_q$

$Z$  = Profundidad examinada

$C$  = 40 en el sistema internacional SI

$n$  =  $\pi \times \tan \varphi$

$N_q$  =  $\exp[n \times (\tan^2(45^\circ + \varphi/2))]$

$N_c$  =  $(N_q - 1) \times \cot \varphi$

$N_g$  =  $1.5 \times (N_q - 1) \times \tan \varphi$

### Anclajes

Los anclajes se modelan como elementos elásticos, con sección transversal de área  $A$ , módulo de elasticidad  $E$  y longitud  $L$ . En un tramo de pantalla de anchura unitaria, la acción de los anclajes inclinados de un ángulo  $\beta$  vale:

$$F = \frac{A \cdot E}{S \cdot L} \cdot \cos(\beta)$$

### Sifonamiento

El sifonamiento es un fenómeno que en una fase inicial se localiza en la base de la pantalla, y después rápidamente se extiende al entorno del volumen resistente. Se da cuando, por una elevada presión hidrodinámica o de infiltración, se anulan las presiones pasivas eficaces, con la consecuente pérdida de resistencia del terreno. Se asume por norma un factor de seguridad  $F_{sif} = 3.5-4$  Indicando con:

$i_c$  = Gradiente hidráulico crítico

$i_e$  = Gradiente hidráulico en condiciones de ejercicio

El margen de seguridad se define como la relación entre  $i_c$  y  $i_e$ . Si  $i_e < i_c$  la pantalla es estable.

### Comprobación de las secciones y cálculo de las armaduras

El cálculo de las armaduras y las comprobaciones presio-flexión y corte de la pantalla sometida a las solicitaciones  $N, M$  y  $T$ , se efectúan en la sección más solicitada. Las solicitaciones de cálculo se obtienen como producto entre las solicitaciones obtenidas con un cálculo a metro lineal y el intereseje entre pilotes (o el ancho de las pantallas continuas):

$$N_d = N \cdot i; M_d = M \cdot i; T_d = T \cdot i$$

Donde:  $M, M', T$  representan el momento, el corte y el esfuerzo normal relativos a una franja unitaria de cálculo mientras  $i$  es el intereseje entre pilotes en caso de pantallas de pilotes o micropilotes (o el ancho de las pantallas continuas).

## Archivo materiales

### GEOMETRÍA SECCIÓN MICROPILOTE

Sección	Circular Cilíndrica
Hormigón	C20/25
Acero	B450C
Nombre	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5
Diámetro	0,18 m
Disposición	Una fila
Intereje Longitudinal	0,5 m
Armadura: Perfil	
Base/Diámetro	114,3 mm
Altura	0 mm
Espesor[Sa]	8 mm
Espesor[Sw]	0 mm

### Archivo vigas de reparto

Nr.	Descripción	Material	Base [cm]	Altezza [cm]	Altura [cm <sup>2</sup> ]	Wx [cm <sup>3</sup> ]	Wy [cm <sup>3</sup> ]
1	HE100A		10,00	9,60	21,24	72,76	26,76

### Archivo anclajes

Nr.	Descripción	Área armadura [cm <sup>2</sup> ]	Diámetro foro [m]	Diámetro bulbo [m]	Longitud libre [m]	Longitud bulbo [m]	Material Acero	Material Hormigón
7	Anclaje	5,5	0,22	0,3	12	5	B450C	C20/25

### Estratigrafía

#### Fase: 1

Nr.	Peso específico [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso específico saturado [kN/m <sup>3</sup> ]	Cohesión [kN/m <sup>2</sup> ]	Ángulo rozamiento [°]	O.C.R.	Módulo edométrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Rozamiento terreno muro trasdós [°]	Rozamiento terreno muro intradós [°]	Espesor [m]	Inclinación [°]	Descripción
1	16,0	19,0	0,0	30,0	0,0	4216,0	10,0	10,0	5,0	10,0	R1
2	16,0	19,0	0,0	29,0	0,0	4020,0	10,0	10,0	2,0	10,0	R2
3	17,7	19,3	0,0	30,0	0,0	5021,0	10,0	10,0	2,0	5,0	A3
4	23,0	24,0	0,0	45,0	1,0	98066,0	30,0	30,0	10,0	5,0	Substrato roccioso

#### Fase: 2

Nr.	Peso específico [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso específico saturado [kN/m <sup>3</sup> ]	Cohesión [kN/m <sup>2</sup> ]	Ángulo rozamiento [°]	O.C.R.	Módulo edométrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Rozamiento terreno muro trasdós [°]	Rozamiento terreno muro intradós [°]	Espesor [m]	Inclinación [°]	Descripción
-----	--------------------------------------	---	-------------------------------	-----------------------	--------	--	-------------------------------------	--------------------------------------	-------------	-----------------	-------------

1	16,0	19,0	0,0	30,0	0,0	4216,0	10,0	10,0	5,0	10,0	R1
2	16,0	19,0	0,0	29,0	0,0	4020,0	10,0	10,0	2,0	10,0	R2
3	17,7	19,3	0,0	30,0	0,0	5021,0	10,0	10,0	2,0	5,0	A3
4	23,0	24,0	0,0	45,0	1,0	98066,0	30,0	30,0	10,0	5,0	Substrato roccioso

## Anclajes

### Fase: 1

Descripción	x [m]	z [m]	Inclinación [°]	Intereje [m]	Ángulo rozamiento [°]	Adhesión [kN/m <sup>2</sup> ]	Tipo	Viga	Activo Pasivo	Tesado inicial [kN]
Fila 1	0	-3	30	3	30	1000	Anclaje	1	Activo	600
Fila 2	0	-5,5	30	3	30	1000	Anclaje	1	Activo	600

### Fase: 2

Descripción	x [m]	z [m]	Inclinación [°]	Intereje [m]	Ángulo rozamiento [°]	Adhesión [kN/m <sup>2</sup> ]	Tipo	Viga	Activo Pasivo	Tesado inicial [kN]
Fila 1	0	-3	30	3	30	1000	Anclaje	1	Activo	600
Fila 2	0	-5,5	30	3	30	1000	Anclaje	1	Activo	600

## Cargas

### Fase: 1

Descripción	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profundidad [m]	Valor [kN]-[kPa]
sobrecargas	Uniformes	0,18	20	0	0	0	98

### Fase: 2

Descripción	Tipo	Xi [m]	Xf [m]	Yi [m]	Yf [m]	Profundidad [m]	Valor [kN]-[kPa]
Sobrecargas	Uniformes	0,18	20	0	0	0	98

**Análisis Pantalla Método cálculo: LEM**  
Profundidad máxima de perforación

5,069655 [m]

**Fase: 1 Análisis geotécnico Fase: 1 - Combinación: 1****Altura excavación****3,5 [m]**

Tipo:

S.L.E. [STR]

Nombre:

A1+M1+R1

Coeficientes sísmicos:

Kh =

Coeficientes parciales acciones

Nr.	Acciones	Factores combinación
1	Peso propio	1
2	Empuje terreno	1,3
3	Empuje agua	1,5
4	Empuje sísmico x	1,5
5	Empuje sísmico y	1
6	sobrecargas	0
7	Fila 1	1
8	Fila 2	1

## Coeficientes parciales terreno

Nr.	Parámetro	Coeficientes parciales
1	Tangente ángulo resistencia corte	1
2	Cohesión eficaz	1
3	Resistencia no drenada	1
4	Peso específico	1
5	Ángulo rozamiento terreno pared	1

## Coeficientes resistencias capacidad portante vertical

Nr.	Capacidad de carga	Coeficientes resistencias
1	Punta	1
2	Lateral compresión	1
3	Total	1
4	Lateral tracción	1
5	Horizontal	1

Profundidad hinca

2,15 [m]

Presión máxima terreno

24,71 [kPa]

Momento máximo

49,12 [kNm/m]

Corte máximo

38,12 [KN/m]

## Carico limite tiranti

Descripción	Profundidad Media bulbo [m]	Coeficientes empuje	Presión promedio bulbo [kPa]	Carga última terreno [kN]	Resistencia adherencia [kN]	Carga última [kN]	Mecanismo rotura
Fila 1	10,25	5,50	176,15	9277,87	642,22	215,22	Acero
	--	--	--	--	--	--	

Fila 1

Reacción anclaje  
Factor de seguridad

220,05 [KN]  
0,98

Sollecitazioni

Z [m]	Presiones totales terreno [kPa]	Esfuerzo normal [kN/m]	Momento [kNm/m]	Corte [kN/m]	Deslizamiento [cm]	Módulo de Balasto [kN/m <sup>3</sup> ]
0,31	2,25	43,35	0,03	0,35	--	--
0,47	3,37	43,84	0,11	0,79	--	--
0,63	4,49	44,34	0,26	1,41	--	--
0,78	5,61	44,84	0,51	2,20	--	--
0,94	6,74	45,34	0,88	3,17	--	--
1,10	7,86	45,84	1,39	4,32	--	--
1,25	8,98	46,33	2,08	5,64	--	--
1,41	10,11	46,83	2,96	7,13	--	--
1,57	11,23	47,33	4,06	8,81	--	--
1,73	12,35	47,83	5,41	10,66	--	--
1,88	13,48	48,33	7,02	12,68	--	--
2,04	14,60	48,83	8,93	14,88	--	--
2,20	15,72	49,32	11,15	17,26	--	--
2,35	16,84	49,82	13,71	19,82	--	--
2,51	17,97	50,32	16,64	22,55	--	--
2,67	19,09	50,82	19,96	25,45	--	--
2,82	20,21	51,32	23,70	28,53	--	--
2,98	21,34	51,81	27,87	31,79	--	--
3,14	22,46	52,31	22,46	-38,12	--	--
3,29	23,58	52,81	16,08	-34,51	--	--
3,45	24,71	53,31	10,21	-30,73	--	--
3,61	22,04	53,81	4,87	-26,97	--	--
3,76	17,63	54,31	--	-26,97	--	--
3,92	13,22	54,80	-4,48	-24,55	--	--
4,08	8,81	55,30	-8,63	-22,82	--	--
4,23	4,40	55,80	-12,57	-21,79	--	--
4,39	-0,01	56,30	-16,39	-21,44	--	--
4,55	-2,95	57,20	-20,22	-21,67	--	--
4,71	-2,61	58,10	-24,10	-22,11	--	--
4,86	-2,28	59,01	-28,04	-22,49	--	--
5,02	-2,22	59,99	-32,04	-22,85	--	--
5,18	-4,18	60,97	-36,11	-23,35	--	--
5,33	-6,14	61,96	-40,28	-24,16	--	--
5,49	-8,10	62,94	-44,60	-25,28	--	--

**Fase: 1 - Combinación: 2****Altura excavación**

Tipo:

Nombre:

Coeficientes sísmicos:

Coeficientes parciales acciones

**3,5 [m]**

S.L.U. [GEO]

A2+M2+R1

Kh =

Nr.	Acciones	Factores combinación
1	Peso propio	1
2	Empuje terreno	1,3
3	Empuje agua	1,3
4	Empuje sísmico x	1,3
5	Empuje sísmico y	1
6	sobrecargas	0
7	Fila 1	1
8	Fila 2	1

## Coeficientes parciales terreno

Nr.	Parámetro	Coeficientes parciales
1	Tangente ángulo resistencia corte	1,25
2	Cohesión eficaz	1,25
3	Resistencia no drenada	1,4
4	Peso específico	1
5	Ángulo rozamiento terreno pared	1

## Coeficientes resistencias capacidad portante vertical

Nr.	Capacidad de carga	Coeficientes resistencias
1	Punta	1
2	Lateral compresión	1
3	Total	1
4	Lateral tracción	1
5	Horizontal	1

Profundidad hincia	4,72 [m]
Presión máxima terreno	30,68 [kPa]
Momento máximo	34,75 [kNm/m]
Corte máximo	42,80 [KN/m]

## Carico limite tiranti

Descripción	Profundidad Media bulbo [m]	Coeficientes empuje	Presión promedio bulbo [kPa]	Carga última terreno [kN]	Resistencia adherencia [kN]	Carga última [kN]	Mecanismo rotura
Fila 1	10,25	5,50	176,15	9277,87	642,22	215,22	Acero
	--	--	--	--	--	--	

## Fila 1

Reacción anclaje	249,89 [KN]
Factor de seguridad	1.12

## Sollecitazioni

Z [m]	Presiones totales terreno [kPa]	Esfuerzo normal [kN/m]	Momento [kNm/m]	Corte [kN/m]	Deslizamiento [cm]	Módulo de Balasto [kN/m³]
0,34	2,98	49,32	0,05	0,50	--	--
0,50	4,47	49,93	0,17	1,12	--	--
0,67	5,96	50,55	0,40	2,00	--	--
0,84	7,45	51,16	0,78	3,12	--	--
1,01	8,94	51,78	1,34	4,50	--	--
1,17	10,43	52,39	2,14	6,12	--	--
1,34	11,92	53,01	3,19	8,00	--	--
1,51	13,41	53,62	4,54	10,12	--	--
1,68	14,90	54,24	6,22	12,50	--	--
1,84	16,39	54,85	8,28	15,12	--	--
2,01	17,89	55,46	10,76	18,00	--	--
2,18	19,38	56,08	13,68	21,12	--	--
2,35	20,87	56,69	17,08	24,49	--	--
2,52	22,36	57,31	21,01	28,12	--	--
2,68	23,85	57,92	25,50	31,99	--	--
2,85	25,34	58,54	30,58	36,12	--	--

3,02	26,83	59,15	34,75	-42,80	--	--
3,19	28,32	59,77	27,18	-38,18	--	--
3,35	29,81	60,38	20,31	-33,31	--	--
3,52	30,68	61,00	14,19	-28,19	--	--
3,69	27,38	61,61	8,82	-23,32	--	--
3,86	24,09	62,22	4,13	-19,00	--	--
4,02	20,79	62,84	--	-19,00	--	--
4,19	17,49	63,45	-3,60	-15,79	--	--
4,36	14,19	64,07	-6,70	-13,14	--	--
4,53	11,60	65,22	-9,40	-10,98	--	--
4,70	12,51	66,36	-11,76	-8,95	--	--
4,86	13,42	67,51	-13,76	-6,78	--	--
5,03	13,82	68,84	-15,39	-4,50	--	--
5,20	12,00	70,18	-16,65	-2,33	--	--
5,37	10,18	71,51	-17,56	-0,47	--	--
5,53	8,36	72,85	-18,19	1,08	--	--
5,70	6,54	74,18	-18,59	2,33	--	--
5,87	4,72	75,51	-18,80	3,28	--	--
6,04	2,90	76,85	-18,87	3,92	--	--
6,20	1,08	78,18	-18,87	4,25	--	--
6,37	-0,74	79,51	-18,84	4,28	--	--
6,54	-2,56	80,85	-18,82	4,00	--	--
6,71	-4,38	82,18	-18,88	3,42	--	--
6,88	-6,20	83,52	-19,06	2,53	--	--
7,04	-8,25	84,92	-19,42	1,32	--	--
7,21	-10,94	86,31	-20,01	-0,29	--	--
7,38	-13,64	87,71	-20,91	-2,35	--	--
7,55	-16,34	89,11	-22,19	-4,86	--	--
7,71	-19,03	90,51	-23,94	-7,83	--	--
7,88	-21,73	91,91	-26,22	-11,25	--	--
8,05	-24,43	93,31	-29,11	-15,12	--	--

## Fase: 2 Análisis geotécnico Fase: 2 - Combinación: 1

### Altura excavación

Tipo:

Nombre:

Coefficientes sísmicos:

Coefficientes parciales acciones

6 [m]

S.L.E. [STR]

A1+M1+R1

Kh =

Nr.	Acciones	Factores combinación
1	Peso propio	1
2	Empuje terreno	1,3
3	Empuje agua	1,5
4	Empuje sísmico x	1,5
5	Empuje sísmico y	1
6	Fila 1	1
7	Fila 2	1
8	Sobrecargas	0

### Coefficientes parciales terreno

Nr.	Parámetro	Coefficientes parciales
1	Tangente ángulo resistencia corte	1
2	Cohesión eficaz	1
3	Resistencia no drenada	1
4	Peso específico	1
5	Ángulo rozamiento terreno pared	1

### Coeficientes resistencias capacidad portante vertical

Nr.	Capacidad de carga	Coeficientes resistencias
1	Punta	1
2	Lateral compresión	1
3	Total	1
4	Lateral tracción	1
5	Horizontal	1

Profundidad hinea	2,17 [m]
Presión máxima terreno	43,56 [kPa]
Momento máximo	72,73 [kNm/m]
Corte máximo	66,88 [KN/m]

### Carico limite tiranti

Descripción	Profundidad Media bulbo [m]	Coeficientes empuje	Presión promedio bulbo [kPa]	Carga última terreno [kN]	Resistencia adherencia [kN]	Carga última [kN]	Mecanismo rotura
Fila 1	10,25	5,50	176,15	9277,87	642,22	215,22	Acero
	--	--	--	--	--	--	

Fila 1

Reacción anclaje	315,95 [KN]
Factor de seguridad	1.09

### Sollecitazioni

Z [m]	Presiones totales terreno [kPa]	Esfuerzo normal [kN/m]	Momento [kNm/m]	Corte [kN/m]	Deslizamiento [cm]	Módulo de Balasto [kN/m <sup>3</sup> ]
0,58	4,36	62,78	0,25	1,27	--	--
0,88	6,53	63,77	0,83	2,86	--	--
1,17	8,71	64,76	1,98	5,08	--	--
1,46	10,89	65,75	3,86	7,94	--	--
1,75	13,07	66,74	6,67	11,44	--	--
2,04	15,25	67,73	10,59	15,57	--	--
2,33	17,43	68,71	15,81	20,33	--	--
2,63	19,60	69,70	22,51	25,73	--	--
2,92	21,78	70,69	30,88	31,77	--	--
3,21	23,96	71,68	19,17	-66,88	--	--
3,50	26,14	72,67	0,71	-59,57	--	--
3,79	28,32	73,66	-15,52	-51,63	--	--
4,08	30,50	74,65	-29,35	-43,05	--	--
4,38	32,67	75,64	-40,58	-33,84	--	--
4,67	34,85	76,63	-49,03	-23,99	--	--
4,96	37,03	77,61	-54,51	-13,51	--	--
5,25	39,21	79,75	-56,85	-2,39	--	--
5,54	41,39	81,89	-55,85	9,36	--	--
5,83	43,56	84,02	-51,33	21,75	--	--
6,13	41,33	86,16	-43,11	34,50	--	--
6,42	33,23	88,30	-31,39	45,37	--	--
6,71	25,12	90,43	-16,80	53,88	--	--
7,00	17,01	92,57	0,00	53,88	--	--
7,29	6,44	94,96	18,26	57,30	--	--
7,58	-4,13	97,35	37,07	57,63	--	--
7,88	-14,70	99,74	55,52	54,89	--	--

**Fase: 2 - Combinación: 2****Altura excavación****6 [m]**

Tipo:

S.L.U. [GEO]

Nombre:

A2+M2+R1

Coeficientes sísmicos:

Kh =

Coeficientes parciales acciones

Nr.	Acciones	Factores combinación
1	Peso propio	1
2	Empuje terreno	1,3
3	Empuje agua	1,3
4	Empuje sísmico x	1,3
5	Empuje sísmico y	1
6	Fila 1	1
7	Fila 2	1
8	Sobrecargas	0

## Coeficientes parciales terreno

Nr.	Parámetro	Coeficientes parciales
1	Tangente ángulo resistencia corte	1,25
2	Cohesión eficaz	1,25
3	Resistencia no drenada	1,4
4	Peso específico	1
5	Ángulo rozamiento terreno pared	1

## Coeficientes resistencias capacidad portante vertical

Nr.	Capacidad de carga	Coeficientes resistencias
1	Punta	1
2	Lateral compresión	1
3	Total	1
4	Lateral tracción	1
5	Horizontal	1

Profundidad hinca

5,07 [m]

Presión máxima terreno

66,12 [kPa]

Momento máximo

479,95 [kNm/m]

Corte máximo

109,68 [KN/m]

## Carico limite tiranti

Descripción	Profundidad Media bulbo [m]	Coeficientes empuje	Presión promedio bulbo [kPa]	Carga última terreno [kN]	Resistencia adherencia [kN]	Carga última [kN]	Mecanismo rotura
Fila 1	10,25	5,50	176,15	9277,87	642,22	215,22	Acero
	--	--	--	--	--	--	

Fila 1

Reacción anclaje

343,24 [KN]

Factor de seguridad

1.09

## Sollecitazioni

Z	Presiones totales	Esfuerzo normal	Momento	Corte	Deslizamiento	Módulo de
---	-------------------	-----------------	---------	-------	---------------	-----------

[m]	terreno [kPa]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	Balasto [kN/m <sup>3</sup> ]
0,51	4,76	68,08	0,21	1,23	--	--
0,77	7,15	69,09	0,71	2,76	--	--
1,03	9,53	70,11	1,68	4,91	--	--
1,29	11,91	71,12	3,29	7,66	--	--
1,54	14,29	72,13	5,68	11,04	--	--
1,80	16,67	73,14	9,02	15,02	--	--
2,06	19,05	74,16	13,47	19,62	--	--
2,32	21,44	75,17	19,18	24,83	--	--
2,57	23,82	76,18	26,31	30,66	--	--
2,83	26,20	77,19	35,02	37,10	--	--
3,09	28,58	78,21	35,25	-70,27	--	--
3,35	30,96	79,22	18,14	-62,60	--	--
3,60	33,35	80,23	3,07	-54,32	--	--
3,86	35,73	81,24	-9,78	-45,43	--	--
4,12	38,11	82,26	-20,27	-35,93	--	--
4,38	40,49	83,27	-28,23	-25,81	--	--
4,63	42,87	84,28	-33,50	-15,08	--	--
4,89	45,25	85,29	-35,94	-3,74	--	--
5,15	47,64	87,55	-35,37	8,22	--	--
5,41	50,02	89,81	-31,65	20,79	--	--
5,66	52,40	92,07	-24,62	33,97	--	--
5,92	54,78	94,33	-14,11	47,77	--	--
6,18	52,07	96,59	--	47,77	--	--
6,44	47,10	98,85	17,56	60,53	--	--
6,69	42,13	101,11	38,25	72,02	--	--
6,95	37,17	103,37	61,73	82,22	--	--
7,21	30,91	106,06	87,65	90,99	--	--
7,47	24,36	108,74	115,62	98,10	--	--
7,72	17,80	111,43	145,21	103,53	--	--
7,98	11,24	114,12	175,98	107,27	--	--
8,24	4,69	116,80	207,49	109,32	--	--
8,50	-1,87	119,49	239,31	109,68	--	--
8,75	-8,43	122,18	271,01	108,36	--	--
9,01	-14,98	127,95	302,14	105,34	--	--
9,27	-21,37	133,71	332,29	100,67	--	--
9,53	-27,76	139,48	361,03	94,34	--	--
9,78	-34,16	145,25	387,92	86,37	--	--
10,04	-40,55	151,02	412,55	76,76	--	--
10,30	-46,94	156,79	434,49	65,49	--	--
10,55	-53,34	162,55	453,32	52,59	--	--
10,81	-59,73	168,32	468,61	38,03	--	--

## Resultados análisis estructura I

### Fase: 1 Resultados análisis estructura I

Fase: 1 - Combinación: 1

Z [m]	Nombre sección	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	N.º Barras Diámetro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verificar Flexión	Ver. Fless.
0,31	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	21,67	0,02	0,18		--	--	57,53	Verificada
0,47	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	21,92	0,05	0,40		--	--	55,29	Verificada
0,63	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	22,17	0,13	0,70		--	--	51,54	Verificada
0,78	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	22,42	0,25	1,10		--	--	46,14	Verificada
0,94	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	22,67	0,44	1,59		--	--	40,06	Verificada
1,10	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	22,92	0,70	2,16		--	--	33,92	Verificada
1,25	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	23,17	1,04	2,82		--	--	28,00	Verificada
1,41	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	23,42	1,48	3,57		--	--	22,10	Verificada

1,57	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	23,67	2,03	4,40	--	--	17,50	Verificada
1,73	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	23,91	2,70	5,33	--	--	13,66	Verificada
1,88	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	24,16	3,51	6,34	--	--	10,70	Verificada
2,04	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	24,41	4,46	7,44	--	--	8,52	Verificada
2,20	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	24,66	5,58	8,63	--	--	6,88	Verificada
2,35	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	24,91	6,86	9,91	--	--	5,64	Verificada
2,51	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	25,16	8,32	11,27	--	--	4,65	Verificada
2,67	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	25,41	9,98	12,73	--	--	3,86	Verificada
2,82	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	25,66	11,85	14,27	--	--	3,24	Verificada
2,98	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	25,91	13,94	15,90	--	--	2,75	Verificada
3,14	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	26,16	11,23	-19,06	--	--	3,42	Verificada
3,29	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	26,41	8,04	-17,26	--	--	4,82	Verificada
3,45	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	26,65	5,11	-15,36	--	--	7,46	Verificada
3,61	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	26,90	2,44	-13,48	--	--	14,78	Verificada
3,76	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	27,15	--	-13,48	--	--	46,31	Verificada
3,92	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	27,40	-2,24	-12,27	--	--	15,69	Verificada
4,08	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	27,65	-4,32	-11,41	--	--	8,74	Verificada
4,23	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	27,90	-6,28	-10,89	--	--	6,11	Verificada
4,39	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	28,15	-8,20	-10,72	--	--	4,72	Verificada
4,55	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	28,60	-10,11	-10,84	--	--	3,82	Verificada
4,71	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	29,05	-12,05	-11,05	--	--	3,19	Verificada
4,86	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	29,50	-14,02	-11,25	--	--	2,74	Verificada
5,02	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	29,99	-16,02	-11,42	--	--	2,39	Verificada
5,18	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	30,49	-18,05	-11,67	--	--	2,12	Verificada
5,33	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	30,98	-20,14	-12,08	--	--	1,90	Verificada
5,49	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	31,47	-22,30	-12,64	--	--	1,71	Verificada
5,65	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	31,57	-24,56	-13,35	--	--	1,55	Verificada

Z [m]	Def. Máx hormigón	Def. Máx acero	Eje neutro [cm]	Espaciado estribos [cm]	Resistencia corte kN	Medida seguridad corte	Verificación al corte	Ángulo inclinación puntales [°]
0,31	--	--	--	--	370,64	2104,32	Verificada	--
0,47	--	--	--	--	370,64	935,25	Verificada	--
0,63	--	--	--	--	370,64	526,08	Verificada	--
0,78	--	--	--	--	370,64	336,69	Verificada	--
0,94	--	--	--	--	370,64	233,81	Verificada	--
1,10	--	--	--	--	370,64	171,78	Verificada	--
1,25	--	--	--	--	370,64	131,52	Verificada	--
1,41	--	--	--	--	370,64	103,92	Verificada	--
1,57	--	--	--	--	370,64	84,17	Verificada	--
1,73	--	--	--	--	370,64	69,56	Verificada	--
1,88	--	--	--	--	370,64	58,45	Verificada	--
2,04	--	--	--	--	370,64	49,81	Verificada	--
2,20	--	--	--	--	370,64	42,95	Verificada	--
2,35	--	--	--	--	370,64	37,41	Verificada	--
2,51	--	--	--	--	370,64	32,88	Verificada	--
2,67	--	--	--	--	370,64	29,13	Verificada	--
2,82	--	--	--	--	370,64	25,98	Verificada	--
2,98	--	--	--	--	370,64	23,32	Verificada	--
3,14	--	--	--	--	370,64	19,44	Verificada	--
3,29	--	--	--	--	370,64	21,48	Verificada	--
3,45	--	--	--	--	370,64	24,12	Verificada	--
3,61	--	--	--	--	370,64	27,49	Verificada	--
3,76	--	--	--	--	370,64	27,49	Verificada	--
3,92	--	--	--	--	370,64	30,20	Verificada	--
4,08	--	--	--	--	370,64	32,48	Verificada	--
4,23	--	--	--	--	370,64	34,03	Verificada	--
4,39	--	--	--	--	370,64	34,57	Verificada	--
4,55	--	--	--	--	370,64	34,20	Verificada	--
4,71	--	--	--	--	370,64	33,53	Verificada	--
4,86	--	--	--	--	370,64	32,96	Verificada	--

5,02	--	--	--	--	370,64	32,45	Verificada	--
5,18	--	--	--	--	370,64	31,75	Verificada	--
5,33	--	--	--	--	370,64	30,69	Verificada	--
5,49	--	--	--	--	370,64	29,33	Verificada	--
5,65	--	--	--	--	370,64	27,76	Verificada	--

## Fase: 2 Resultados análisis estructura I

### Fase: 2 - Combinación: 1

Z [m]	Nombre sección	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	N.º Barras Diámetro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verificar Flexión	Ver. Fless.
0,58	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	31,39	0,12	0,64		--	--	37,72	Verificada
0,88	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	31,89	0,42	1,43		--	--	31,49	Verificada
1,17	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	32,38	0,99	2,54		--	--	23,97	Verificada
1,46	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	32,87	1,93	3,97		--	--	16,57	Verificada
1,75	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	33,37	3,34	5,72		--	--	10,97	Verificada
2,04	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	33,86	5,30	7,78		--	--	7,12	Verificada
2,33	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	34,36	7,91	10,17		--	--	4,86	Verificada
2,63	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	34,85	11,26	12,87		--	--	3,44	Verificada
2,92	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	35,35	15,44	15,88		--	--	2,49	Verificada
3,21	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	35,84	9,58	-33,44		--	--	4,03	Verificada
3,50	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	36,33	0,35	-29,79		--	--	29,27	Verificada
3,79	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	36,83	-7,76	-25,82		--	--	4,93	Verificada
4,08	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	37,32	-14,67	-21,53		--	--	2,63	Verificada
4,38	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	37,82	-20,29	-16,92		--	--	1,89	Verificada
4,67	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	38,31	-24,51	-12,00		--	--	1,56	Verificada
4,96	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	38,81	-27,26	-6,76		--	--	1,40	Verificada
5,25	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	39,88	-28,42	-1,20		--	--	1,34	Verificada
5,54	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	40,94	-27,92	4,68		--	--	1,37	Verificada
5,83	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	42,01	-25,66	10,87		--	--	1,49	Verificada
6,13	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	43,08	-21,55	17,25		--	--	1,78	Verificada
6,42	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	44,15	-15,69	22,69		--	--	2,46	Verificada
6,71	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	45,22	-8,40	26,94		--	--	4,53	Verificada
7,00	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	46,29	0,00	26,94		--	--	27,16	Verificada
7,29	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	47,48	9,13	28,65		--	--	4,18	Verificada
7,58	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	48,67	18,53	28,82		--	--	2,08	Verificada
7,88	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	49,87	27,76	27,44		--	--	1,38	Verificada
8,17	CIRC 0.18/TB 114,3x8/I=0.5	51,06	36,36	24,53		--	--	1,05	Verificada

Z [m]	Def. Máx hormigón	Def. Máx acero	Eje neutro [cm]	Espaciado estribos [cm]	Resistencia corte kN	Medida seguridad corte	Verificación al corte	Ángulo inclinación puntales [°]
0,58	--	--	--	--	370,64	583,40	Verificada	--
0,88	--	--	--	--	370,64	259,29	Verificada	--
1,17	--	--	--	--	370,64	145,85	Verificada	--
1,46	--	--	--	--	370,64	93,34	Verificada	--
1,75	--	--	--	--	370,64	64,82	Verificada	--
2,04	--	--	--	--	370,64	47,62	Verificada	--
2,33	--	--	--	--	370,64	36,46	Verificada	--
2,63	--	--	--	--	370,64	28,81	Verificada	--
2,92	--	--	--	--	370,64	23,34	Verificada	--
3,21	--	--	--	--	370,64	11,08	Verificada	--
3,50	--	--	--	--	370,64	12,44	Verificada	--
3,79	--	--	--	--	370,64	14,36	Verificada	--
4,08	--	--	--	--	370,64	17,22	Verificada	--
4,38	--	--	--	--	370,64	21,90	Verificada	--
4,67	--	--	--	--	370,64	30,89	Verificada	--
4,96	--	--	--	--	370,64	54,86	Verificada	--
5,25	--	--	--	--	370,64	309,68	Verificada	--

---

5,54	--	--	--	--	370,64	79,20	Verificada	--
5,83	--	--	--	--	370,64	34,08	Verificada	--
6,13	--	--	--	--	370,64	21,49	Verificada	--
6,42	--	--	--	--	370,64	16,34	Verificada	--
6,71	--	--	--	--	370,64	13,76	Verificada	--
7,00	--	--	--	--	370,64	13,76	Verificada	--
7,29	--	--	--	--	370,64	12,94	Verificada	--
7,58	--	--	--	--	370,64	12,86	Verificada	--
7,88	--	--	--	--	370,64	13,51	Verificada	--
8,17	--	--	--	--	370,64	15,11	Verificada	--

---

## Indice

1.Archivo materiales	17
2.Archivo secciones...	17
3.Archivo vigas de reparto	17
4.Archivo anclajes	18
5.Anclajes	19
6.Cargas	19
6.1.Fase: 1	19
6.2.Fase: 2	19
7.Fase: 1 Análisis geotécnico	19
7.1.Fase: 1 - Combinación: 1	19
7.2.Fase: 1 - Combinación: 2	21
8.Fase: 2 Análisis geotécnico	24
8.1.Fase: 2 - Combinación: 1	24
8.2.Fase: 2 - Combinación: 2	26
9.Fase: 1 Resultados análisis estructural	28
9.1.Fase: 1 - Combinación: 1	28
10.Fase: 2 Resultados análisis estructural	32
10.1.Fase: 2 - Combinación: 1	32
Indice	36

- *5. Cálculo de estabilidad global*

## Relación de cálculo

### Definición

Por talud se entiende una porción de vertiente natural cuyo perfil original ha sido modificado con intervenciones artificiales relevantes con respecto a la estabilidad. Por derrumbe se entiende una situación de inestabilidad que concierne vertientes naturales y comprende considerables espacios de terreno.

### Introducción al análisis de estabilidad

Para resolver un problema de estabilidad es necesario tener en cuenta las ecuaciones de campo y los vínculos constitutivos. Las primeras tienen que ver con el equilibrio, mientras que los vínculos describen el comportamiento del terreno. Tales ecuaciones son particularmente complejas ya que los terrenos son sistemas multifase, que se pueden convertir en sistemas monofase solo en condiciones de terreno seco, o de análisis en condiciones drenadas. En la mayor parte de los casos nos encontramos con suelos que además de saturados, son también bifase, lo que vuelve notoriamente complicado el análisis de las ecuaciones de equilibrio. Además es prácticamente imposible definir una ley constitutiva de validez general, ya que los terrenos presentan un comportamiento no-lineal y aún en caso de pequeñas deformaciones, son anisótropos y su comportamiento depende no solo del esfuerzo desviador, sino también del normal. Para enfrentar estas dificultades se introducen hipótesis que ayuden a simplificar:

1. Se usan leyes constitutivas simplificadas: modelo rígido perfectamente plástico. Se asume que la resistencia del suelo se expresa únicamente con los parámetros cohesión ( $c$ ) y ángulo de rozamiento ( $\phi$ ), constantes para el terreno y característicos del estado plástico. Por tanto, se considera válido el criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
2. En algunos casos se satisfacen solo en parte las ecuaciones de equilibrio.

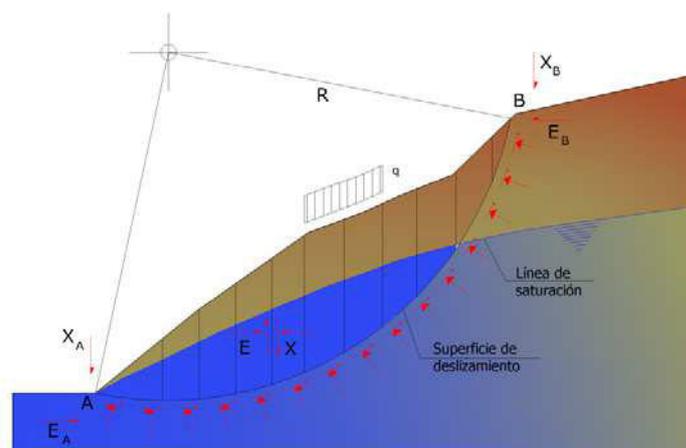
### Método del equilibrio límite (LEM)

El método del equilibrio límite consiste en estudiar el equilibrio de un cuerpo rígido, constituido por el talud y por una superficie de deslizamiento de cualquier forma (línea recta, arco circular, espiral logarítmica). Con tal equilibrio se calculan las tensiones de corte ( $\tau$ ) y se comparan con la resistencia disponible ( $\tau_f$ ), calculada según el criterio de rotura de Coulomb: De tal comparación deriva la primera indicación de estabilidad, con el coeficiente de seguridad:

$$F = \tau_f / \tau$$

Entre los métodos del equilibrio último hay algunos que consideran el equilibrio global del cuerpo rígido (Culman) mientras que otros, por falta de homogeneidad, dividen el cuerpo en rebanadas y consideran el equilibrio de cada una (Fellenius, Bishop, Janbu, etc.).

A continuación se discuten los métodos del equilibrio último de las rebanadas.



## Método de las rebanadas

La masa susceptible al deslizamiento se subdivide en un número conveniente de rebanadas. Si el número de rebanadas es igual a  $n$ , el problema presenta las siguientes incógnitas:

- $n$  valores de las fuerzas normales  $N_i$  en la base de cada rebanada
- $n$  valores de las fuerzas de corte en la base de la rebanada  $T$
- $(n-1)$  fuerzas normales  $E_i$  en la conexión de las rebanadas
- $(n-1)$  fuerzas tangenciales  $X_i$  en la conexión de las rebanadas
- $n$  valores de la coordenada del punto de aplicación de las  $E_i$
- $(n-1)$  valores de la coordenada del punto de aplicación de las  $X_i$
- una incógnita constituida por el factor de seguridad  $F$ .

En total las incógnitas son  $(6n-2)$ .

Mientras las ecuaciones a disposición son:

- ecuaciones de equilibrio de momentos  $n$
- ecuaciones de equilibrio en la traslación vertical  $n$
- ecuaciones de equilibrio en la traslación horizontal  $n$
- ecuaciones del criterio de rotura  $n$

Total número de ecuaciones  $4n$

El problema es estáticamente indeterminado y el grado de indeterminación es igual a:

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

El grado de indeterminación se reduce a  $(n-2)$ . Al asumir que  $N_i$  se aplica en el punto medio de la franja, esto equivale a crear la hipótesis de que las tensiones normales totales están distribuidas uniformemente.

Los diferentes métodos que se basan en la teoría del equilibrio límite se diferencian por el modo en que se eliminan las  $(n-2)$  indeterminaciones.

## Método de Fellenius (1927)

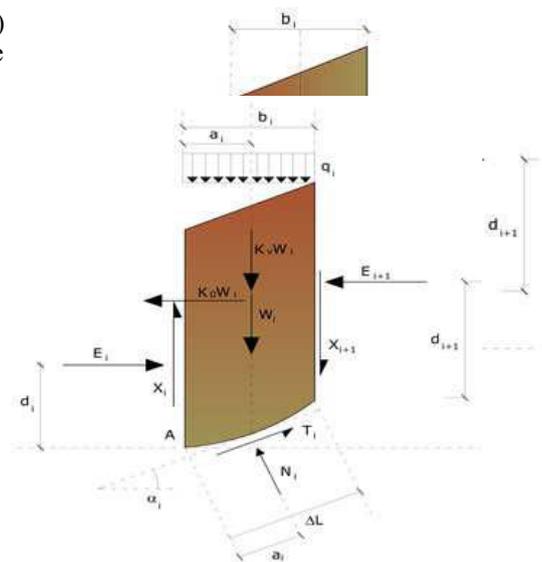
Con este método (válido solo para superficies de deslizamiento circulares) se pasan por alto las fuerzas entre las franjas, por lo tanto las incógnitas se reducen a:

- $n$  valores de las fuerzas normales  $N_i$ ;
- $n$  valores de las fuerzas de corte  $T_i$ ;
- 1 factor de seguridad.

Incógnitas  $(2n+1)$ .

Las ecuaciones disponibles son:

- $n$  ecuaciones de equilibrio traslación vertical;
- $n$  ecuaciones del criterio de rotura;
- ecuación de equilibrio de momentos global.



$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Esta ecuación es fácil de resolver pero se ha visto que da resultados conservadores (factores de seguridad bajos) especialmente para superficies profundas.

### Método de Bishop (1955)

Con este método se toman en cuenta todas las fuerzas actuantes en los bloques. Fue el primero en describir los problemas relacionados con los métodos convencionales.

Las ecuaciones usadas para resolver el problema son:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio de rotura}$$

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Los valores de F y de  $\Delta X$  que satisfacen esta ecuación dan una solución rigurosa al problema.

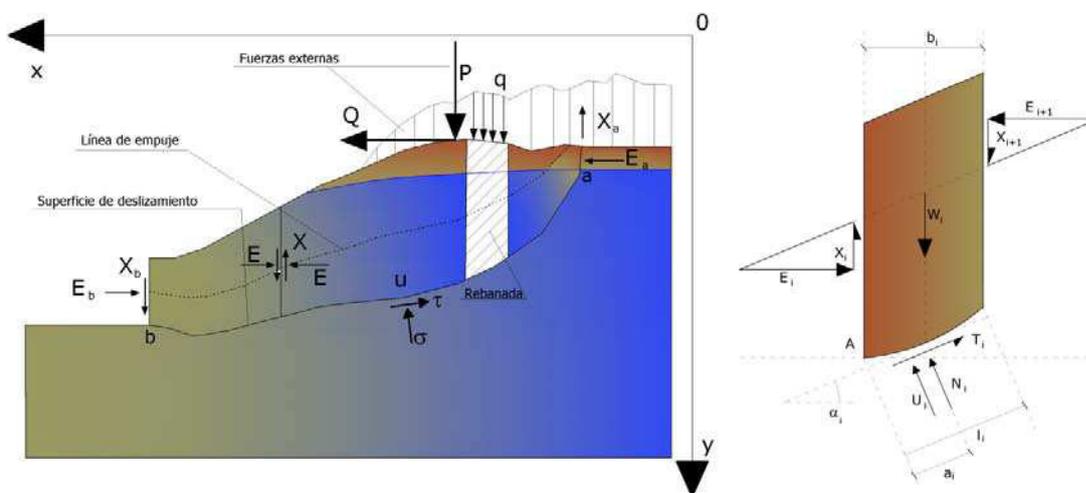
Como primer aproximación conviene plantear  $\Delta X = 0$  e iterar para el cálculo del factor de seguridad. Este procedimiento se conoce como método de **Bishop ordinario** y los errores con respecto al método completo son de alrededor de un 1 %.

### Método de Janbu (1967)

Janbu extendió el método de Bishop a superficies de deslizamiento de cualquier forma.

Cuando se tratan superficies de deslizamiento de cualquier forma el brazo de las fuerzas cambia (en el caso de las superficies circulares queda constante e igual al radio), por este motivo es mejor valorar la ecuación del momento respecto al ángulo de cada bloque.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i \} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$



*Acciones en la i-ésima rebanada según las hipótesis de Janbu y representación de la totalidad de la masa*

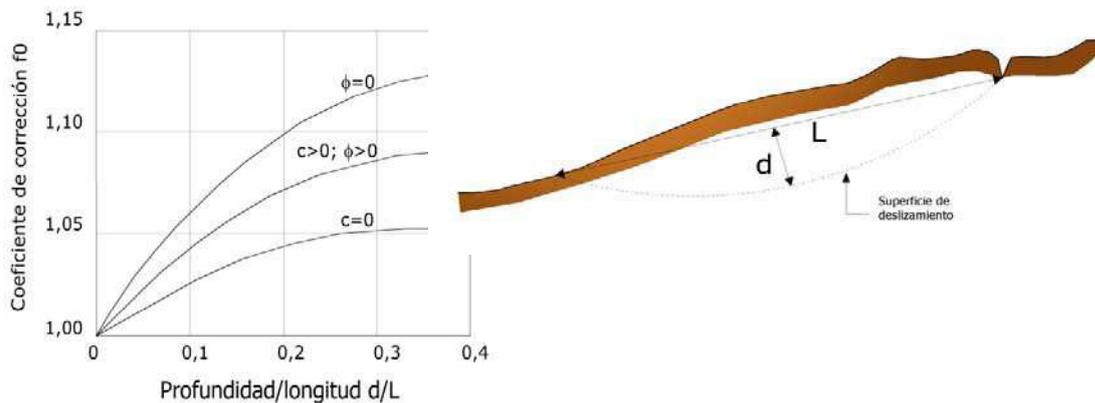
Asumiendo  $\Delta X = 0$  se obtiene el método ordinario.

Janbu propuso además un método para la corrección del factor de seguridad obtenido con el método ordinario según lo siguiente:

$$F_{\text{corregido}} = f_0 \cdot F$$

Donde  $f_0$  depende de la geometría y de los parámetros geotécnicos y esto se puede encontrar en tablas y gráficos.

Esta corrección es muy confiable para taludes poco inclinados.



### Método de Bell (1968)

Las fuerzas agentes sobre el cuerpo resbaladizo incluyen el peso efectivo del terreno,  $W$ , las fuerzas sísmicas pseudo estáticas horizontales y verticales  $K_X W$  y  $K_Z W$ , las fuerzas horizontales y verticales  $X$  y  $Z$  aplicadas externamente al perfil del talud, en fin, el resultado de los esfuerzos totales normales y de corte,  $\sigma$  e  $\tau$  agentes en la potencial superficie de deslizamiento.

El esfuerzo total normal puede incluir un exceso de presión de los poros  $u$  que se debe especificar con la introducción de los parámetros de fuerza eficaz.

Prácticamente este método se puede considerar como una extensión del método del círculo de rozamiento en secciones homogéneas anteriormente descrito por Taylor.

De acuerdo con la ley de la resistencia de Mohr-Coulomb en términos de tensión efectiva, la fuerza de corte agente en la base de la  $i$ -ésima rebanada está dada por:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \Phi_i}{F}$$

Donde:

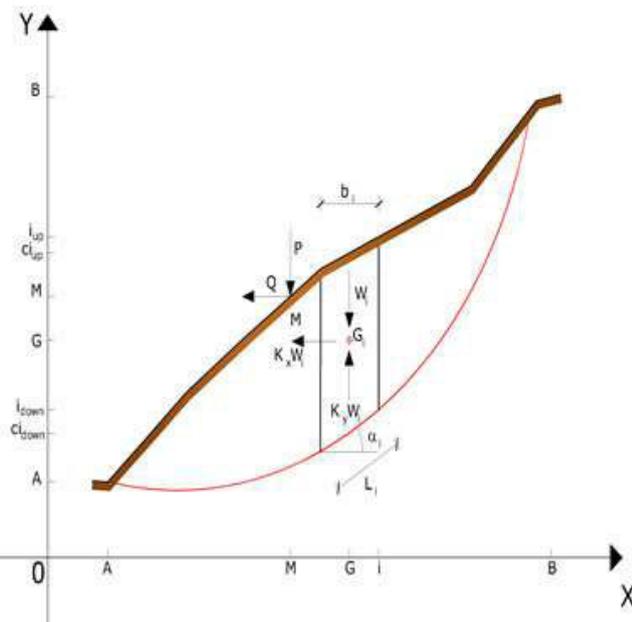
$F$  = factor de seguridad;

$c_i$  = cohesión eficaz (o total) en la base de la  $i$ -ésima rebanada;

$\Phi_i$  = ángulo de rozamiento eficaz (= 0 con la cohesión total) en la base de la  $i$ -ésima rebanada;

$L_i$  = longitud de la base de la  $i$ -ésima rebanada;

$u_{ci}$  = presión de los poros en el centro de la base de la  $i$ -ésima rebanada.



El equilibrio se da igualando a cero la suma de las fuerzas horizontales, la suma de las fuerzas verticales y la suma de los momentos con respecto al origen.  
Se adopta la siguiente asunción en la variación de la tensión normal agente en la potencial superficie de deslizamiento:

$$\sigma_{ci} = \left[ C_1(1-K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

Donde el primer término de la ecuación incluye la expresión:

$$W_i \cos \alpha_i / L_i = \text{valor del esfuerzo normal total asociado al método ordinario de las rebanadas}$$

El segundo término de la ecuación incluye la función:

$$f = \sin 2\pi \left( \frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

Donde  $x_0$  y  $x_n$  son, respectivamente, las abscisas del primer y del último punto de la superficie de deslizamiento, mientras  $x_{ci}$  representa la abscisa del punto medio de la base de la  $i$ -ésima rebanada.

Una parte sensible de reducción del peso asociada a una aceleración vertical del terreno  $K_z$  g se puede transmitir directamente a la base y esto se incluye en el factor  $(1 - K_z)$ .

El esfuerzo normal total en la base de una rebanada está dado por:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La solución de las ecuaciones de equilibrio se consigue resolviendo un sistema lineal de tres ecuaciones, las cuales se obtienen multiplicando las ecuaciones de equilibrio por el factor de seguridad  $F$ , sustituyendo la expresión de  $N_i$  y multiplicando cada término de la cohesión por un coeficiente arbitrario  $C_3$ . Con el fin de iniciar una solución iterativa, se puede usar cualquier par de valores del factor de seguridad dentro de una estimación físicamente razonable.

El número necesario de iteraciones depende tanto de la estimación inicial como de la precisión deseada para la solución; normalmente el proceso converge rápidamente.

### Método de Sarma (1973)

El método de Sarma es un simple pero esmerado método para el análisis de estabilidad de taludes que permite determinar la aceleración sísmica horizontal necesaria para que la masa de terreno, delimitada por la superficie de deslizamiento y por el perfil topográfico, alcance el estado de equilibrio límite (aceleración crítica  $K_C$ ) y, al mismo tiempo, permite obtener el factor de seguridad obtenido como con los otros métodos comunes de la geotecnia.

Se trata de un método basado en el principio del equilibrio límite y de las franjas. Por lo tanto se considera el equilibrio de una masa potencial de terreno en deslizamiento subdividida en  $n$  franjas verticales de espesor suficientemente pequeño como para asumir que el esfuerzo normal  $N_i$  obra en el punto medio de la base de la franja.

Las ecuaciones a considerar son:

- La ecuación de equilibrio en la traslación horizontal de cada rebanada;
- La ecuación de equilibrio en la traslación vertical de cada rebanada;
- La ecuación de equilibrio de momentos.

Condiciones de equilibrio en la traslación horizontal y vertical:

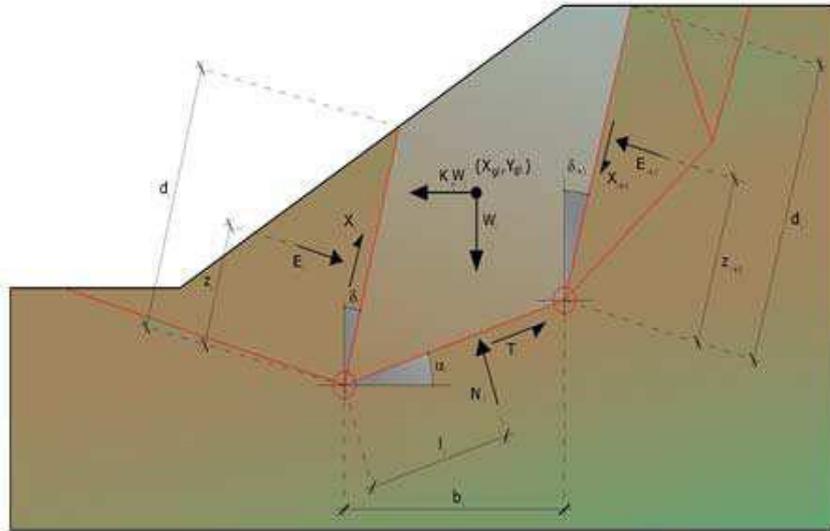
$$\begin{aligned} N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i &= W_i - \Delta X_i \\ T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i &= K W_i + \Delta E_i \end{aligned}$$

Además se asume que en ausencia de fuerzas externas en la superficie libre se tiene:

$$\begin{aligned}\Sigma \Delta E_i &= 0 \\ \Sigma \Delta X_i &= 0\end{aligned}$$

Donde  $E_i$  y  $X_i$  representan, respectivamente, las fuerzas horizontales y verticales en la  $i$ -ésima cara de la rebanada genérica  $i$ .

La ecuación de equilibrio de momentos se escribe seleccionando como punto de referencia el baricentro del cúmulo; de manera que, después de haber efectuado una serie de posiciones y transformaciones trigonométricas y algebraicas, en el método de Sarma la solución del problema se obtiene resolviendo dos ecuaciones:



Acciones en la  $i$ -ésima rebanada, método de Sarma

$$\begin{aligned}\sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha_i) + \sum \Delta E_i &= \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i \\ \sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha'_i) + (x'_i - x_G)] &= \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G)\end{aligned}$$

Pero el enfoque de solución, en este caso, está completamente invertido: el problema en efecto requiere encontrar un valor de  $K$  (aceleración sísmica) correspondiente a un determinado factor de seguridad; y en particular, encontrar el valor de la aceleración  $K$  correspondiente al factor de seguridad  $F = 1$ , o sea la aceleración crítica.

Se tiene por lo tanto:

$$\begin{aligned}K &= K_c && \text{Aceleración crítica si } F=1 \\ F &= F_s && \text{Factor de seguridad en condiciones estáticas si } K=0\end{aligned}$$

La segunda parte del problema del Método de Sarma es encontrar una distribución de fuerzas internas  $X_i$  y  $E_i$  tal que permita verificar el equilibrio de la rebanada y el equilibrio global del macizo, sin violar el criterio de rotura.

Se ha encontrado que una solución aceptable al problema se puede obtener asumiendo la siguiente distribución de las fuerzas  $X_i$ :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

Donde  $Q_i$  es una función conocida, donde se toman en cuenta los parámetros geotécnicos promedio en la  $i$ -ésima cara de la rebanada  $i$ , y  $\lambda$  representa una incógnita.

La solución completa del problema se obtiene por lo tanto, después de algunas iteraciones, con los valores de  $K_c$ ,  $\lambda$  y  $F$ , que permiten obtener también la distribución de las fuerzas entre las franjas.

### Método de Spencer (1967)

El método se basa en el supuesto de que:

1. Las fuerzas de conexión a lo largo de las superficies de división de cada rebanada están orientadas paralelamente entre sí e inclinadas con respecto a la horizontal de un ángulo  $\theta$ ;
2. Todos los momentos son nulos  $M_i = 0 \quad i=1 \dots n$ .

Básicamente el método satisface todas las ecuaciones de la estática y equivale al método de Morgenstern y Price cuando la función  $f(x) = 1$ .

Imponiendo el equilibrio de momentos respecto al centro del arco descrito por la superficie de deslizamiento se tiene:

$$1) \quad \sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

Donde:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h l \sec \alpha) \frac{\text{tg} \alpha}{F_s} - W \text{sen} \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[ \frac{F_s + \text{tg} \phi \text{tg}(\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

fuerza de interacción entre las rebanadas;

$R$  = radio del arco circular;

$\theta$  = ángulo de inclinación de la fuerza  $Q_i$  respecto a la horizontal.

Imponiendo el equilibrio de las fuerzas horizontales y verticales se obtiene respectivamente:

$$\begin{aligned} \sum (Q_i \cos \theta) &= 0 \\ \sum (Q_i \text{sen} \theta) &= 0 \end{aligned}$$

Asumiendo las fuerzas  $Q_i$  paralelas entre sí, se puede también escribir:

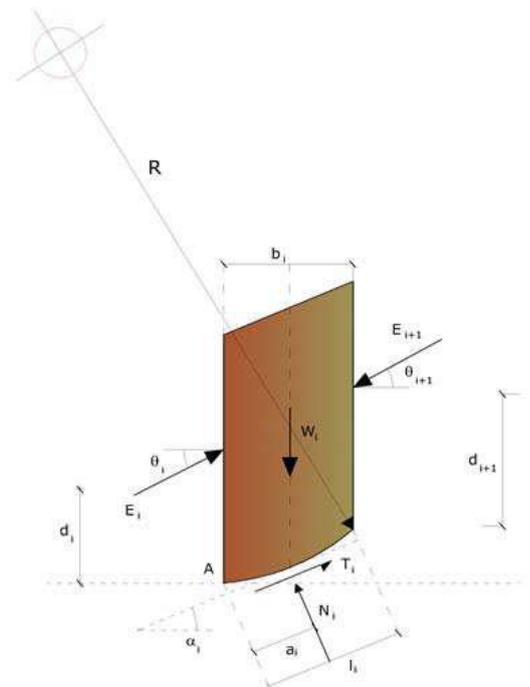
$$2) \quad \sum Q_i = 0$$

El método propone el cálculo de dos coeficientes de seguridad: el primero ( $F_{sm}$ ) se obtiene de 1), ligado al equilibrio de momentos; el segundo ( $F_{sf}$ ) de 2) ligado al equilibrio de fuerzas. En práctica se procede resolviendo la 1) y la 2) para un intervalo dado de valores del ángulo  $\theta$ , considerando como valor único del coeficiente de seguridad aquel para el cual se obtiene:

$$F_{sm} = F_{sf}$$

### Método de Morgenstern y Price (1965)

Se establece una relación entre los componentes de las fuerzas de interconexión de tipo  $X = \lambda f(x)E$ , donde  $\lambda$  es un factor de escala y  $f(x)$  es la función de la posición de  $E$  y de  $X$  que define una relación entre las variaciones de la fuerza  $X$  y de la

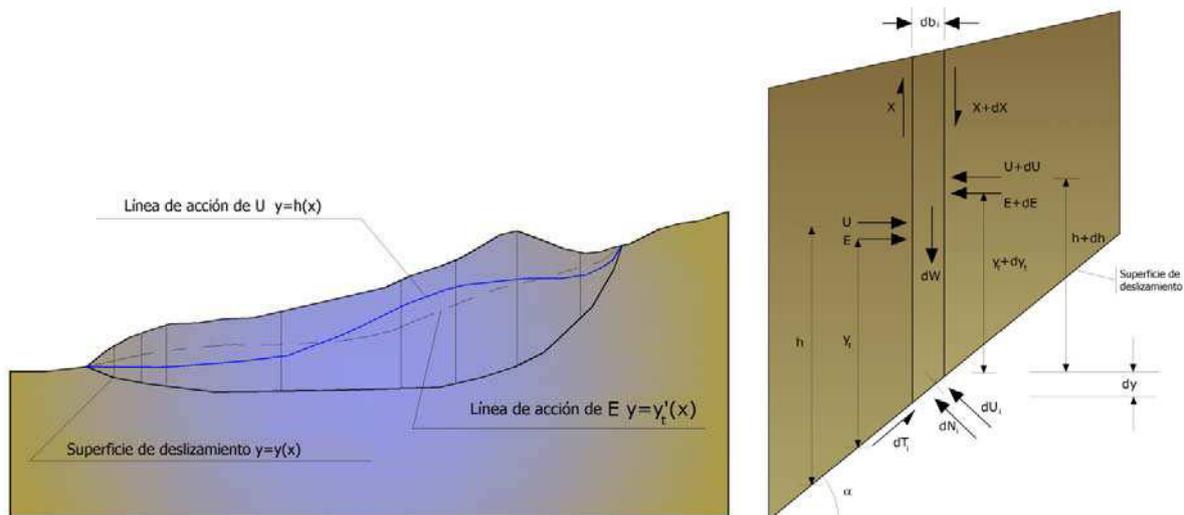


fuerza  $E$  dentro la masa deslizante. La función  $f(x)$  se escoge arbitrariamente (constante, senoide, semisenoide, trapecio, fraccionada) e influye poco sobre el resultado, pero se debe verificar que los valores obtenidos de las incógnitas sean físicamente aceptables.

La particularidad del método es que la masa se subdivide en franjas infinitesimales, a las cuales se aplican las ecuaciones de equilibrio en la traslación horizontal y vertical y de rotura en la base de las franjas. Se llega a una primer ecuación diferencial que une las fuerzas de conexión incógnitas  $E$ ,  $X$ , el coeficiente de seguridad  $F_s$ , el peso de la franja infinitesimal  $dW$  y el resultado de las presiones neutras en la base  $dU$ .

Se obtiene la llamada “**ecuación de las fuerzas**”:

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + \operatorname{tg} \varphi' \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) = \frac{dE}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \left( \frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$



*Acciones en la i-ésima rebanada según las hipótesis de Monge y Price y representación del conjunto*

Una segunda ecuación, llamada “**ecuación de los momentos**”, se escribe imponiendo la condición de equilibrio a la rotación respecto a la base:

$$X = \frac{d(E \cdot y)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

Estas dos ecuaciones se extienden por integración a toda la masa deslizante.

El método de cálculo satisface todas las ecuaciones de equilibrio y se aplica a superficies de cualquier forma, pero implica necesariamente el uso de un ordenador.

### Método de Zeng y Liang (2002)

Con Zeng y Liang se efectuaron una serie de análisis paramétricos en un modelo bidimensional, desarrollado según los elementos finitos, que recrea el caso de pilotes en un terreno en movimiento (drilled shafts). El modelo bidimensional reproduce una franja de terreno de espesor 1 y supone que el fenómeno se da en condiciones de deformación plana en dirección paralela al eje de los pilotes.

Dicho modelo ha sido utilizado para investigar la influencia que tienen en la formación del efecto arco, algunos parámetros como el interje entre pilotes, el diámetro y la forma de los mismos y las propiedades mecánicas del suelo. En la relación

entre interjees y el diámetro de los pilotes ( $s/d$ ), los autores identifican el parámetro adimensional determinante en la formación del efecto arco.

El problema resulta ser estáticamente indeterminado, con un grado de indeterminación igual a  $(8n-4)$ , sin embargo es posible obtener una solución reduciendo el número de incógnitas y asumiendo hipótesis simplificadoras, con el fin de determinar el problema.

Los supuestos que determinan el problema son:

- $K_y$  se asumen como horizontales con el fin de reducir el número total de incógnitas de  $(n-1)$  a  $(7n-3)$ ;

-Las fuerzas normales en la base de la banda actúan en el punto medio, reduciendo las incógnitas de  $n$  a  $(6n-3)$ ;

-La posición de los empujes laterales está a un tercio de la altura promedio de la interrebanada y reduce las incógnitas de  $(n-1)$  a  $(5n-2)$ ;

-Las fuerzas  $(P_{i-1})$  y  $P_i$  se asumen como paralelas a la inclinación de la base de la franja ( $\alpha_i$ ), reduciendo el número de incógnitas de  $(n-1)$  a  $(4n-1)$ ;

-Se asume un único límite elástico para todas las franjas, reduciendo las incógnitas de  $(n)$  a  $(3n-1)$ .

El número total de incógnitas se reduce por lo tanto a  $(3n)$  y para calcularlas se usa el factor de transferencia de carga. Además se debe tener en cuenta que la fuerza de estabilización transmitida al terreno en el lado externo de los pilotes se reduce en una cantidad  $R$ , llamado factor de reducción, calculado como a continuación:

$$R = \frac{1}{s/d} + \left(1 - \frac{1}{s/d}\right) \cdot R_p$$

El factor  $R$  depende por lo tanto del cociente entre el interjeje de los pilotes y el diámetro de los mismos y del factor  $R_p$  que toma en cuenta el efecto arco.

### Estimación de la acción sísmica

Para verificar la estabilidad de taludes con acción sísmica se usa el método pseudo-estático. Para terrenos que con una carga cíclica puedan desarrollar presiones intersticiales elevadas, se considera un aumento porcentual de las presiones neutras que toma en cuenta este factor de pérdida de resistencia.

Para evaluar la acción sísmica se consideran las siguientes fuerzas:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

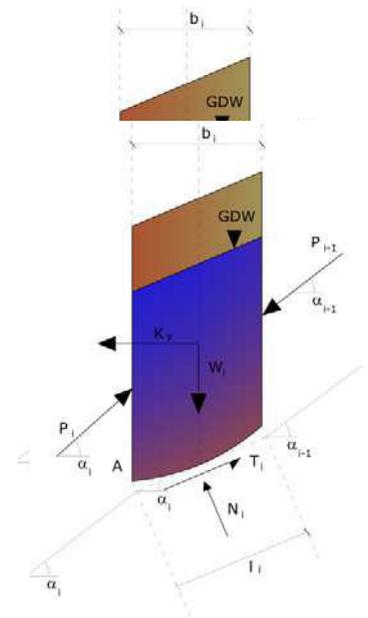
Donde:

- $F_H$  y  $F_V$  son, respectivamente, el componente horizontal y vertical la fuerza de inercia aplicada al baricentro de la rebanada;
- $W$  peso de la rebanada;
- $K_x$  coeficiente sísmico horizontal;
- $K_y$  coeficiente sísmico vertical.

### Búsqueda de la superficie de deslizamiento crítica

En presencia de suelos homogéneos no se dispone de métodos para individuar la superficie de deslizamiento crítica y se debe examinar un elevado número de superficies potenciales.

En caso de superficies de forma circular la búsqueda se hace más sencilla, ya que después de haber colocado una malla centros de  $m$  líneas y  $n$  columnas, se examinan todas las superficies cuyo centro sea el nudo genérico de la malla  $m \times n$  con radio variable dentro un determinado rango de valores, de forma tal que se examinan superficies cinemáticamente admisibles.



## Estabilidad de taludes utilizando pilotes

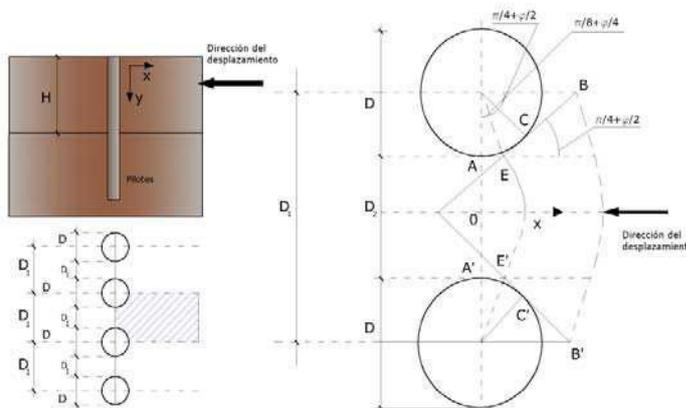
Los pilotes ayudan a aumentar la resistencia al corte en ciertas superficies de deslizamiento. La operación puede ser el resultado de una estabilidad ya establecida, donde se conoce la superficie de deslizamiento, o bien de forma preventiva, se puede proyectar según hipotéticas superficies de rotura que responsablemente, se asumen como las más probables. En ambos casos, se opera considerando una masa de terreno en movimiento sobre un cúmulo estable en el cual se atesta la alineación de pilotes.

El terreno de ambas zonas tiene una influencia distinta sobre el elemento uniaxial (pilote): sollicitaciones en la parte superior (pilote pasivo – terreno activo) y resistencia en la zona inferior (pilote activo – terreno pasivo). De esta interferencia, entre “barrera” y masa en movimiento derivan las acciones estabilizadoras, las cuales deben perseguir los siguientes objetivos:

1. conferir al talud un coeficiente de seguridad mayor del que posee;
2. ser absorbidas por la estructura garantizando su integridad (las tensiones internas, derivadas de las sollicitaciones máximas transmitidas a las diferentes secciones de cada pilote, deben ser inferiores a las admisibles del suelo) y resultar inferiores a la carga última que soporta el terreno calculada, lateralmente considerando la iteración (pilote-terreno).

## Carga última de la interacción entre los pilotes y el terreno lateral

En los tipos de terreno cuyo comportamiento no es de tipo homogéneo, las deformaciones en la zona de contacto no están relacionadas entre sí. Por lo tanto al no poder asociar el suelo a un modelo de comportamiento perfectamente elástico (hipótesis que se puede asumir con materiales rocosos poco fracturados), generalmente se procede suponiendo que el movimiento de masa se encuentre en su estado inicial y que el terreno adyacente a los pilotes esté en la fase máxima consentida de plastificación, más allá de la cual podría suceder que el material se deslice a través de la cortina de pilotes.



Estableciendo además que la carga absorbida por el terreno sea igual a la de la condición límite hipotética y que entre dos pilotes consecutivos, como consecuencia del empuje activo, se instaure una especie de efecto arco, los autores T. Ito y T. Matsui (1975) obtuvieron la relación que permite determinar la carga última. Esto se logra refiriéndose al esquema estático diseñado en la figura anterior y a las hipótesis citadas.

- Bajo la acción del empuje activo del terreno se forman dos superficies de deslizamiento localizadas en las líneas AEB y A'E'B'
- Las direcciones EB y E'B' forman los siguientes ángulos con el eje x:  $+(45 + \varphi/2)$  e  $-(45 + \varphi/2)$ , respectivamente
- El volumen del terreno, comprendido en la zona delimitada por los vértices AEBB'E'A' tiene un comportamiento plástico, y por lo tanto se puede aplicar el criterio de ruptura de Mohr-coulomb

- La presión activa del terreno actúa en el plano A-A';
- Los pilotes poseen una elevada rigidez a flexión y corte.

Dicha expresión, referida a la profundidad genérica Z, con respecto a un espesor de terreno unitario, es la siguiente:

$$P(Z) = C \cdot D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \left[ \frac{1}{(N_\varphi \tan \varphi)} \left( e^{K_2} - 2(N_\varphi)^{1/2} \tan \varphi - 1 \right) + K_3 \right] - C \left[ D_1 \cdot K_3 - D_2 / (N_\varphi)^{1/2} \right] + \gamma Z / N_\varphi \left[ D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \cdot e^{K_2} - D_2 \right]$$

Donde:

C = cohesión terreno;

$\varphi$  = ángulo de rozamiento terreno;

$\gamma$  = peso específico terreno;

$D_1$  = intereje entre pilotes;

$D_2$  = espacio libre entre dos pilotes consecutivos;

$$N_\varphi = \tan^2(\pi/4 + \varphi/2)$$

$$K_1 = (N_\varphi)^{1/2} \tan \varphi + N_\varphi - 1$$

$$K_2 = (D_1 - D_2) / D_2 \cdot N_\varphi \tan(\pi/8 + \varphi/4)$$

$$K_3 = \left[ 2 \tan \varphi + 2(N_\varphi)^{1/2} + 1 / (N_\varphi)^{1/2} \right] / \left[ (N_\varphi)^{1/2} \tan \varphi + N_\varphi - 1 \right]$$

La fuerza total, con respecto a un estrato de terreno en movimiento de espesor H, se obtiene integrando la expresión anterior.

En presencia de terrenos granulosos (condición drenada), en los cuales se pueden asumir  $C = 0$ , la expresión se convierte en:

$$P = 1/2 \gamma \cdot H^2 / N_\varphi \left[ D_1 (D_1/D_2)^{K_1} \cdot e^{K_2} - D_2 \right]$$

Con terrenos cohesivos (condición no drenada), con  $\varphi = 0$  y  $C \neq 0$ , se tiene:

$$P(Z) = C \left[ D_1 (3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2) / D_2 \tan \pi/8) - 2(D_1 - D_2) \right] + \gamma \cdot Z (D_1 - D_2)$$

$$P = \int_0^H P(Z) dZ$$

$$P = C \cdot H \left[ D_1 (3 \ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2) / D_2 \tan \pi/8) - 2(D_1 - D_2) \right] + 1/2 \gamma H^2 (D_1 - D_2)$$

El dimensionado de la cortina de pilotes que, como ya se ha mencionado, debe conferir al talud un incremento del coeficiente de seguridad y garantizar la integridad del mecanismo pilote-terreno, es bastante problemático. De hecho, dada la complejidad de la expresión de la carga P, que se ve influenciada por varios factores asociados sea a las características mecánicas del terreno que a la geometría de la estructura, no es fácil llegar a la solución más conveniente con una sola elaboración. Para alcanzar el objetivo es necesario realizar varios intentos con la finalidad de:

- Encontrar en el perfil topográfico del talud, una posición que pueda garantizar, en igualdad de condiciones, una mejor distribución de coeficientes de seguridad
- Determinar la colocación de los pilotes, caracterizada por la relación entre interejes y distancia entre los pilotes ( $D_2/D_1$ ), que permite aprovechar al máximo la resistencia del complejo pilote-terreno. Por experiencia se ha comprobado que, excluyendo los casos límites ( $D_2 = 0 \rightarrow P \rightarrow \infty$  e  $D_2 = D_1 \rightarrow P \rightarrow$  valor

mínimo), los valores más adecuados son aquellos para los cuales tal relación está comprendida entre 0,60 y 0,80;

- Evaluar la posibilidad de introducir más filas de pilotes y, en caso afirmativo, evaluar para las filas sucesivas, la posición que da más garantías en términos de seguridad y de ahorro de materiales;
- Adoptar el tipo de vínculo adecuado para obtener una distribución más regular de las solicitaciones. Por experiencia se ha constatado que el que alcanza mejor dicho objetivo es el vínculo que impide la rotación de la cabeza del pilote.

### **Método de la carga última de Broms**

En caso de que la carga del pilote sea ortogonal al eje, configuración que se da cuando un pilote impide el movimiento de una masa en derrumbe, la resistencia puede quedar a cargo de su carga última horizontal.

Broms analiza el problema de cálculo de la carga última horizontal tanto para medios cohesivos como no cohesivos. Su método de cálculo se basa en algunas hipótesis simplificadoras con respecto a la reacción que ejerce el terreno por unidad de longitud de pilote en condiciones límite y también toma en cuenta la resistencia a la rotura del pilote (Momento de plastificación).

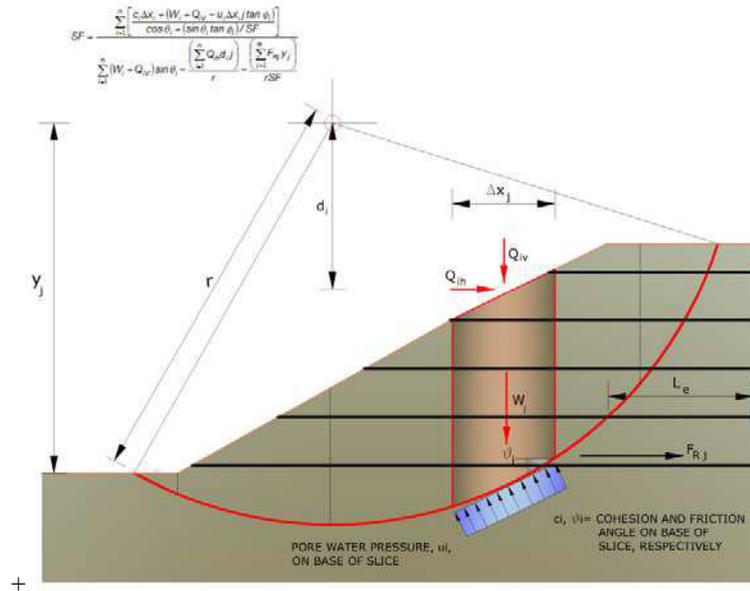
Con este método se puede hacer frente a varios casos:

- Medio puramente cohesivo, pilote libre de rotar en la cabeza;
  - o Mecanismo de pilote corto;
  - o Mecanismo de pilote largo;
- Medio puramente cohesivo, pilote con restricción para rotar en la cabeza;
  - o Mecanismo de pilote corto;
  - o Mecanismo de pilote intermedio;
  - o Mecanismo de pilote largo;
- Medio sin cohesión, pilote con restricción para rotar en la cabeza;
  - o Mecanismo de pilote corto;
  - o Mecanismo de pilote largo;
- Medio sin cohesión, pilote libre de rotar en la cabeza;
  - o Mecanismo de pilote corto;
  - o Mecanismo de pilote intermedio;
  - o Mecanismo de pilote largo.

### **Elementos de Refuerzo**

Los refuerzos son elementos horizontales y su aplicación aumenta la resistencia del terreno al desplazamiento.

Si el elemento de refuerzo interseca la superficie de desplazamiento, entonces la fuerza de resistencia que proporciona entra en la ecuación de equilibrio de cada rebanada; en caso contrario el elemento de refuerzo no tiene influencia alguna en la estabilidad.



Las comprobaciones internas tienen como objetivo estimar el nivel de estabilidad del terreno reforzado; los cálculos permiten la verificación de la rotura del elemento de refuerzo por tracción y la verificación del arrancamiento (*Pullout*). El parámetro que suministra la resistencia a tracción del refuerzo,  $T_{Allow}$ , se calcula partiendo de la resistencia nominal del material con el que ha sido realizado el mismo, reducido con coeficientes adecuados que tengan en cuenta la agresividad del terreno, el daño por efecto creep y el daño por instalación. El otro parámetro es la resistencia a la extracción (*Pullout*) que se calcula mediante la siguiente relación:

$$T_{Pullout} = 2 \cdot L_e \cdot \sigma'_v \cdot f_b \cdot \tan(\delta)$$

Para geosintéticos no tejidos:

$$f_b = \frac{\tan(\delta)}{\tan(\varphi)}$$

Donde:

- $\delta$  Representa el ángulo de rozamiento entre el terreno y el refuerzo;
- $T_{Pullout}$  Resistencia que moviliza un refuerzo anclado en una longitud  $L_e$  al interior de la parte estable del terreno;
- $L_e$  Longitud de anclaje del refuerzo al interior de la parte estable;
- $f_b$  Coeficiente de *Pullout*;
- $\sigma'_v$  Tensión vertical, calculada a la profundidad media del tramo de refuerzo anclado al terreno.

A efectos de la comprobación, se elige el valor mínimo entre  $T_{Allow}$  y  $T_{Pullout}$ , la verificación interna se satisface si la fuerza que transmite el refuerzo generada en la parte posterior del tramo reforzado no supera el valor de la  $T$ .

**Análisis de Estabilidad de Taludes con: BISHOP (1955)**

Normativa	NTC 2008
Número de estratos	4,0
Número rebanadas	10,0
Grado de seguridad aceptable	1,1
Parámetros geotécnicos a usar. Ángulo de rozamiento interno:	Pico
Análisis	Condición drenada
Superficie circular	

**Malla centros**

Abcisa vértice izquierdo inferior xi	44,16 m
Ordenada vértice izquierdo inferior yi	52,0 m
Abcisa vértice derecho superior xs	55,84 m
Ordenada vértice derecho superior ys	63,69 m
Intervalo de búsqueda	10,0
Número de celdas en x	10,0
Número de celdas en y	10,0

**Vértices perfil**

Nr	X (m)	y (m)
1	34,93	41,82
2	50,0	44,0
3	50,0	50,0
4	60,0	50,0
5	70,0	50,0

**Vértices estrato.....1**

N	X (m)	y (m)
1	34,93	41,82
2	50,0	44,0
3	50,0	45,01
4	70,0	48,5 3

**Vértices estrato.....2**

N	X (m)	y (m)
1	34,93	40,36
2	70,0	46,5 3

**Vértices estrato.....3**

N	X (m)	y (m)
1	34,93	39,69
2	70,0	42,75

**Coefficientes parciales parámetros geotécnicos del terreno**

Tangente ángulo de resistencia al corte	1,0
Cohesión efectiva	1,0
Cohesión no drenada	1,0
Reducción parámetros geotécnicos terreno	Si

**Estratigrafía**

c: cohesión; cu: Cohesión no drenada; Fi: Ángulo de rozamiento interno; G: Peso Específico; Gs: Peso Específico Saturado; K: Módulo de Winkler

Estrato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	Litología	
1	0		30	1631,52	1631,52	R1	
2	0		29	1631,52	1631,52	R2	
3	0		30	1804,869	1804,869	A3	
4	0		45	2345,31	2345,31	Substrato roccioso	

**Anclajes**

Nº	x (m)	y (m)	Longitud libre (m)	Longitud anclada (m)	Diámetro del bulbo (m)	Inclinación (°)	Tensado (Kg)
1	50	47	12	5	0,3	30	0
2	50	44,5	12	5	0,3	30	0

**Cargas repartidas**

Nº	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carga externa (kg/cm <sup>2</sup> )
1	50,18	50	70	50	0,999306

**Resultados análisis talud [A1+M1+R1]**

Fs mínimo encontrado	3,49
Abscisa centro superficie	48,25 m
Ordenada centro superficie	53,75 m
Radio superficie	17,86 m

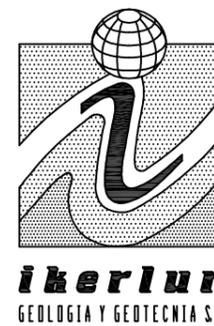
B: Ancho de la rebanada; Alfa: Ángulo de inclinación de la base de la rebanada; Li: Longitud de la base de la rebanada; Peso de la rebanada; Ui: Fuerzas derivadas de las presiones neutras; Ni: Fuerzas agentes normalmente en la dirección de deslizamiento; Ti: Fuerzas agentes paralelamente a la superficie de deslizamiento; Fi: Ángulo de rozamiento interno; c: cohesión.

**xc = 48,247 yc = 53,753 Rc = 17,861 Fs=3,488**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	3,08	-41,5	4,1	8902,46	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0	13919,5	2304,0
2	3,08	-29,2	3,5226666,79		0,0	0,0	0,0	45,0	0,0	36390,5	10432,8
3	3,08	-18,4	3,2439359,55		0,0	0,0	0,0	45,0	0,0	45828,9	13138,7
4	3,08	-8,2	3,1147533,71		0,0	0,0	0,0	45,0	0,0	50079,7	14357,4
5	2,74	1,2	2,7446022,62		0,0	0,0	0,0	45,0	0,0	45751,5	13116,6
6	0,05	5,7	0,05	1095,55	0,0	0,0	0,0	45,0	0,0	1070,3	306,9
7	6,43	16,6	6,71227531,2		0,0	0,0	0,0	45,0	0,02	18733,5	62708,9
8	3,08	33,4	3,6894712,49		0,0	0,0	0,0	45,0	0,09	5401,2	27350,7
9	3,08	46,5	4,47	77104,8	0,0	0,0	0,0	45,0	0,08	6004,2	24656,6
10	3,08	65,8	7,495	1480,14	0,0	0,0	0,0	29,0	0,09	2688,5	14729,6

## Índice

1.Datos generales	15
2.Vértices perfil	15
3.Vértices estrato.....1	15
4.Vértices estrato.....2	15
5.Vértices estrato.....3	15
6.Coeficientes parciales parámetros geotécnicos del terreno	16
7.Estratigrafía	16
8.Anclajes	16
9.Resultados análisis talud [A1+M1+R1]	16
Índice	18



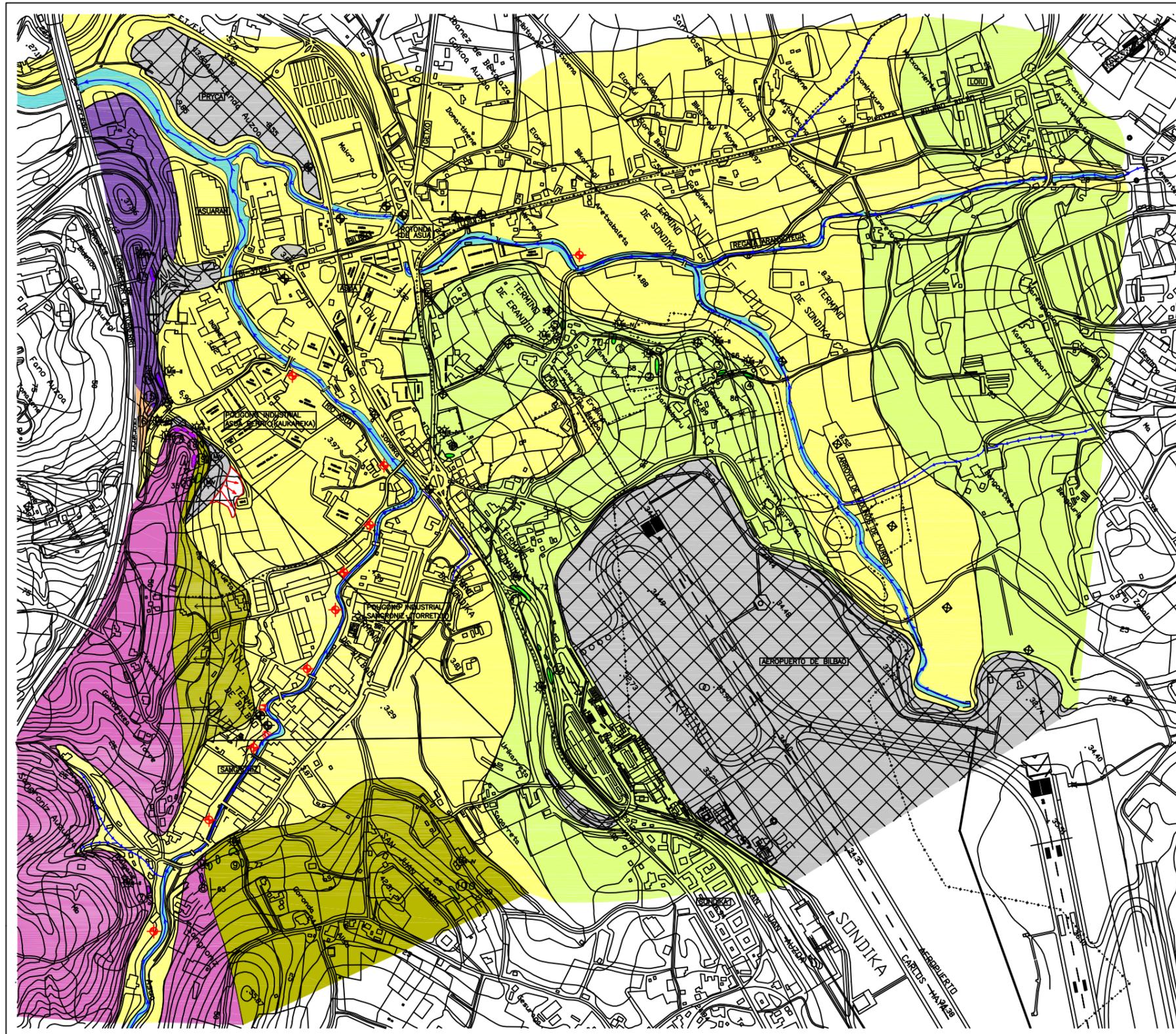
ENCAUZAMIENTO RIO ASUA Y RIO LAUROS  
(ERANDIO - SONDIKA - LOIU)

PLANO DE SITUACION

ESCALA  
ORIGINAL

PLANO  
1

OCT 99



**LEYENDA**

-  RELLENO HETEROGENEO
-  CUATERNARIO
-  SUELOS ALUVIALES
- ROCA**
-  CRETACICO SUPERIOR (CENOMANIENSE-CONIACIENSE)
- CALIZAS ARCILLOSAS DE ESQUITOSIDAD BIEN DESARROLLADA Y ARGILITAS GRISES, CON OCASIONALES INTERCALACIONES DE CALIZAS ARENOSAS.
-  CRETACICO INFERIOR (ALBIENSE SUPERIOR)
- COMPLEJO SUPRAURGONIANO
-  LIMOLITAS Y ARGILITAS GRISES CON OCASIONALES INTERCALACIONES DE ARENICAS, DEPOSITADAS EN ESTRATOS DE ESPESOR DECIMETRICO A CENTIMETRICO.
- COMPLEJO VOLCANICO
-  LAVAS ALMOHADILLADAS Y CENIZAS VOLCANICAS MASMAS DE COLOR GRIS Y VERDE
-  BASALTOS CON INTERCALACIONES DE TOBAS Y BRECHAS VOLCANICAS, DE TONOS PARDOS, ESTRATIFICADAS EN BANCOS DE ESPESOR DECIMETRICO.
-  COLADAS MASMAS DE BASALTOS DE TONOS PARDOS ROJIZOS.

**NOTA** - LOS TONOS FUERTES CORRESPONDEN A AFLORAMIENTOS DE ROCA, Y LOS DEBILES A UN RECUBRIMIENTO DE SUELOS Y/O RELLENOS SOBRE EL MACIZO ROCOSO INFERIOR A 2.50 Mts.

**SIMBOLOGIA**

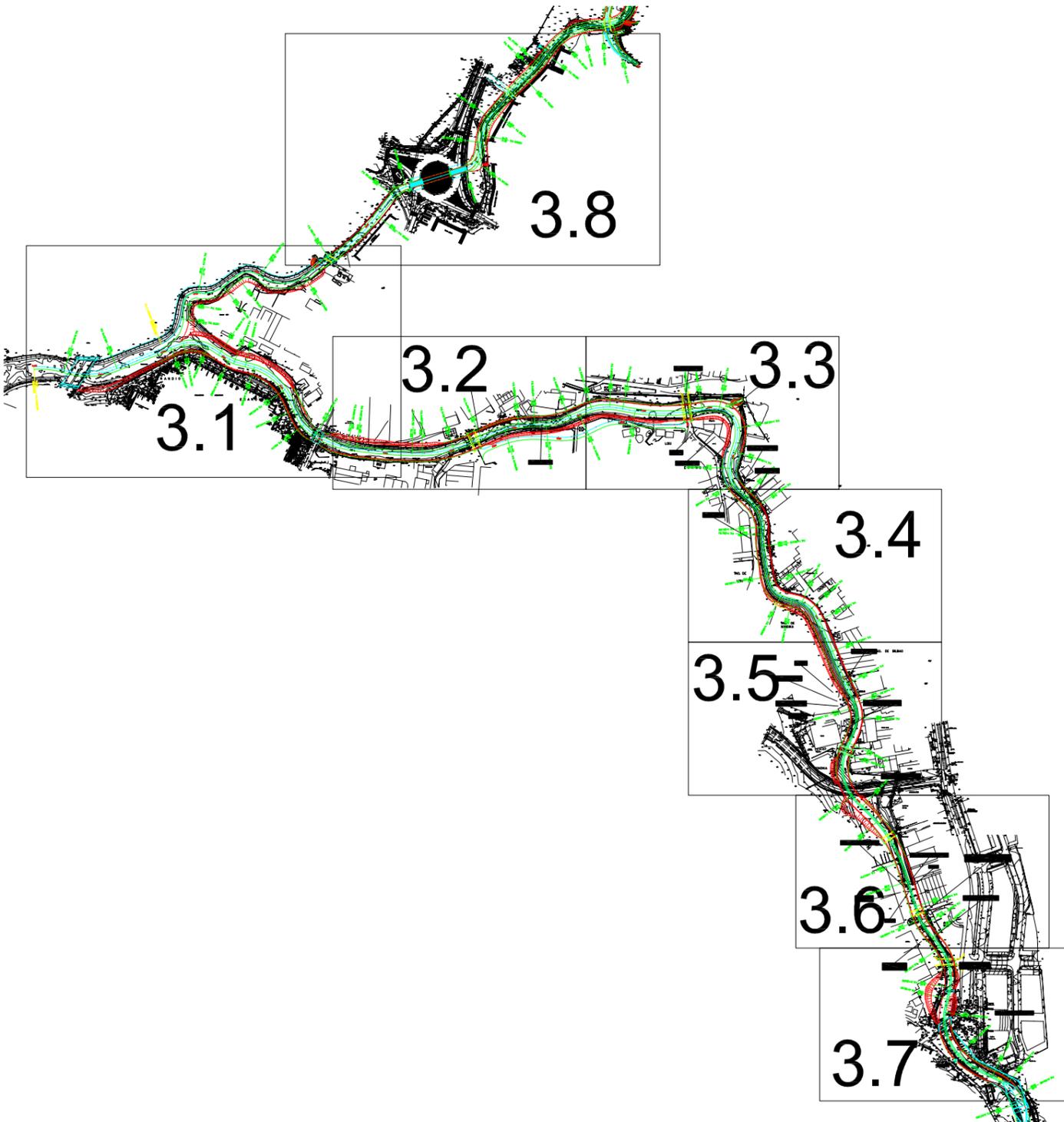
-  PUNTO DE OBSERVACION
-  RUMBO Y BUZAMIENTO (59) DE LA ESTRATIFICACION
-  CONTACTO RELLENO - SUELOS - ROCA
-  CONTACTO MECANICO ENTRE DIFERENTES FORMACIONES DE ROCA
-  PLEGUE ANTICLINAL
-  PLEGUE SINCLINAL
-  AFLORAMIENTO DE ROCA METEORIZADA, Y GRADO DE METEORIZACION (III) QUE PRESENTA
-  CURSO DE AGUA ESTACIONAL
-  CURSO DE AGUA PERMANENTE
-  DESLIZAMIENTO
-  SONDEO PREEXISTENTE
-  SONDEO EFECTUADO PARA ESTE ESTUDIO BAJO LA SUPERVISION DE IKERLUR



ENCAUZAMIENTO RIO ASUA Y RIO LAUROS  
(ERANDIO - SONDIKA - LOIU)

PLANTA GEOLOGICA GENERAL

ESCALA ORIGINAL  
PLANO 2  
OCT 99



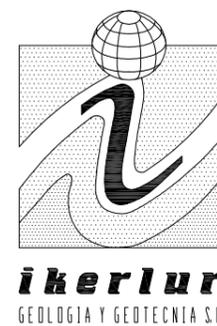
PLANO GUIA

LEYENDA

-  RELLENO HETEROGENEO DE ESPESOR SUPERIOR A 1,50m
- CUATERNARIO**
-  SUELOS ALUVIALES DE ESPESOR SUPERIOR A 1,50m
- ROCA**
- CRETACICO INFERIOR (ALBIENSE SUPERIOR)**
- COMPLEJO VOLCANICO**
-  LAVAS ALMOHADILLADAS Y CENIZAS VOLCANICAS MASIVAS DE COLOR GRIS Y VERDE

SIMBOLOGIA

-  S-2 SONDEO A ROTACION PERFORADO PARA ESTE ESTUDIO BAJO LA SUPERVISION DE IKERLUR
-  S-1 SONDEO A ROTACION PREEXISTENTE PERFORADO BAJO LA SUPERVISION DE IKERLUR PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA CARRETERA SANGRONIZ - ASUA (1998)
-  S-1 SONDEO A ROTACION PREEXISTENTE PERFORADO POR CINSA PARA EL PROYECTO DEL INTERCEPTOR DE RIO ASUA (1988)
-  P-6 PENETROMETRO EFECTUADO POR CINSA PARA EL PROYECTO DEL INTERCEPTOR DEL RIO ASUA (1988)
-  S-1 SONDEO A ROTACION PREEXISTENTE PERFORADO POR CINSA PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCION DEL CORREDOR DE UMBE (1990)
-  CURSO DE AGUA PERMANENTE
-  5,40 PROFUNDIDAD DE APARICION DEL MACIZO ROCOSO (EN METROS)
-  P-1 PERFIL INTERPRETADO DEL TERRENO POR P-1
-  TRAZADO PROYECTADO DEL NUEVO ENCAUZAMIENTO
-  PUENTE PROYECTADO



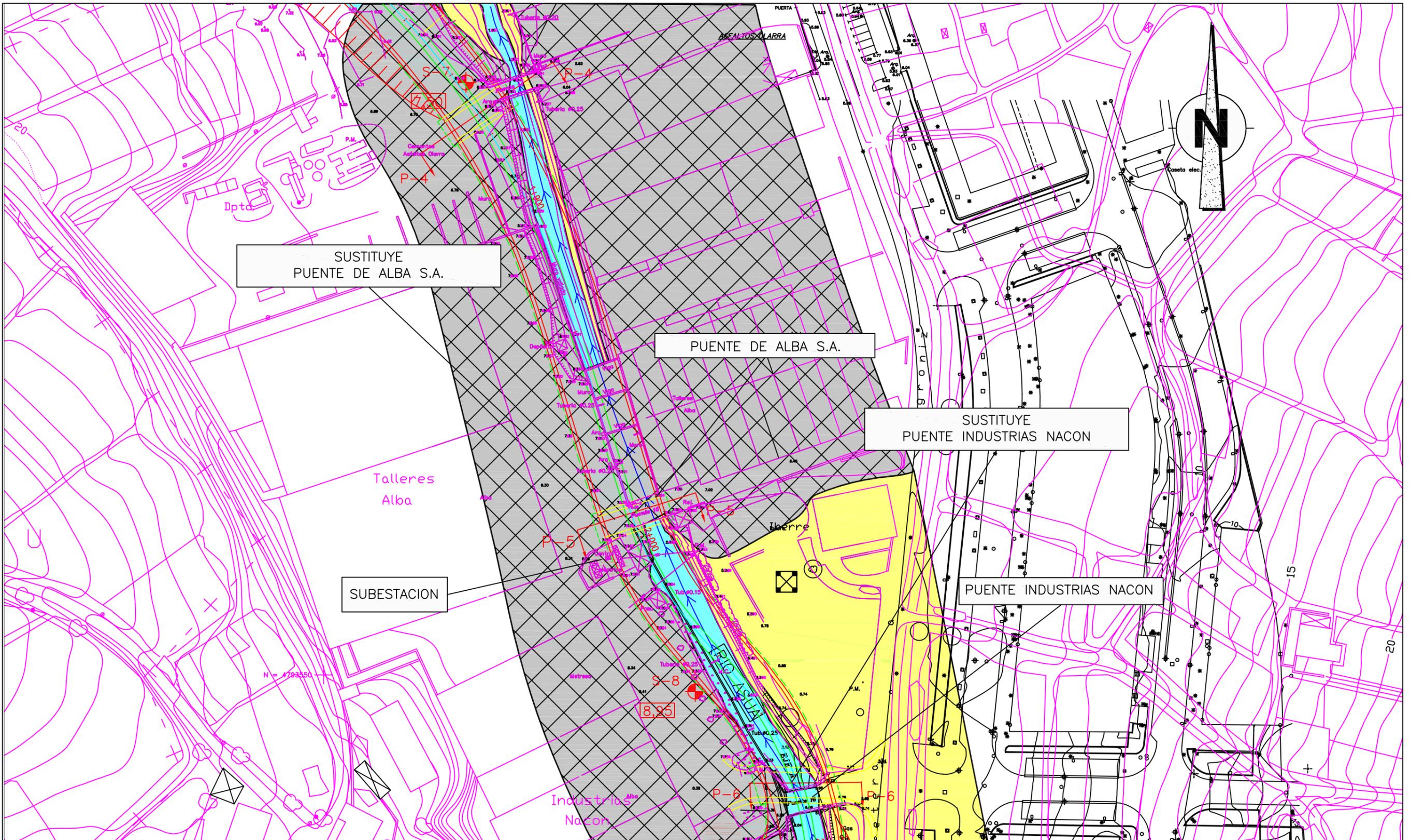
ENCAUZAMIENTO RIO ASUA Y RIO LAUROS  
(ERANDIO - SONDIKA - LOIU)

PLANTA GEOTECNICA GENERAL

ESCALA  
S/E

PLANO  
3

OCT 99



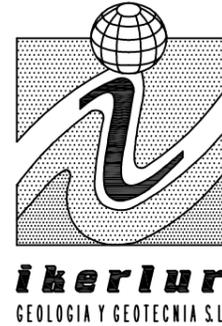
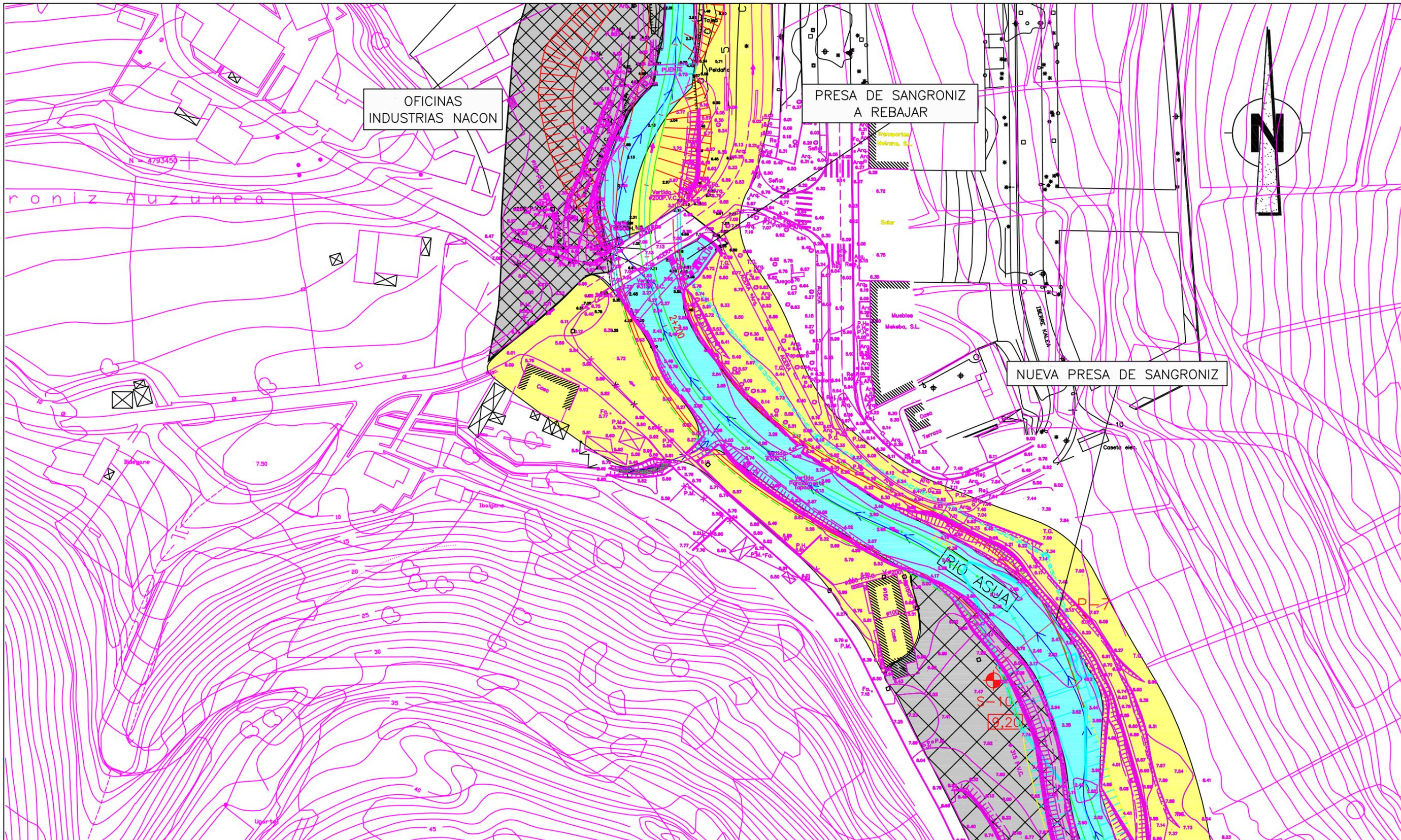
ENCAUZAMIENTO RIO ASUA Y RIO LAUROS  
(ERANDIO - SONDIKA - LOIU)

PLANTA GEOTECNICA GENERAL

ESCALA  
ORIGINAL

PLANO  
3.6

OCT 99



ENCAUZAMIENTO RIO ASUA Y RIO LAUROS  
(ERANDIO - SONDIKA - LOIU)

PLANTA GEOTECNICA GENERAL

ESCALA  
ORIGINAL

PLANO  
3.7

OCT 99

LEYENDA

RELLENO



ASFALTO Y OCASIONALES BOLOS DE HORMIGON

CUATERNARIO

SUELOS. ALUVIALES



(ML) LIMO GRIS Y GRIS VERDOSO CON ALGO DE ARENA E INDICIOS DE MATERIA ORGANICA. MODERADAMENTE FIRME A BLANDO.

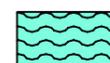


(SL) ARENA LIMOSA VERDE CON INDICIOS DE GRAVA. FLOJA.

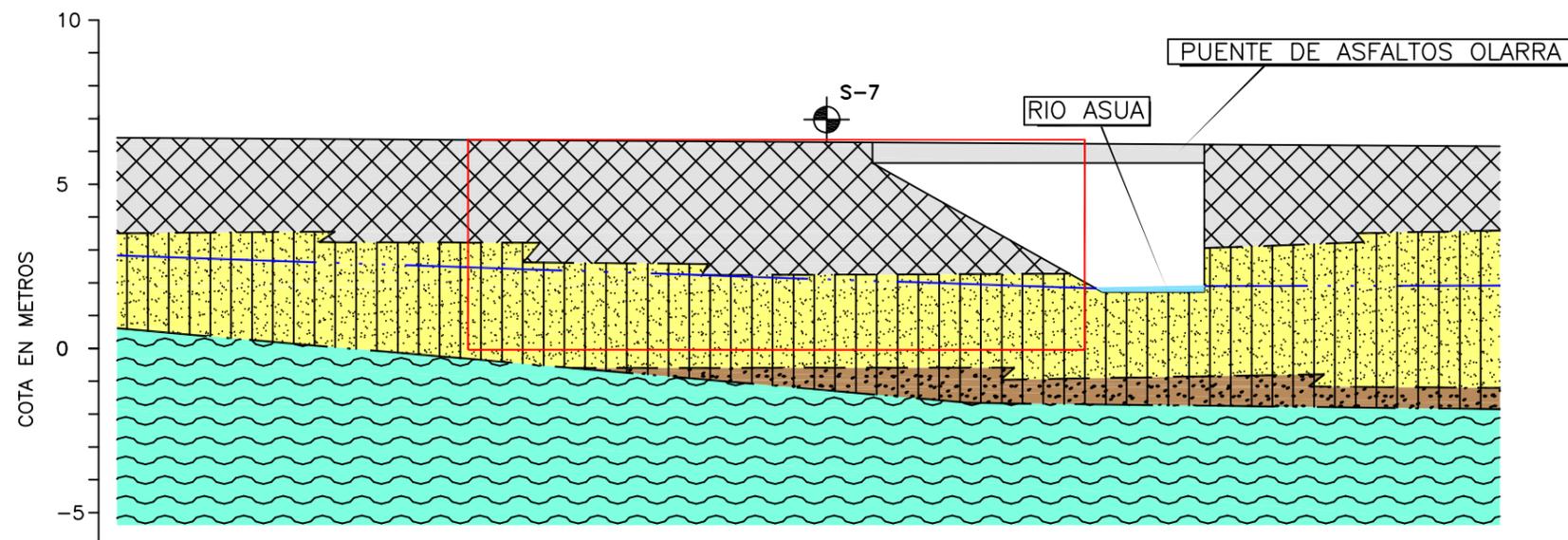


(GM) GRAVA MARRON VERDOSA Y GRIS CON ALGO DE LIMO Y ARENA. MEDIANAMENTE DENSA.

ROCA SANA (GRADO II)



CRETACICO INFERIOR (ALBIENSE SUPERIOR)  
LIMOLITAS Y ARGILITAS GRISES CON OCASIONALES INTERCALACIONES DE ARENISCAS.



SIMBOLOGIA

- CONTACTO RELLENO-SUELO Y ENTRE DIFERENTES CAPAS DE SUELO.
- CONTACTO SUELO-ROCA.
- NIVEL FREATICO (JULIO-99).
- ⊙ S-7 SONDEO A ROTACION PERFORADO BAJO LA SUPERVISION DE IKERLUR.

- NOTAS:**
- LA SITUACION DEL CORTE SE PRESENTA EN FIGURA 2.
  - EL TERRENO UNICAMENTE SE CONOCE EN LOS PUNTOS INVESTIGADOS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACION RAZONABLE EN FUNCION DE LOS DATOS DISPONIBLES.
  - LA TOPOGRAFIA HA SIDO FACILITADA POR EL CLIENTE.



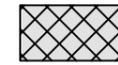
ENCAUZAMIENTO RIO ASUA Y RIO LAUROS  
(ERANDIO - SONDIKA - LOIU)

CORTE INTERPRETADO DEL TERRENO  
POR P-4

ESCALA ORIGINAL  
PLANO 4.4  
OCT 99

LEYENDA

RELLENO



GRAVA MARRON Y GRIS CON ALGO DE ARENA. ALGO DE ARCILLA E INDICIOS DE LIMO. MEDIANAMENTE DENSA A FLOJA.

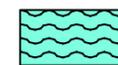
CUATERNARIO

SUELOS. ALUVIALES



(ML) LIMO GRIS Y GRIS VERDOSO CON ALGO DE ARENA E INDICIOS DE MATERIA ORGANICA. MODERADAMENTE FIRME A BLANDO.

ROCA SANA (GRADO II)



CRETACICO INFERIOR (ALBIENSE SUPERIOR)  
LIMOLITAS Y ARGILITAS GRISES CON OCASIONALES INTERCALACIONES DE ARENISCAS.

SIMBOLOGIA



CONTACTO RELLENO-SUELO.

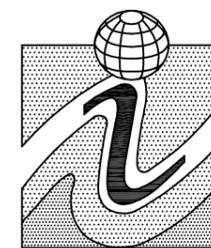
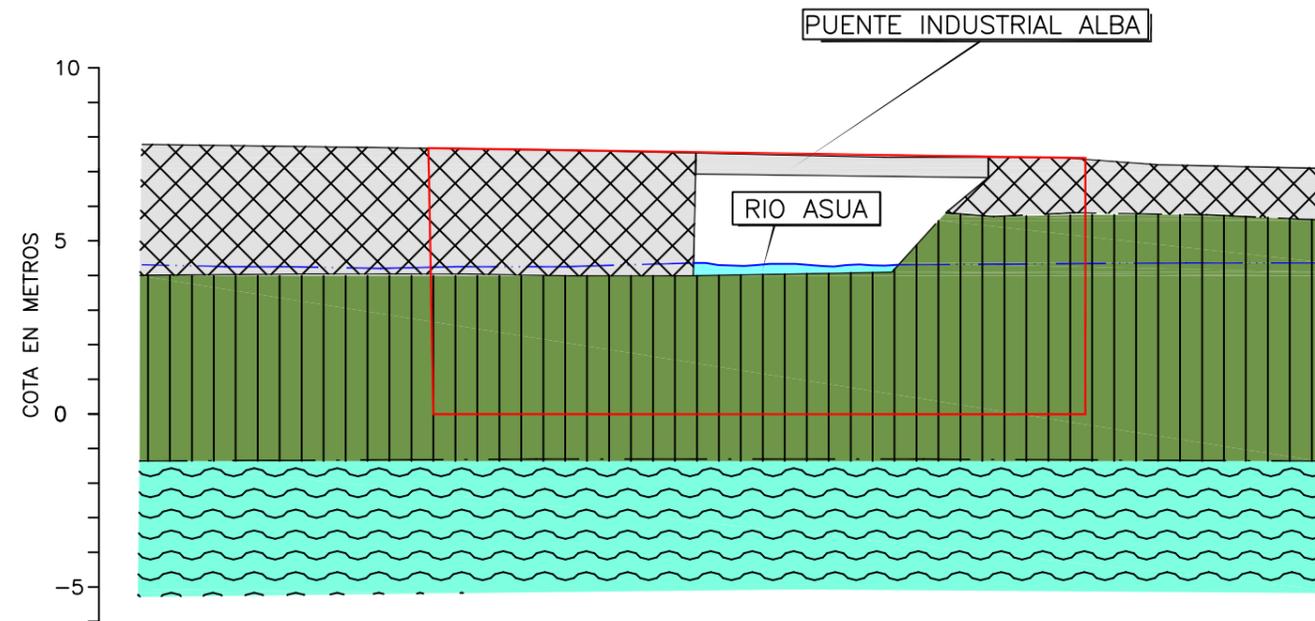


CONTACTO SUELO-ROCA.



NIVEL FREATICO (JULIO-99).

- NOTAS:**
- LA SITUACION DEL CORTE SE PRESENTA EN FIGURA 2.
  - EL TERRENO UNICAMENTE SE CONOCE EN LOS PUNTOS INVESTIGADOS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACION RAZONABLE EN FUNCION DE LOS DATOS DISPONIBLES.
  - LA TOPOGRAFIA HA SIDO FACILITADA POR EL CLIENTE.



**ikerlur**  
GEOLOGIA Y GEOTECNIA S.L.

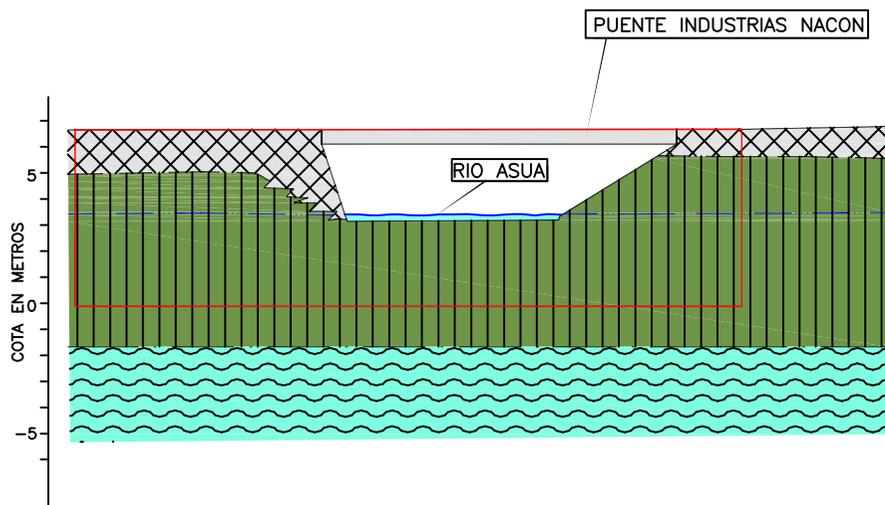
ENCAUZAMIENTO RIO ASUA Y RIO LAUROS  
(ERANDIO - SONDIKA - LOIU)

CORTE INTERPRETADO DEL TERRENO  
POR P-5

ESCALA  
ORIGINAL

PLANO  
4.5

OCT 99



### LEYENDA

#### RELLENO



GRAVA MARRON Y GRIS CON ALGO DE ARENA. ALGO DE ARCILLA E INDICIOS DE LIMO. MEDIANAMENTE DENSA A FLOJA.

#### CUATERNARIO

##### SUELOS. ALUVIALES



(ML) LIMO GRIS Y GRIS VERDOSO CON ALGO DE ARENA E INDICIOS DE MATERIA ORGANICA. MODERADAMENTE FIRME A BLANDO.

#### ROCA SANA (GRADO II)



##### CRETACICO INFERIOR (ALBIENSE SUPERIOR)

LIMOLITAS Y ARGILITAS GRISES CON OCASIONALES INTERCALACIONES DE ARENISCAS.

### SIMBOLOGIA



CONTACTO RELLENO-SUELO.



CONTACTO SUELO-ROCA.



NIVEL FREATICO (JULIO-99).

- NOTAS:**
- LA SITUACION DEL CORTE SE PRESENTA EN FIGURA 2.
  - EL TERRENO UNICAMENTE SE CONOCE EN LOS PUNTOS INVESTIGADOS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACION RAZONABLE EN FUNCION DE LOS DATOS DISPONIBLES.
  - LA TOPOGRAFIA HA SIDO FACILITADA POR EL CLIENTE.



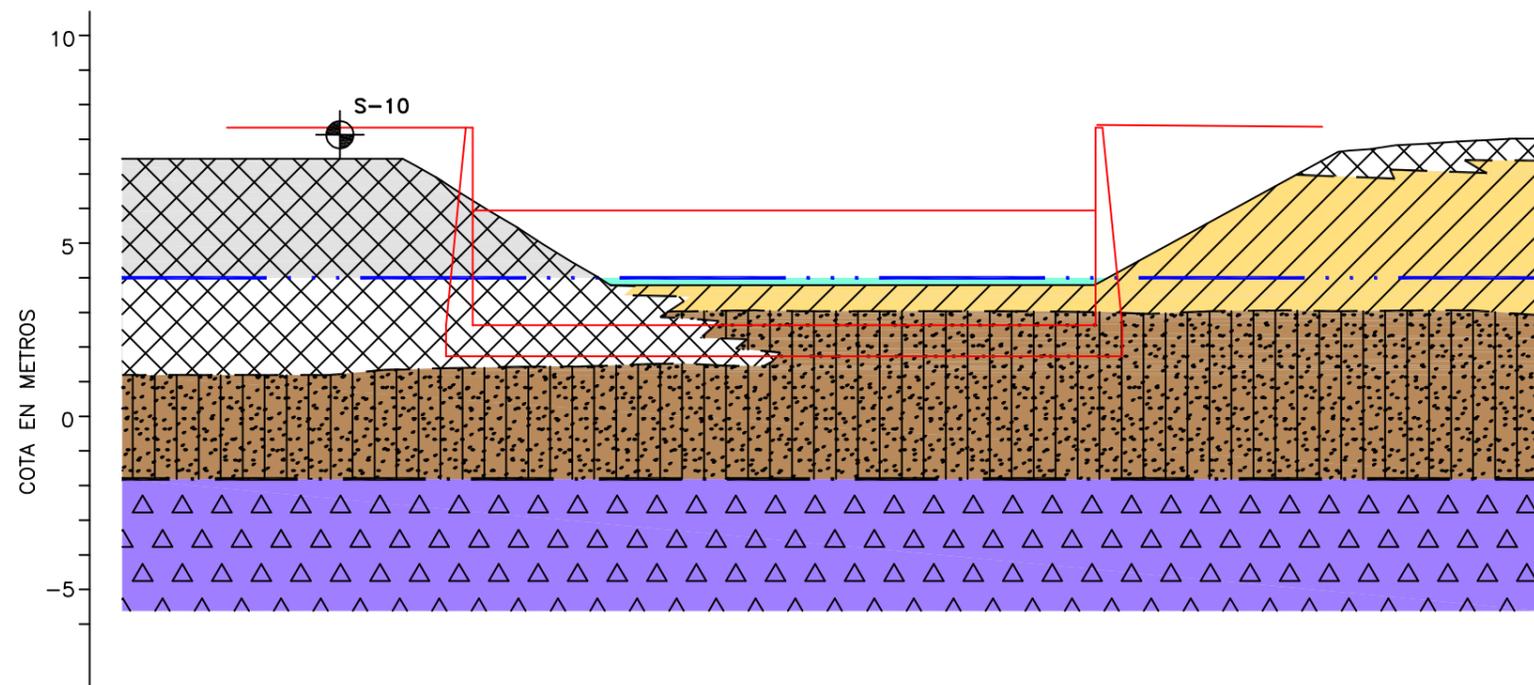
ENCAUZAMIENTO RIO ASUA Y RIO LAUROS  
(ERANDIO - SONDIKA - LOIU)

CORTE INTERPRETADO DEL TERRENO  
POR P-6

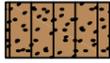
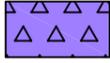
ESCALA  
ORIGINAL

PLANO  
4.6

OCT 99



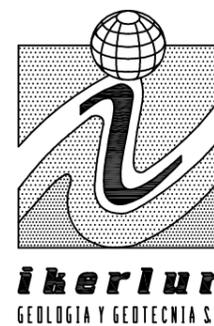
LEYENDA

- RELLENO**  
 GRAVA MARRON Y GRIS CON ALGO DE ARENA. ALGO DE ARCILLA E INDICIOS DE LIMO. MEDIANAMENTE DENSA A FLOJA.
- CUATERNARIO**  
**SUELOS. ALUVIALES**  
 (ML) LIMO GRIS Y GRIS VERDOSO CON ALGO DE ARENA E INDICIOS DE MATERIA ORGANICA. MODERADAMENTE FIRME A BLANDO.
-  (CL) (ML) ARCILLA LIMOSA VETEADA MARRON Y GRIS CON ALGO DE ARENA E INDICIOS DE GRAVA Y MATERIA ORGANICA. FIRME.
-  (GM) GRAVA MARRON VERDOSA Y GRIS CON ALGO DE LIMO Y ARENA. MEDIANAMENTE DENSA.
- ROCA SANA (GRADO II)**  
**CRETACICO INFERIOR (ALBIENSE SUPERIOR)**  
 LAVAS ALMOHADILLADAS BASALTICAS GRISAS Y VERDES.

SIMBOLOGIA

- CONTACTO RELLENO-SUELO Y ENTRE DIFERENTES CAPAS DE SUELO.
- - - CONTACTO SUELO-ROCA.
- NIVEL FREATICO (JUNIO-99).
-  S-10 SONDEO A ROTACION PERFORADO BAJO LA SUPERVISION DE IKERLUR.
- CU=0.32 RESULTADO ENSAYO VANE (Kg/cm<sup>2</sup>).

- NOTAS:** - LA SITUACION DEL CORTE SE PRESENTA EN FIGURA 2.  
 - EL TERRENO UNICAMENTE SE CONOCE EN LOS PUNTOS INVESTIGADOS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACION RAZONABLE EN FUNCION DE LOS DATOS DISPONIBLES.  
 - LA TOPOGRAFIA HA SIDO FACILITADA POR EL CLIENTE.



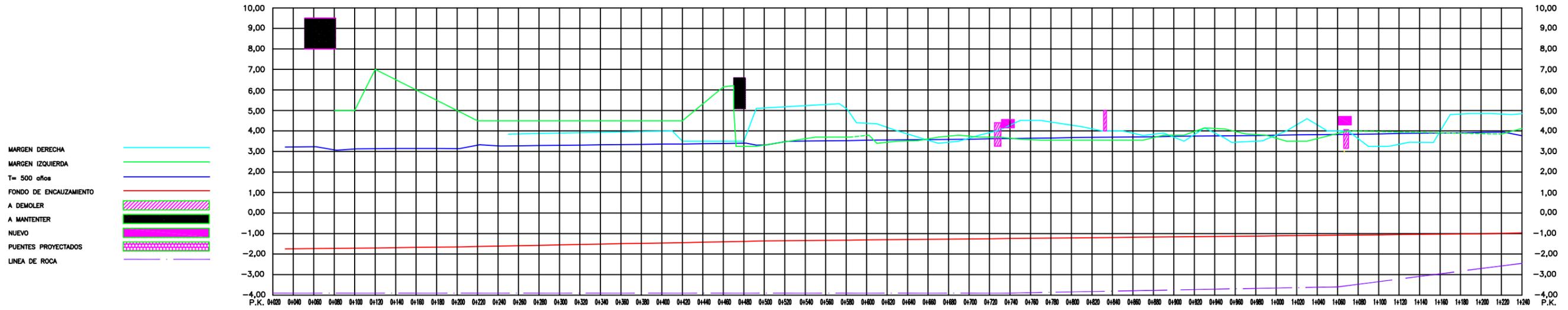
ENCAUZAMIENTO RIO ASUA Y RIO LAUROS  
(ERANDIO - SONDIKA - LOIU)

CORTE INTERPRETADO DEL TERRENO  
POR P-7

ESCALA  
ORIGINAL

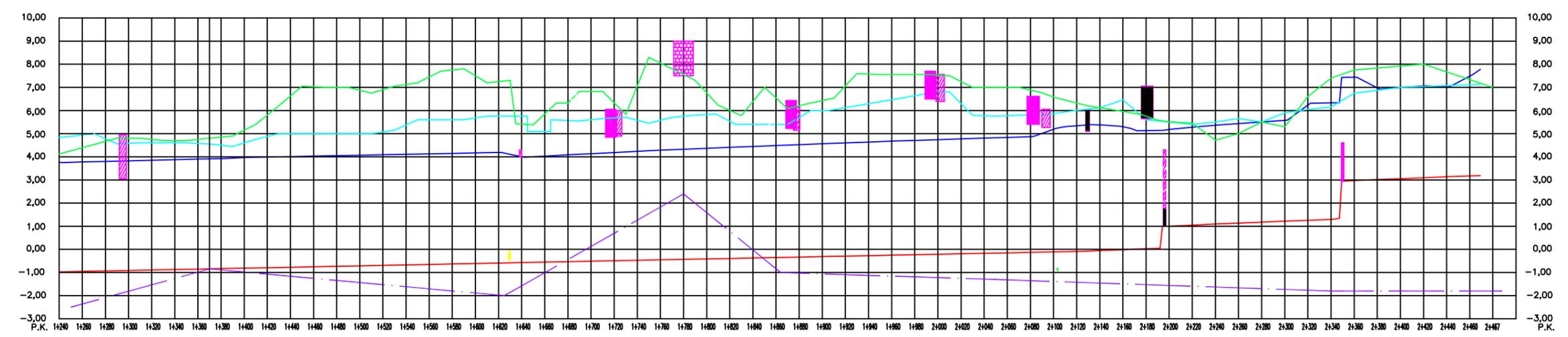
PLANO  
4.7

OCT 99



Plano de comparacion -5.00

DISTANCIAS EJE P. K.	80.	100.	120.	140.	160.	180.	200.	220.	240.	260.	280.	300.	320.	340.	360.	380.	400.	420.	440.	460.	480.	490.	500.	520.	540.	560.	580.	600.	620.	640.	660.	680.	700.	720.	740.	760.	780.	800.	820.	840.	860.	880.	900.	920.	940.	960.	980.	1000.	1020.	1040.	1060.	1080.	1100.	1120.	1140.	1160.	1180.	1200.	1220.	1240.
Cota fondo	-1.72	-1.71	-1.70	-1.69	-1.67	-1.66	-1.65	-1.63	-1.61	-1.59	-1.57	-1.55	-1.53	-1.51	-1.49	-1.48	-1.46	-1.44	-1.42	-1.40	-1.38	-1.37	-1.36	-1.35	-1.34	-1.33	-1.32	-1.31	-1.30	-1.29	-1.28	-1.27	-1.26	-1.25	-1.24	-1.23	-1.22	-1.21	-1.20	-1.19	-1.18	-1.17	-1.16	-1.15	-1.14	-1.13	-1.12	-1.11	-1.10	-1.09	-1.08	-1.07	-1.06	-1.05	-1.04	-1.03	-1.02	-1.01	-0.99	-0.97
Lamina agua (T = 500)	3.06	3.13	3.14	3.15	3.15	3.14	3.33	3.27	3.28	3.29	3.30	3.31	3.33	3.34	3.35	3.36	3.36	3.38	3.39	3.41	3.31	3.32	3.49	3.51	3.52	3.53	3.55	3.56	3.57	3.58	3.59	3.60	3.62	3.63	3.65	3.66	3.68	3.69	3.70	3.71	3.72	3.74	3.75	3.76	3.77	3.78	3.80	3.81	3.82	3.83	3.84	3.86	3.88	3.89	3.90	3.91	3.93	3.94	3.75	



Plano de comparacion -5.00

DISTANCIAS EJE P. K.	1240.	1260.	1280.	1300.	1320.	1340.	1360.	1380.	1400.	1420.	1440.	1460.	1480.	1500.	1520.	1540.	1560.	1580.	1600.	1620.	1640.	1660.	1680.	1700.	1720.	1740.	1760.	1780.	1800.	1820.	1840.	1860.	1880.	1900.	1920.	1940.	1960.	1980.	2000.	2020.	2040.	2060.	2080.	2100.	2110.	2120.	2130.	2140.	2150.	2160.	2170.	2180.	2190.	2200.	2220.	2240.	2260.	2280.	2300.	2320.	2340.	2360.	2380.	2400.	2420.	2440.	2460.	2467.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Cota fondo	-0.97	-0.95	-0.93	-0.91	-0.89	-0.87	-0.85	-0.83	-0.81	-0.79	-0.77	-0.75	-0.73	-0.71	-0.69	-0.67	-0.65	-0.63	-0.61	-0.59	-0.57	-0.55	-0.53	-0.51	-0.49	-0.47	-0.45	-0.43	-0.41	-0.39	-0.37	-0.35	-0.33	-0.31	-0.29	-0.27	-0.25	-0.23	-0.21	-0.19	-0.17	-0.15	-0.13	-0.11	-0.10	-0.09	-0.07	-0.05	-0.03	-0.01	0.01	0.03	0.05	0.05	1.01	1.05	1.10	1.14	1.18	1.22	1.26	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.54	1.58	1.62	1.66	1.70	1.74	1.78	1.82	1.86	1.90	1.94	1.98	2.02	2.06	2.10	2.14	2.18	2.22	2.26	2.30	2.34	2.38	2.42	2.46	2.50	2.54	2.58	2.62	2.66	2.70	2.74	2.78	2.82	2.86	2.90	2.94	2.98	3.02	3.06	3.10	3.14	3.18	3.22	3.26	3.30	3.34	3.38	3.42	3.46	3.50	3.54	3.58	3.62	3.66	3.70	3.74	3.78	3.82	3.86	3.90	3.94	3.98	4.02	4.06	4.10	4.14	4.18	4.22	4.26	4.30	4.34	4.38	4.42	4.46	4.50	4.54	4.58	4.62	4.66	4.70	4.74	4.78	4.82	4.86	4.90	4.94	4.98	5.02	5.06	5.10	5.14	5.18	5.22	5.26	5.30	5.34	5.38	5.42	5.46	5.50	5.54	5.58	5.62	5.66	5.70	5.74	5.78	5.82	5.86	5.90	5.94	5.98	6.02	6.06	6.10	6.14	6.18	6.22	6.26	6.30	6.34	6.38	6.42	6.46	6.50	6.54	6.58	6.62	6.66	6.70	6.74	6.78	6.82	6.86	6.90	6.94	6.98	7.02	7.06	7.10	7.14	7.18	7.22	7.26	7.30	7.34	7.38	7.42	7.46	7.50	7.54	7.58	7.62	7.66	7.70	7.74	7.78	7.82	7.86	7.90	7.94	7.98	8.02	8.06	8.10	8.14	8.18	8.22	8.26	8.30	8.34	8.38	8.42	8.46	8.50	8.54	8.58	8.62	8.66	8.70	8.74	8.78	8.82	8.86	8.90	8.94	8.98	9.02	9.06	9.10	9.14	9.18	9.22	9.26	9.30	9.34	9.38	9.42	9.46	9.50	9.54	9.58	9.62	9.66	9.70	9.74	9.78	9.82	9.86	9.90	9.94	9.98	10.02	10.06	10.10	10.14	10.18	10.22	10.26	10.30	10.34	10.38	10.42	10.46	10.50	10.54	10.58	10.62	10.66	10.70	10.74	10.78	10.82	10.86	10.90	10.94	10.98	11.02	11.06	11.10	11.14	11.18	11.22	11.26	11.30	11.34	11.38	11.42	11.46	11.50	11.54	11.58	11.62	11.66	11.70	11.74	11.78	11.82	11.86	11.90	11.94	11.98	12.02	12.06	12.10	12.14	12.18	12.22	12.26	12.30	12.34	12.38	12.42	12.46	12.50	12.54	12.58	12.62	12.66	12.70	12.74	12.78	12.82	12.86	12.90	12.94	12.98	13.02	13.06	13.10	13.14	13.18	13.22	13.26	13.30	13.34	13.38	13.42	13.46	13.50	13.54	13.58	13.62	13.66	13.70	13.74	13.78	13.82	13.86	13.90	13.94	13.98	14.02	14.06	14.10	14.14	14.18	14.22	14.26	14.30	14.34	14.38	14.42	14.46	14.50	14.54	14.58	14.62	14.66	14.70	14.74	14.78	14.82	14.86	14.90	14.94	14.98	15.02	15.06	15.10	15.14	15.18	15.22	15.26	15.30	15.34	15.38	15.42	15.46	15.50	15.54	15.58	15.62	15.66	15.70	15.74	15.78	15.82	15.86	15.90	15.94	15.98	16.02	16.06	16.10	16.14	16.18	16.22	16.26	16.30	16.34	16.38	16.42	16.46	16.50	16.54	16.58	16.62	16.66	16.70	16.74	16.78	16.82	16.86	16.90	16.94	16.98	17.02	17.06	17.10	17.14	17.18	17.22	17.26	17.30	17.34	17.38	17.42	17.46	17.50	17.54	17.58	17.62	17.66	17.70	17.74	17.78	17.82	17.86	17.90	17.94	17.98	18.02	18.06	18.10	18.14	18.18	18.22	18.26	18.30	18.34	18.38	18.42	18.46	18.50	18.54	18.58	18.62	18.66	18.70	18.74	18.78	18.82	18.86	18.90	18.94	18.98	19.02	19.06	19.10	19.14	19.18	19.22	19.26	19.30	19.34	19.38	19.42	19.46	19.50	19.54	19.58	19.62	19.66	19.70	19.74	19.78	19.82	19.86	19.90	19.94	19.98	20.02	20.06	20.10	20.14	20.18	20.22	20.26	20.30	20.34	20.38	20.42	20.46	20.50	20.54	20.58	20.62	20.66	20.70	20.74	20.78	20.82	20.86	20.90	20.94	20.98	21.02	21.06	21.10	21.14	21.18	21.22	21.26	21.30	21.34	21.38	21.42	21.46	21.50	21.54	21.58	21.62	21.66	21.70	21.74	21.78	21.82	21.86	21.90	21.94	21.98	22.02	22.06	22.10	22.14	22.18	22.22	22.26	22.30	22.34	22.38	22.42	22.46	22.50	22.54	22.58	22.62	22.66	22.70	22.74	22.78	22.82	22.86	22.90	22.94	22.98	23.02	23.06	23.10	23.14	23.18	23.22	23.26	23.30	23.34	23.38	23.42	23.46	23.50	23.54	23.58	23.62	23.66	23.70	23.74	23.78	23.82	23.86	23.90	23.94	23.98	24.02	24.06	24.10	24.14	24.18	24.22	24.26	24.30	24.34	24.38	24.42	24.46	24.50	24.54	24.58	24.62	24.66	24.70	24.74	24.78	24.82	24.86	24.90	24.94	24.98	25.02	25.06	25.10	25.14	25.18	25.22	25.26	25.30	25.34	25.38	25.42	25.46	25.50	25.54	25.58	25.62	25.66	25.70	25.74	25.78	25.82	25.86	25.90	25.94	25.98	26.02	26.06	26.10	26.14	26.18	26.22	26.26	26.30	26.34	26.38	26.42	26.46	26.50	26.54	26.58	26.62	26.66	26.70	26.74	26.78	26.82	26.86	26.90	26.94	26.98	27.02	27.06	27.10	27.14	27.18	27.22	27.26	27.30	27.34	27.38	27.42	27.46	27.50	27.54	27.58	27.62	27.66	27.70	27.74	27.78	27.82	27.86	27.90	27.94	27.98	28.02	28.06	28.10	28.14	28.18	28.22	28.26	28.30	28.34	28.38	28.42	28.46	28.50	28.54	28.58	28.62	28.66	28.70	28.74	28.78	28.82	28.86	28.90	28.94	28.98	29.02	29.06	29.10	29.14	29.18	29.22	29.26	29.30	29.34	29.38	29.42	29.46	29.50	29.54	29.58	29.62	29.66	29.70	29.74	29.78	29.82	29.86	29.90	29.94	29.98	30.02	30.06	30.10	30.14	30.18	30.22	30.26	30.30	30.34	30.38	30.42	30.46	30.50	30.54	30.58	30.62	30.66	30.70	30.74	30.78	30.82	30.86	30.90	30.94	30.98	31.02	31.06	31.10	31.14	31.18	31.22	31.26	31.30	31.34	31.38	31.42	31.46	31.50	31.54	31.58	31.62	31.66	31.70	31.74	31.78	31.82	31.86	31.90	31.94	31.98	32.02	32.06	32.10	32.14	32.18	32.22	32.26	32.30	32.34	32.38	32.42	32.46	32.50	32.54	32.58	32.62	32.66	32.70	32.74	32.78	32.82	32.86	32.90	32.94	32.98	33.02	33.06	33.10	33.14	33.18	33.22	33.26	33.30	33.34	33.38	33.42	33.46	33.50	33.54	33.58	33.62	33.66	33.70	33.74	33.78	33.82	33.86	33.90	33.94	33.98	34.02	34.06	34.10	34.14	34.18	34.22	34.26	34.30	34.34	34.38	34.42	34.46	34.50	34.54	34.58	34.62	34.66	34.70	34.74	34.78	34.82	34.86	34.90	34.94	34.98	35.02	35.06	35.10	35.14	35.18	35.22	35.26	35.30	35.34	35.38	35.42	35.46	35.50	35.54	35.58	35.62	35.66	35.70	35.74	35.78	35.82	35.86	35.90	35.94	35.98	36.02	36.06	36.10	36.14	36.18	36.22	36.26	36.30	36.34	36.38	36.42	36.46	36.50	36.54	36.58	36.62	36.66	36.70	36.74	36.78	36.82	36.86	36.90	36.94	36.98	37.02	37.06	37.10	37.14	37.18	37.22	37.26	37.30	37.34	37.38	37.42	37.46	37.50	37.54	37.58	37.62	37.66	37.70	37.74	37.78	37.82	37.86	37.90	37.94	37.98	38.02	38.06	38.10	38.14	38.18	38.22	38.26	38.30	38.34	38.38	38.42	38.46	38.50	38.54	38.58	38.62



**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA  
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**ANEJO Nº 5**

**Estudio de Alternativas**



JUNIO, 2015ko. EKAINA

*Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua*

## INDICE

1. INTRODUCCION .....	1
1.1. ALTERNATIVA 1: MUROS PANTALLA .....	2
1.2. ALTERNATIVA 2: PILOTES HINCADOS .....	2
1.3. ALTERNATIVA 3: MURO DE MICROPILOTES .....	3
1.4. ALTERNATIVA 4: MURO DE PILOTES .....	3
1.5. ALTERNATIVA 5. ANCHO CONSTANTE DEL CAUCE DE 15 METROS .....	4
2. CONCLUSIONES .....	5

## **1. INTRODUCCION**

Como consecuencia de los desperfectos sufridos en el muro de ribera, situado en las inmediaciones de las instalaciones de la empresa Alba SA, en Sondika, y ante la necesidad de realizar una actuación que contemple tanto la sustitución del sistema de contención actual, como los criterios del proyecto de encauzamiento del río Asua, de octubre de 1999, se redacta el presente Proyecto Desglosado del Proyecto de Encauzamiento del Río Asua.

Se analizan las distintas alternativas de trazado posibles, los diferentes sistemas de contención a utilizar en la zona, las gestiones a realizar con las entidades propietarias de los servicios afectados, la valoración de las obras proyectadas, etc.

En primer lugar se analiza la entidad de la actuación a llevar a cabo; si bien la zona de actuación imprescindible, con signos evidentes de colapso, se sitúa en el frente de fachada de las instalaciones de Alba SA, en la margen izquierda del río Asua, aguas abajo del denominado puente de Alba, hasta el límite con las instalaciones de Cementos Olarra, se ha analizado el coste de otras dos posibles actuaciones más, así el alcance de cada una de ellas sería:

- Propuesta 1: Actuación únicamente en la zona donde han aparecido los desperfectos en el muro de ribera (90 metros de longitud).
- Propuesta 2: Actuación en la zona donde han aparecido los desperfectos en el muro de ribera y recuperar la sección existente en el cauce en la playa de Nacon, aguas arriba del puente de Alba, lo que implica la sustitución de ésta estructura (130 metros de longitud).
- Propuesta 3: Se prevé modificar el muro de ribera en la margen izquierda tanto en las instalaciones de Alba como de Nacon, con la sustitución de ambos puentes, manteniendo las instalaciones de las oficinas de Nacon (160 metros de longitud de muro).

En cuanto a la definición de los sistemas de contención a analizar, a continuación se hace un breve resumen de las alternativas estudiadas:

## **1.1. ALTERNATIVA 1: MUROS PANTALLA**

Este sistema de contención es el previsto en el “Proyecto de Encauzamiento del Tramo Bajo del Río Asua, en los Términos Municipales de Erandio, Sondika y Loiu”; en la zona donde se prevé actuar se había previsto este sistema de contención de margen en ampliación de cauce ya que por la cercanía de las edificaciones existentes no era posible la construcción de muros convencionales de hormigón.

Su ejecución se prevé por módulos de 2,5 metros de longitud, empotrados en roca una profundidad mínima de 1,5 metros. Todos los módulos están atados mediante una viga de 0,6 m x 0,6. Las pantallas serán de 0,60 metros de espesor y se colocará un faldón de 0,25 metros, con el fin de proteger las cabezas del anclaje.

## **1.2. ALTERNATIVA 2: PILOTES HINCADOS**

Se ha analizado la posibilidad de ejecutar una hinca de pilotes prefabricados en la alineación prevista (a 15,00 metros de la fachada que delimita la margen derecha), de sección 0,40x0,40 m, con una separación interejes de 0,90 metros, con dos filas de anclajes de 60 tn, con una interdistancia entre ellos de 3,00 metros, hincados hasta rechazo (9,40 metros de potencia de estratos a perforar).

Para analizar la viabilidad de esta propuesta se han analizado los ensayos SPT existentes en el Proyecto de Encauzamiento del río Asua, comprobando que en el primer y segundo estrato existentes en la zona de actuación, el numero de golpes se puede situar entre 11 y 30 o entre 31 y 50, que se considera apto para hincar los pilotes; la roca sana de grado II (limolitas y argilitas) se sitúa a una profundidad de 9,00 metros por lo que los pilotes, en principio y a falta de más ensayos en la zona, no podrían superar esta longitud.

Los valores obtenidos referentes a movimientos producidos en el paramento y entorno, tras la modelización con el programa Flac de esta alternativa, inviabilizarían éste método de sostenimiento; de todas formas, seria conveniente realizar más ensayos de penetración dinámica en la zona de actuación que corroborasen la posibilidad de hinca y la profundidad a la que se encuentra la roca sana en la traza del muro.

### **1.3. ALTERNATIVA 3: MURO DE MICROPILOTES**

Para la contención y estabilización de la zona de playa de las instalaciones Alba se propone, como “alternativa 3”, la construcción de un muro de micropilotes en todo el frente de afección, de forma que se eviten nuevos movimientos. Se construirá un forro de hormigón armado de 50 cm. de espesor en todo el paramento visto del muro de micropilotes que deje ocultas las cabezas de los anclajes proyectados.

Para el diseño de este muro se ha utilizado la información geotécnica existente en el Proyecto Original de Encauzamiento del río Asua (octubre de 199). En el Apéndice nº 2 se incluyen los valores de los parámetros utilizados para el cálculo de este sistema de contención.

Se prevé la ejecución de micropilotes de 160x10 (Diámetro x espesor mínimos del tubo de acero (mm x mm)) separados 0,50 m, con dos filas de anclajes de 60 tn con una interdistancia entre ellos de 3,00 metros.

### **1.4. ALTERNATIVA 4: MURO DE PILOTES**

En esta alternativa, al igual que en la anterior, se utilizan los parámetros del terreno obtenidos del estudio geotécnico del Proyecto de Encauzamiento del río Asua, y se modelizan las siguientes fases de ejecución, para comprobar su viabilidad frente a las cargas y los esfuerzos que va a soportar: estado tensional inicial del terreno y primera fase de excavación hasta 2,00 m de profundidad, ejecución de los pilotes y segunda fase de excavación, hasta 4,00 m de profundidad, colocación del anclaje a 3,5 m de profundidad y excavación completa (la prevista en el proyecto de encauzamiento), ejecución de la estructura de hormigón con el voladizo y relleno hasta cota de acabado y por último sobrecarga sobre la superficie de 2 t/m<sup>2</sup>.

Se prevé la ejecución de pilotes de 0,90 m. de diámetro separados 0,10 m., empotrados 5 m. en roca, con una fila de anclajes de 75 t cada 2 m. con un ángulo de 30°.

### **1.5. ALTERNATIVA 5. ANCHO CONSTANTE DEL CAUCE DE 15 METROS**

En esta alternativa, se propone el mismo sostenimiento mediante pilotes que en la alternativa anterior, pero manteniendo en todo el tramo un ancho constante de 15 metros.

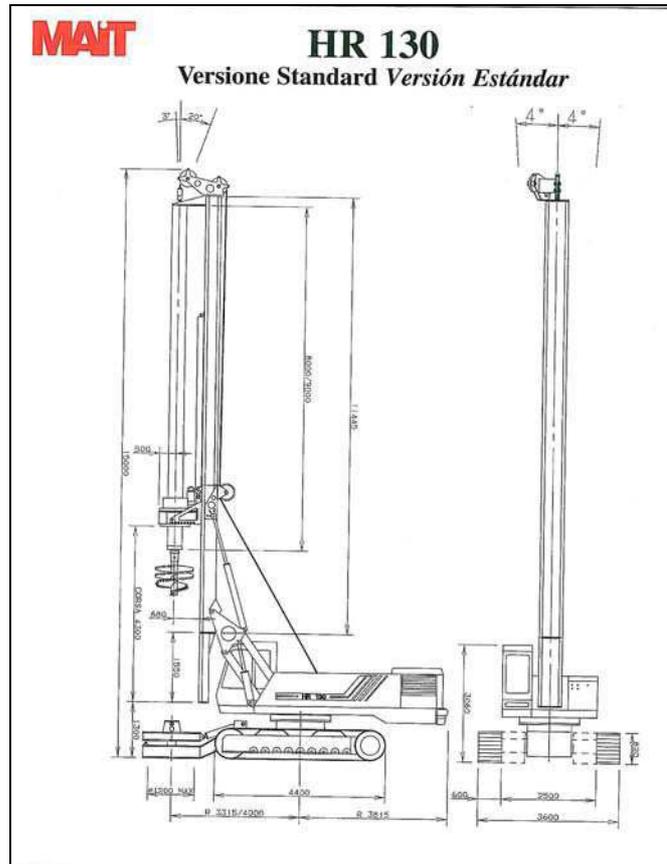
Para la excavación del cauce, se mantendrán los taludes de la margen derecha y se realizará una apertura del mismo por la margen izquierda hasta alcanzar los 15 metros de ancho.

## **2. CONCLUSIONES**

Cada una de las alternativas descritas anteriormente, se proyecta con un voladizo de 2,00 metros de ancho en cabeza, con un contrapeso de 3,00 metros, ejecutado a 1,60 metros de la rasante actual en la zona de Talleres Alba S.A.

Una vez analizados los resultados numéricos obtenidos de los cálculos realizados con el programa Flac de cada una de las soluciones estructurales planteadas se puede concluir que:

- El muro pantalla, no se ha analizado numéricamente ya que es la solución planteada en el proyecto original. Como inconveniente fundamental presenta la ejecución de la excavación con lodos bentoníticos y la ocupación en planta de las instalaciones requeridas.
- El muro ejecutado con pilotes hincados, aunque muy versátil y fácil de ejecutar, con una ocupación en planta de la máquina de hincado de 12,00 metros, al tratarse de profundidades hasta roca no muy grandes, sin ser posible el empotramiento en ella, se producen desplazamientos importantes en el pilote que no serían compatibles con la estabilidad del mismo.
- La ejecución de una pantalla de micropilotes de 160x10 mm separados 0,50 m, empotrados 4 m en roca, y con dos filas de anclajes de cables de 60 t cada 3 m, colocados con un ángulo de 30° parece una opción más ventajosa por la calidad de la ejecución, por el fácil manejo de la máquina a utilizar y su reducida ocupación en planta.
- La ejecución de un muro de pilotes de 0,90 m de diámetro, separados 0,10 metros y empotrados 5 m en roca, con una fila de anclajes de 75 t cada 2 m, en términos de resistencia y estabilidad sería viable, aunque la colocación de la máquina pilotadora y el gálbo que ésta necesita para trabajar (unos 14,00 metros) puede presentar dificultades.



**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA  
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**ANEJO N° 6**

**Características principales de las Obras**



JUNIO, 2015ko. EKAINA

*Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua*

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	2
3. DESCRIPCION DE LA SOLUCION.....	3
3.1. DESCRIPCIÓN TECNICA DE LAS OBRAS DEL ENCAUZAMIENTO .....	3
3.1.1. Características generales .....	3
3.1.2. Trazado en planta .....	3
3.1.3. Perfil longitudinal .....	3
3.1.4. Secciones tipo .....	3
3.1.5. Revestimientos proyectados.....	4
3.1.6. Obras de Fábrica .....	5
3.1.7. Demolición y Construcción del edificio de oficinas de Nacon.....	7
3.1.8. Urbanización .....	8
3.2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS PUENTES PROYECTADOS.....	8
3.2.1. Puente de Alba .....	8
3.2.2. Puente de Industrias Nacon.....	11
4. SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	14
4.1. SOLUCIONES DURANTE LA REPOSICIÓN DE PUENTES .....	14
4.1.1. Puente de Alba S.A. ....	14
4.1.2. Puente de Industrias Nacon.....	14

### PLANOS DE LA SITUACION FINAL

## **1. INTRODUCCIÓN**

La solución proyectada pretende el encauzamiento entre el puente de Asfaltos Olarra (P.K 1+900) hasta el puente de Sangroniz (2+180). El trazado en planta se proyecta de modo que coincida aproximadamente con el actual, adaptándose a los condicionantes urbanísticos del municipio de Sondika, con el fin de producir las mínimas afecciones a los terrenos adyacentes al encauzamiento.

Asimismo, el encauzamiento se ha proyectado para funcionar en régimen lento de forma que la erosión en el lecho del cauce sea nula para avenida de diseño.

Se eliminará el Puente de Alba y el de Nacon por su efecto obstaculizador sobre la lámina de agua. Como excepción, señalar el Puente de Piedra de Sangroniz que, aunque no catalogado, se adapta al encauzamiento previsto, sin que ello suponga un efecto perjudicial en el comportamiento hidráulico del cauce. Todos los puentes eliminados serán sustituidos por nuevos puentes adaptados a las condiciones hidráulicas del encauzamiento.

## **2. INTRODUCCIÓN**

Con el presente Proyecto se pretende mejorar la función hidráulica y capacidad de desagüe del río Asua entre el puente de Asfaltos Olarra y el de Sangroniz, para evitar los daños ocasionados por las inundaciones, beneficiando indirectamente la implantación de importantes infraestructuras viarias y de saneamiento, a ejecutar por otras Administraciones. Ello permitirá asimismo recuperar importantes extensiones de terreno, actualmente inundables, vitales para el desarrollo urbanístico de la zona y mejorar las condiciones medioambientales de los cauces y márgenes que actualmente se encuentran muy degradadas.

La gestión de los sedimentos fuertemente contaminados o la rehabilitación de los suelos contaminados se recoge en el Anejo N° 14: Gestión de Residuos.

A continuación se describen las principales características de las obras proyectadas, así como los condicionantes previos a la ejecución de las obras.

### **3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN**

#### **3.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS OBRAS DEL ENCAUZAMIENTO**

##### **3.1.1. Características generales**

El encauzamiento proyectado en el Proyecto Desglosado de Encauzamiento del Río Asua, Término Municipal de Sondika tiene una longitud total de unos 280 metros, entre el puente de Asfaltos Olarra y el de Sangroniz.

El plan de obra para la ejecución de la obra se indica en *el Anejo N° 17: Programa de Trabajos* de la presente memoria.

##### **3.1.2. Trazado en planta**

El trazado en planta se ha proyectado de modo que coincida aproximadamente con el que existe en la actualidad, adaptándose a los condicionantes urbanísticos del municipio de Sondika, reduciendo las posibles afecciones particulares en cada caso. Asimismo, se ha tenido especial cuidado en el tramo del Puente de Piedra de forma que el encauzamiento proyectado sea compatible con dicho puente.

##### **3.1.3. Perfil longitudinal**

La rasante del proyecto entre el Puente de Asfaltos Olarra y el Puente de Piedra de Sangroniz, es del 0,1 % y desde aquí hasta la Presa de Sangroniz, el fondo del encauzamiento sigue una rasante de pendiente constante del 0,2%.

##### **3.1.4. Secciones tipo**

El encauzamiento ha sido proyectado para que funcione en régimen lento y para que la erosión en el lecho del cauce sea nula para la avenida de diseño.

#### **3.1.4.1. Sección Tipo 1**

En la margen izquierda se ejecutará un muro de micropilotes de 200 mm y separados cada 0,5 m, protegido con un forro de hormigón, sobre el que se dispone un voladizo, hasta alcanzar las cotas del terreno actual. Se mantendrá la sección actual hasta alcanzar el calado de un metro, desde donde se realizará una apertura de la sección de encauzamiento hasta alcanzar los 15 metros.

Esta sección se utiliza en la zona de Industrias Alba S.A.

#### **3.1.4.2. Sección tipo 2**

En la margen izquierda se ejecutará un muro de micropilotes de 200 mm y separados cada 0,5 m protegido con un forro de hormigón. Se mantendrá la sección actual hasta alcanzar el calado de un metro, desde donde se realizará una apertura de la sección de encauzamiento hasta alcanzar los 15 metros.

Esta sección se utiliza en la zona entre el Puente de Alba y el Puente de Nacon.

#### **3.1.4.3. Sección tipo 3**

En este tramo se mantiene la sección existente con un calado de un metro, a partir de donde se realiza una apertura del cauce con un talud 13:6 en la margen izquierda.

Esta sección se utiliza entre el Puente de Nacon y el Puente de Sangroniz.

#### **3.1.5. Revestimientos proyectados**

Desde un punto de vista de protección contra la erosión, se proyecta el revestimiento del tramo final del encauzamiento (P.K 1+900), consistente en una escollera que protege la zona de unión con el cauce actual.

El dimensionamiento inicial del tamaño de las escolleras se hace según el método de la *Tensión Tangencial de Arrastre Admisible*, utilizando un coeficiente de seguridad 1,25. Así para cada tipo de sección se calcula la tensión tangencial de arrastre, que es función de los parámetros hidráulicos en la sección, - radio hidráulico y pendiente de la línea de energía-, y la tensión tangencial de arrastre admisible por el revestimiento de escollera de diámetro característico  $D_{50}$ , de tal forma que se cumpla:

$$\text{Tensión tangencial máxima admisible} = 1,25x \text{Tensión tangencial de arrastre.}$$

Asimismo, cuando la escollera se disponga en talud se tendrá en cuenta un factor de corrección a aplicar sobre la tensión tangencial de arrastre admisible. Este factor responde a la expresión:

$$K = \left( 1 - \frac{\text{sen}^2 \phi}{\text{sen}^2 \varphi} \right)^{0,5}$$

siendo:

$\phi$  = ángulo que forma el talud con la horizontal

$\varphi$  = ángulo de rozamiento de la escollera = 40 - 45°

Con el fin de unificar los tamaños de escollera, se coloca en todas las secciones tipo un revestimiento de ochenta (80) centímetros de espesor con escollera de 500 Kg, apoyada sobre una capa de veinte (20) centímetros de espesor de gravas bien graduadas.

### **3.1.6. Obras de Fábrica**

Las obras de fábrica proyectadas para el encauzamiento del río Asua se pueden dividir en:

- Actuaciones en los puentes existentes
- Muros convencionales de hormigón

- Muros de micropilotespilotes.

### 3.1.6.1. Actuaciones en los puentes existentes

PUENTE	Conservar	Eliminar	Sustituir
<b>ASUA</b>			
Pte. Alba S.A.		X	X
Pte. Industrias Nacon		X	X
Pte de Piedra	X		

En la siguiente tabla se indican la tipología del puente, el resguardo mínimo que se consigue en el centro luz para la avenida de 500 años, el resguardo estricto por la normativa y las dimensiones de la calzada y aceras para cada uno de los puentes que sustituyen a los marcados en la tabla anterior:

PUENTE	TIPOLOGÍA		RESGUARDO		DIMENSIONES	
	Material	Directriz	Min. T= 500 años (m)	Estricto (m)	Calzada (m)	(Nº aceras) ancho (m)
Alba S.A.	Vigas	Recta	1,8	0,25	6,00	(2) 1,00
Nacón	Vigas	Recta	0,65	0,25	7,00	(2) 1,50

### 3.1.6.2. Muros convencionales construidos “in situ”

Los muros dimensionados son de hormigón armado con puntera y talón, alcanzando una altura máxima de 5,0 metros.

En el *Anejo N° 8: Justificación Estructural* de la Memoria se incluyen los resultados de cálculo

### **3.1.6.3. Muros de Micropilotes**

La ejecución de muros de micropilotes se lleva a cabo en aquellos lugares en los que por la cercanía de las edificaciones existentes no sea posible la construcción de muros convencionales de hormigón. En el caso que nos ocupa, los muros de pilotes dimensionados se sitúan en:

- Desde el Pk 1+920 a 2+075 en la margen izquierda, para evitar la afección a las empresas ALBA S.A. e INDUSTRIAS NACON.

Los micropilotes serán de 200mm y estarán separados 0,5 m, con un forro de hormigón para evitar la erosión.

Se han previsto dos filas de anclajes monobarra, con un anclaje por módulo de 60 ton., separados 2 metros entre si.

### **3.1.7. Demolición y Construcción del edificio de oficinas de Nacon**

Entre las afecciones por el ensanchamiento del cauce, se encuentran el derribo de una parte de las oficinas de la antigua empresa NACON, hoy denominado TUBERIAS UNSASA 210 S.L.

En concreto se derribará la parte del edificio más próxima al cauce actual del río, esta parte del edificio consta de un semisótano y una planta baja, que están comunicadas con el resto del edificio. También se derribará la caseta que se encuentra adosada al cierre de la ubestación eléctrica, junto al puente de Alba.

Las fachadas nuevas, que corresponden a la fachada este de la planta baja y todo el cerramiento de la planta primera se realizará mediante un cierre formado por fábrica de ladrillo cerámico hueco doble 24 x 11,5 x 8 cm de medio pie de espesor recibido y enfoscado por ambas caras con mortero de cemento tipo M-5, cámara de 40 mm y panel de lana mineral de 40 mm adherido con cemento cola, y trasdosado con tabicon de ladrillo H/D, recibido con mortero de cemento, con guarnecido de yeso negro de 15 mm de espesor.

Por el exterior se realizará un enfoscado con mortero hidrófugo M-10 de 20 mm y un acabado de pintura acrílica estándar mate, con imprimación y acabado con dos manos.

La cubierta del edificio se ejecutará mediante un sistema de cubierta invertida ligera formada por placa de poliestireno extruida rígida y machiembreada de 30 kg/m<sup>3</sup> de densidad y 50 mm de espesor más 10 mm de mortero tipo ROOFMATE-LEG+10, el mortero será de un espesor variable entre 10 y 60 mm, formando una pendiente del 0,50%. Posteriormente se aplicará una poliurea tipo Tecnocoat P-2040+Tecnotop 2C.

La cubierta se rematará en una vandeleta de remate de zinc en la parte superior del peto.

### **3.1.8. Urbanización**

Asimismo, se proyectan todos los acuerdos de conexión de los viales existentes, tanto públicos como privados, con los puentes proyectados.

Se repondrán, asimismo, los cierres de fincas mediante vallas metálicas plastificadas, de 1,50 metros de altura, en el caso de los muros lindantes con terrenos pertenecientes a empresas y barandillas en los demás casos.

## **3.2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS PUENTES PROYECTADOS**

### **3.2.1. Puente de Alba**

#### **3.2.1.1. Tablero**

##### **3.2.1.1.1. Dimensiones**

El tablero de la estructura de Alba tiene una longitud total de 16,30 metros, siendo la luz libre entre paramentos de estribos de 15,00 metros.

La sección transversal tiene un ancho total de 8,35 metros, que corresponden a una sección tipo con una calzada de 6 metros y dos aceras laterales de 1 metro de anchura libre.

El tablero no tiene esviaje y se encuentra en una alineación recta con una pendiente longitudinal del 2,22 % y bombeo del 1,5%.

### **3.2.1.1.2. Tipología**

Se ha adoptado como tipología un tablero de vigas prefabricadas de hormigón pretensado con losa de compresión de hormigón armado ejecutada in situ. El encofrado del fondo del tablero se resuelve mediante losas de encofrado perdido de hormigón pretensado.

Las características principales del tablero son las siguientes:

- Número de vigas: 6
- Canto de viga: 83 cm.
- Separación entre vigas: 1,28 m.
- Canto de losa: Variable entre 20 y 26 cm.

### **3.2.1.1.3. Justificación de la solución adoptada**

Debido a que el vial se encuentra dentro de una zona industrial, a que la estructura salva un río y a la limitación de canto por el necesario para asegurar el resguardo mínimo frente a avenida, se ha considerado suficiente una solución de vigas prefabricadas.

#### **3.2.1.1.4. Acabados**

Para mejorar el aspecto estético de la estructura se ha dispuesto una imposta prefabricada de hormigón y una barandilla metálica galvanizada y pintada.

Las aceras se rematan con un bordillo prefabricado de hormigón y un acabado superficial de baldosín de cemento.

#### **3.2.1.2. Estribos**

##### **3.2.1.2.1. Dimensiones**

La anchura de los estribos es de 8,35 metros, siendo las alturas de los alzados variables entre 5,13 y 5,54 metros.

##### **3.2.1.2.2. Tipología**

Los estribos se realizan en hormigón armado, con un alzado recto y un encepado que recoge a 22 micropilotes, que se empotran en la roca existente a 3 metros por debajo de la cota del encepado. Los estribos incluyen una losa de transición de 4 metros.

##### **3.2.1.2.3. Justificación de la solución adoptada**

Debido a la profundidad a la que se encuentra la roca sana ha sido necesaria una cimentación de tipo profundo.

Las pequeñas cargas transmitidas por el tablero, la pequeña altura de los estribos y la facilidad de maniobra de una máquina de micropilotes justifica la adopción de esta solución. Económicamente es del mismo orden de magnitud que la solución de pilotes.

### **3.2.2. Puente de Industrias Nacon**

#### **3.2.2.1. Tablero**

##### **3.2.2.1.1. Dimensiones**

El tablero de la estructura de Nacon tiene una longitud total de 17,45 metros, siendo la luz libre entre paramentos en el eje de estribos de 16,70 metros.

La sección transversal tiene un ancho total de 10,38 metros, que corresponden a una sección tipo con una calzada de 7 metros y dos aceras laterales de 1,5 metros de anchura libre.

El tablero tiene un esviaje de 19<sup>g</sup> y se encuentra en una alineación recta con una pendiente longitudinal del 4,97% y bombeo del 1,5%.

##### **3.2.2.1.2. Tipología**

Se ha adoptado como tipología un tablero de vigas prefabricadas de hormigón pretensado con losa de compresión de hormigón armado ejecutada in situ. El encofrado del fondo del tablero se resuelve mediante losas de encofrado perdido de hormigón pretensado.

Las características principales del tablero son las siguientes:

- Número de vigas: 8
- Canto de viga: 83 cm.
- Separación entre vigas: 1,385 m.
- Canto de losa: Variable entre 20 y 27,5 cm.

### **3.2.2.1.3. Justificación de la solución adoptada**

Debido a que el vial se encuentra dentro de una zona industrial, a que la estructura salva un río y a la limitación de canto por el gálibo necesario para asegurar el resguardo mínimo frente a avenida, se ha considerado suficiente una solución de vigas prefabricadas.

### **3.2.2.1.4. Acabados**

Para mejorar el aspecto estético de la estructura se ha dispuesto una imposta prefabricada de hormigón y una barandilla metálica galvanizada y pintada.

Las aceras se rematan con un bordillo prefabricado de hormigón y un acabado superficial de baldosín de cemento.

### **3.2.2.2. Estribos**

#### **3.2.2.2.1. Dimensiones**

La anchura de los estribos es 11,15 metros en el caso del estribo 1 y de 11,19 en el estribo 2, siendo las alturas de los alzados variables entre 3,64 y 4,98 metros.

#### **3.2.2.2.2. Tipología**

Los estribos se realizan en hormigón armado, con un alzado curvo en planta para adaptarse al trazado del encauzamiento, y un encepado que recoge a 16 micropilotes en el estribo 1 y a 25 en el estribo 2, que se empotran en la roca existente a 3 metros por debajo de la cota del encepado. El estribo incluye una losa de transición de 4 metros.

### **3.2.2.2.3. Justificación de la solución adoptada**

Debido a la profundidad a la que se encuentra la roca sana ha sido necesaria una cimentación de tipo profundo.

Las pequeñas cargas transmitidas por el tablero, la pequeña altura de los estribos y la facilidad de maniobra de una máquina de micropilotes justifica la adopción de esta solución. Económicamente es del mismo orden de magnitud que la solución de pilotes.

#### **4. SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

A lo largo del trazado de las obras, incluidas en el Proyecto Desglosado del Proyecto de Encauzamiento del Río Asua, Término Municipal de Sondika, se han previsto las siguientes soluciones para la ordenación de tráfico.

Cabe destacar que se ha previsto que se puedan utilizar las oficinas de Nacon durante el proceso de generación de una planta superior; si no fuese posible, se preve la ocupación de una parte de la playa existente junto a las instalaciones eléctricas a desmantelar, para la ubicación de una instalación provisional.

##### **4.1. SOLUCIONES DURANTE LA REPOSICIÓN DE PUENTES**

Durante la ejecución de las obras de sustitución de los puentes afectados, será necesario prever la comunicación rodada entre las distintas márgenes, principalmente cuando el puente es interior a las empresas. A continuación se indican los diversos caminos alternativos previstos durante la ejecución de cada uno de los puentes.

###### **4.1.1. Puente de Alba S.A.**

Dado que el nuevo puente se encuentra en el mismo punto kilométrico que el puente antiguo, quedará fuera de servicio durante su ejecución. Como camino alternativo de acceso a las naves e instalaciones que Alba S.A. posee en la margen izquierda del río Asua, se plantea el paso a través del nuevo Puente de Industrias Nación, que se construye antes que el Puente de Alba S.A.

###### **4.1.2. Puente de Industrias Nacon**

Dado que el nuevo puente se encuentra en el mismo punto kilométrico que el puente antiguo, quedará fuera de servicio durante su ejecución. Como camino alternativo de acceso a las naves e de Industrias Nacon, se plantea el paso a través del Puente de Alba S.A.



Asimismo, es necesario liberar la margen izquierda del río Asua modificando la localización de la subestación eléctrica propiedad de Alba S.A previamente a la ejecución de las obras.



## **PLANOS DE LA SITUACION FINAL**



<p><b>UR AGENTZIA</b> kantauri mendebaldeko arroko bulegoa</p>		<p><b>AGENCIA VASCA DEL AGUA</b> oficina de las cuencas cantábricas occidentales</p>	<p>AHOLKULARIA / CONSULTOR <b>DAIR</b> ANTONIO VILLANUEVA OLIVA</p>	<p>PROIEKTO ZUZENDARIA / DIRECTOR DEL PROYECTO ALVARO SAN CRISTOBAL DE LORENZO-SOLIS</p>	<p>EGITAMUAREN TITULUA / TITULO DEL PROYECTO PROYECTO DESGLOSADO DEL PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RIO ASUA</p>	<p>DATA / FECHA JUNIO 2015</p>	<p>ESCALA (K) ESCALA (S) 1/500 ORIGINAL EN A1</p>	<p>IZENDURA DESIGNACION PLANTA</p>	<p>Z<sup>ba</sup> / N<sup>o</sup> ANEJO 6</p>	<p>_1 TIK _1 ORRIA HOJA _1 DE _1</p>
--	---	--	---	--	---	------------------------------------	---	--	---	--

**PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO ASUA  
ENTRE INDUSTRIAS ALBA Y EL PUENTE DE SANGRONIZ  
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE SONDIKA (BIZKAIA)**



**ANEJO Nº 7**

**Justificación Hidráulica**



JUNIO, 2015ko. EKAINA

*Actualizado Septiembre 2017ko Iraila Eguneratua*



## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	2
-----------------------	---

## **1. INTRODUCCIÓN**

La justificación hidráulica del proyecto de encauzamiento del río Asua se recoge en el proyecto original de 1999 “*Proyecto de Encauzamiento del Tramo Bajo del Río Asua, TT.MM. Erandio, Sondika y Loiu*”. En él se recoge la descripción de la metodología seguida para definir la situación hidráulica del río Asua antes y después de las obras.

Los distintos apartados que configuran la metodología de cálculo son:

- Estudio hidrológico.
- Funcionamiento hidráulico de los cauces actuales.
- Funcionamiento hidráulico de la solución propuesta.

En el presente documento únicamente se ha modelizado el tramo en estudio con la anchura de 15,00 metros de cauce para viabilizar el uso actual de la plataforma existente en la margen izquierda de cauce.

La mejora hidráulica en el tramo de estudio es muy local, hasta la ejecución de las nuevas secciones aguas abajo del tramo en estudio.